

UNIVERSIDAD POPULAR AUTONOMA DEL ESTADO DE PUEBLA.



TESIS:

**“EL ENCUENTRO DE LOS MATERIALES: METAL, VIDRIO, POLICARBONATO Y
MADERA, EN LA ARQUITECTURA POBLANA ACTUAL.”**

PARA OBTENER EL TITUTLO DE:

A R Q U I T E C T O

QUE PRESENTAN:

**MA. DEL ROCIO LEAL PEREZ DEL RAZO
GERARDO RUIZPALACIOS QUINTERO**



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

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 textos, imágenes, gráficas, 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 de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Arq. Chemo:
muchísimas gracias
por todo!
un abrazo

DAMOS GRACIAS.....

A Dios,

Quien ha sido nuestro guía y
dispuso los medios para que hoy nos encontremos aquí.

A Nuestros Maestros,

Quienes compartieron con nosotros sus conocimientos y
nos dedicaron una parte de su tiempo para que lográramos llegar a nuestra meta.

Al Arq. José Manuel Fernández Millán,

Por su apoyo y paciencia para la realización de este proyecto.

A la Arq. Angelica Riviello Zenteno,

Por su amistad, por sus consejos, pero sobre todo por su apoyo a lo largo de nuestra
estancia en la universidad. Gracias.

Al Arq. Fernando Rodríguez Concha,

Por su comprensión, por su paciencia y toda su enseñanza y ejemplo
en este tiempo. Gracias, lo aprovecharemos a lo largo de nuestra vida.

A Nuestros Compañeros,

Con quienes juntos vivimos alegrías, tropiezos,
anhelos y aventuras para llegar a la meta.

A Nuestra Alma Mater,

Por darnos la oportunidad de adquirir los conocimientos
que en adelante serán nuestra guía y mejor patrimonio en la vida.

ROCIO
GERARDO

D OY GRACIAS.....

A mi Dios por estar siempre cerca de mi y por su protección.

A mis abuelos Alfonso, María Luisa, Arcadio y María de la Luz por ser el reflejo de lo que soy y por todo su amor; siempre estarán en mis pensamientos.

A mis padres Alfonso y Olivia por todo su apoyo, amor, paciencia, dedicación; este trabajo en especial es para ustedes; sin ustedes no existiría. Gracias por tanto amor. Voy para arriba.

A mi hermano Alfonso por sus consejos y por ser mi mejor y más cercano ejemplo; y a su esposa Marcela por su cariño hacia mi. Gracias a ambos por todo.

A mi hermano Mauricio por sus acciones, firmeza, respeto y coraje; y porque su silencio me a enseñado sabiduría. Gracias por creer en mi. Te quiero mucho.

A mis tíos y primos por formar parte de esta familia; de la cual me siento muy orgulloso

A Melissa por tu gran amor, sinceridad, cariño y comprensión hacia mi; gracias por haber despertado y hecho el hombre que soy. Siempre serás tu.

A mis amigos que también son mis hermanos, Alvaro, Pollo, Héctor, Poncho, Humberto, Gerson, Carlos, Gigio, Fernando, Nacho, Dazita, Rafa, Fer, Luis, Alfonso; por todos los momentos compartidos y por formar parte muy importante en mi desarrollo como persona; gracias por todo. Espero nunca fallarles.

A Cachi por su sombra, sus letras, voces y estar siempre en el momento indicado , siempre cerca, siempre leal; la unión esta hecha. Y a su familia por todo su apoyo, muchas gracias.

A mi amigo "El Pato" por ser mi fuente de inspiración artística, por su enseñanza, por su carisma y por saber escucharme; gracias por ser surrealista, gracias por tu locura, espero estar siempre ahí.

A Alejandro por su amistad, su inteligencia, por ser sencillo, claro y transparente, por los momentos difíciles, por los momentos locos, por las risas y golpes; gracias por ser tú. Y a su familia por todas las atenciones y el cariño que siempre me han demostrado.

A mi amiga Ana Rosa por todos los momentos compartidos, por su inteligencia, su confianza, por sus pensamientos e ideas; gracias por ser quién eres, gracias por tu cariño. Y a su familia por todas las atenciones y el haberme hecho sentir como en casa.

A Gloria porque gracias a ti aprendí que las personas valen por lo que son no por lo que aparentan, por seguir los caminos de la luna conmigo, por todos esos momentos que nunca se olvidarán, por tu sonrisa, por tu cariño y amor hacia mi; por reforzarme y haberme hecho mejor. Te extraño.

A Rocío por haber compartido esta realidad conmigo, por su paciencia, su amistad y confianza; por su calma en mis momentos desesperados. Gracias, se ha logrado.

A Tere, Luis Alfonso, Miguel y Manuel, Ismael y Beatriz, José Luis, Gilberto, Bernardo, Fernandito, Marcelita, George, Lorna, Cinthya, Blanca Alicia, Elena, Juan Fabregas, Victor Hugo, Ale, Christiane, Beba, Marcela, Ale Ibarra, Saby, Sandra, Yamilet, Coqui, Manolito, Heather, Meredith y Dennis, Amanda y Fabian, Dan, Los DiGiacomo, A Monica, Juan Pablo, Pollo, Chompis, Mondí; a todos y cada uno de ustedes muchas gracias por su tiempo y amistad.

A la música por ser inmensa, variable; por despertar y llevarme a través de todos los caminos y sentimientos existentes; y a los músicos, pintores, escultores, arquitectos, artesanos, bailarines; etc. por su lucha constante de expresión.

GERARDO

A G R A D E C I M I E N T O S

A Charly,

Por que te conocí en el momento que más necesitaba de ti, por que estamos juntos. Gracias por tu paciencia, tu compañía, por todo tu apoyo, tu cariño y amor hacia mí. Te Quiero Mucho.

A Armando,

Por que eres como un hermano, por que formas parte de esta aventura.

Al Sr. Emigdio Barroeta y su familia,

Por que Dios nos ha permitido conocerlo, tener su amistad, y sobre todo por su apoyo incondicional. Muchísimas Gracias.

A Gerardo,

Por esperarme, por tu paciencia, por tus locuras, por que sin tus impulsos no hubiéramos llegado hasta aquí, pero sobre todo gracias por tu amistad, por tu arte, por todo lo que pasamos en estos años, vamos por más.

A Millo,

Por escucharme, por tus consejos, tus palabras, tu necedad, pero sobre todo por tu amistad. Gracias por ser un amigo incondicional.

A Mariana y Vero,

Por su amistad de tanto tiempo, por todo lo que hemos vivido y hemos aprendido, por todo lo que nos falta por caminar, por estar siempre juntas, por su apoyo, Mariana por tus loqueras, Vero por tu psicología, pero sobre todo a las dos por que son las mejores amigas del mundo, las quiero muchísimo,

A mi familia y amigos,

Por que sin su apoyo no estaría hoy aquí, esto lo comparto con todos ustedes.

R O C I O

DOY GRACIAS....

A Dios,

Quién ha sido mi guía a lo largo de mi vida y me ha ayudado a llegar hasta aquí.

A mi Mamá,

Que ha luchado sin escatimar esfuerzos, para que salgamos adelante, GRACIAS por todo tu amor, paciencia, dedicación, por tus regaños y consejos, por que todo lo que me has dado será mi mejor patrimonio en la vida, pero sobre todo gracias por tu paciencia para lograr llegar a donde hoy me encuentro, te quiero muchísimo. Esto es por ti.

A mi Papá,

Que desde donde estás, sé que siempre me acompañas, me ayudas y me guías. Por que de ti aprendí que la lucha y la honestidad te llevan a lograr todo lo que quieres. Papá esto es para ti.

A mi Abuelita Rufi,

Por que siempre serás mi compañera, por que siempre estás ahí y por que Dios me ha permitido conservarte, sigue así por muchos años. Gracias por todo tu apoyo sin ti esto no se hubiera logrado. Te Quiero Mucho.

A mi Hermano Car,

Por que no sólo eres mi hermano sino también mi amigo, por que me has ayudado y aconsejado, por que me has escuchado, por tu cariño, pero sobre todo por tu ejemplo, por que he aprendido que cuando se lucha por algo se obtiene, por que tienes el mismo coraje que papá. Gracias, por todo lo que me has enseñado, te quiero mucho.

A Gaby López,

Por que eres mi hermana, por que tu silencio me ha enseñado que la gente vale por su compañía, por ser mi mejor amiga, mi confidente, por tu lucha, por todo tu cariño. Gracias.

A mi Tío Armando y mi Tía Rebe,

Por que son mi familia, ustedes son como mis papas, por escucharme y por ayudarme a lograr este sueño, los quiero mucho, gracias por su apoyo y por todo su cariño, pero sobre todo GRACIAS por estar siempre ahí.

CAPITULO**PAGINA****I.- PROTOCOLO**

1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del estudio	1
1.3 Objetivo general	2
1.4 Objetivos particulares	2
1.5 Hipótesis	2
1.6 Alcances	6
1.7 Delimitación del área de estudio	7
1.8 Metodología	7

II.- INTRODUCCION

2.1 La arquitectura de ingeniería, estructuras frágiles de hierro y vidrio	9
Expresión artística con hierro y acero	10
Construcciones nuevas para un hombre nuevo, la búsqueda de una nueva forma	11
El expresionismo y el inicio del racionalismo	11
2.2 Muros transparentes	14
Material estructural	15
En suspenso	15
2.3 Estructuras Inteligentes	17

III.- MARCO TEORICO

3.1 EL ACERO Y SUS PROPIEDADES	21
3.1.1 Definición	21
3.1.2 Historia	21

3.1.3	Proceso de producción del acero	22
	Producción de arrabio	22
	Refinado de hierro	24
	Proceso de crisol abierto	24
	Proceso básico de oxígeno	25
	Acero de horno eléctrico	26
	Procesos de acabado	27
	Tubos	28
	Hojalata	28
	Hierro forjado	29
	Siderurgia	30
	Estructura del acero	30
	Tratamiento térmico del acero	31
	Corrosión	31
3.1.4	Clasificación del acero	35
	Aceros al carbono	35
	Aceros aleados	35
	Aceros de baja aleación ultra resistentes	35
	Aceros inoxidable	35
	Aceros de herramientas	36
	Oxidación	36
3.2	EL VIDRIO Y SUS PROPIEDADES	37
3.2.1	Definición	37
3.2.2	Historia	37
	El vidrio como arte	37
	El vidrio en la antigüedad	37
	El vidrio en Occidente	38
	El vidrio en los países no Occidentales	40
3.2.3	Proceso de producción del vidrio	41

Materiales y técnicas	41
Composición y propiedades	41
Color	41
Ingredientes diversos	41
Propiedades físicas	41
Mezcla y fusión	42
3.2.4 Clasificación del vidrio	42
Vidrio soluble y sodocálcico	42
Vidrio al plomo	42
Vidrio Borosilicato	43
Vidrios de uso comercial	43
Vidrio de ventanas	43
Vidrio de placa	43
Vidrio de luna	44
Diferentes tipos de vidrio	45
Botellas y frascos	46
Vidrio óptico	46
Vidrio fotosensible	47
Cerámica de vidrio	47
Fibra de vidrio	47
3.2.5 Acabados	48
Moldeado	48
Colado	48
Soplado	48
Prensado	49
Estirado	49
Laminado	49
Recocido	49
3.2.6 Decoración	50

Tallado	50
Grabado	50
Dorado	51
<u>3.3 LA MADERA</u>	53
3.3.1 Definición	53
3.3.2 Historia	53
Primeras manifestaciones en Europa	53
Talla Gótica en madera	53
El Renacimiento en Italia y en España	54
Del siglo XVIII al presente	55
Talla en madera	56
Distribución	56
3.3.3 Características de la madera	57
Propiedades físicas	57
Duración de la madera	58
Secado	59
Contrachapado	59
Productos químicos derivados de la madera	60
Vetas y estructura	61

IV.-ANALISIS DE LAS CONSTRUCCIONES QUE EMPLEAN ESTOS MATERIALES EN LA CD. DE PUEBLA

4.1 Casa habitación "Feldman"	63
4.2 Agencia automotriz "AUDI"	71
4.3 Despacho "Arq. Pedro del Cerro"	77
4.4 Restaurant "Entregozos"	83

V.- CONCLUSIONES

90

VI.- ANEXOS

- Traducción video "El vidrio laminado" Dupont.
- Reportaje revista "OBRAS", Enero de 2001: "Vidrios Inteligentes".
- Características del Tecnovidrio (vidrio laminado)
- Algunos ejemplos que aplican estos materiales (fotografías)

97

100

103

s/n

VII.- BIBLIOGRAFIA

s/n

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La Cd. de Puebla se encuentra situada dentro de las cuatro ciudades más importantes de la República Mexicana siendo uno de los estados más representativos del colonialismo en nuestro país. Además de tener, sin lugar a dudas uno de los acervos arquitectónicos más importantes, conservando inmuebles de gran valor que van desde iglesias, conventos, casas, hoteles etc. Por lo cual llegó a ser una de las ciudades más vanguardistas del país y además una de las ciudades más importantes de la Nueva España; ya que era el único paso para llegar a la capital viniendo desde Europa, de ahí parte la importancia de estas grandes y monumentales construcciones arquitectónicas.

Pero últimamente analizando la arquitectura construida en la Cd. de Puebla en los últimos siete años ésta se ha quedado rezagada y ha sufrido un atraso.

De ahí nace nuestra propuesta. En lo que arquitectura se refiere, hacer un estudio para determinar el ¿por qué? La ciudad de Puebla; a pesar de tener **edificios modernos** carece de innovación arquitectónica; innovación en cuanto a forma, función y diseño, con propuestas de materiales (particularmente la combinación de los metales con el vidrio, el policarbonato y la madera) que aunque ya han sido utilizados en otras épocas, las necesidades del hombre han cambiado y seguirán haciéndolo a través del tiempo y eso también influye a que den un toque fresco a la arquitectura actual.

1.2 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

En vista de la poca utilización de estos materiales en la arquitectura poblana actual, nos dimos a la tarea de localizar las construcciones que existen en la Ciudad así como los arquitectos que las construyeron, y realizar un análisis de las más representativas para que por medio de este estudio quede establecido un documento en el que se puedan apoyar en un futuro para la aplicación de estos materiales. Para dar así una nueva opción en los estilos arquitectónicos de la Cd. de Puebla.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un estudio sobre la utilización de los materiales metálicos con el vidrio, el policarbonato y la madera para la aplicación de los mismos en la arquitectura poblana actual.

1.4 OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar las aplicaciones de estos materiales en la arquitectura poblana actual.
- Dar a conocer las ventajas y desventajas que brinda el utilizar estos materiales.
- Establecer un documento que sirva como referencia para la aplicación de estos materiales.

1.5 HIPOTESIS

- La utilización de estos materiales favorece en la innovación del diseño arquitectónico.
- Las costumbres de la gente en Puebla se ven reflejadas en su arquitectura, de ahí que se mantenga una línea conservadora en la mayoría de sus construcciones modernas.
- Las construcciones con el uso de estos materiales es el reflejo de una nueva búsqueda de expresión arquitectónica a pié de vanguardia.
- El metal, policarbonato, vidrio y madera forman parte de la solución a las necesidades actuales de construcción y de los arquitectos en busca de nuevas tendencias y formas de expresión.
- A través de este manual los arquitectos harán un mayor y mejor uso de estos materiales.

Este trabajo de tesis titulado **“El encuentro de los materiales: metal, vidrio y madera, en la arquitectura poblana actual”** el cual se delimita temporalmente de 7 años a tras a la fecha (de 1993 al 2000) despertó nuestro interés debido a las construcciones que en ese período se estaban haciendo en Puebla, así como también construcciones realizadas en otras ciudades de nuestro país como México, Monterrey, Guadalajara; y a nivel mundial como en New York, Pittsburgh, Barcelona, Berlín; así como los talleres experimentales de Lenoir y Mayeux ; a este tipo de arquitectura comprometida a desarrollar un concepto que refleje el papel que desempeña la arquitectura en la actualidad y dibuje la imagen de una sociedad en transición.

Una arquitectura de nuestro tiempo definida por un lenguaje abierto, actual y universal, que busca la reconciliación simultánea entre individuo, sociedad y lugar; lo que produce no sólo un enriquecimiento en el repertorio de formas y estilos, sino también la existencia concurrente de tendencias parcialmente opuestas que pese a su aparente rechazo, coexisten y se desarrollan; por lo que podemos hablar de un nuevo espíritu en el mundo de la arquitectura.

Una arquitectura apegada a una revolución tecnológica, provocada por el desarrollo de la informática y los medios masivos de comunicación, los cuales han generado un medio ambiente de gran dinamismo, una cultura de cambios impredecibles y continuos, una sociedad en fusión continua de tiempo y espacio.

De aquí partieron nuestros criterios para seleccionar los edificios a analizar en esta tesis, edificios que de alguna manera intentan retomar la vanguardia de un espíritu creativo que rinda el respeto que se merecen los grandes creadores del pasado que en su momento exploraron nuevos caminos. Los edificios que se seleccionaron fueron en su totalidad 7 de ahí depuramos a través de las facilidades que los arquitectos creadores nos proporcionaron, así como también por el impacto visual que nos causó: su sensibilidad, su belleza y su sinceridad; finalmente nos decidimos por 4.

Los edificios seleccionados a través de los criterios anteriormente mencionados fueron los siguientes:

- 1.- Taller de Arquitectura y Galería (VERTICE)**
- 2.- Empresa automotriz Audi**
- 3.- Casa habitación Feldman**
- 4.- Restaurante Entregozos**
- 5.- Empresa Automotriz Peugeot
- 6.- Restaurante "Tentempié"
- 7.- Casa de Interacciones Puebla

Para llevar acabo dichas exploraciones en los inmuebles mencionados anteriormente nos apoyamos en un análisis arquitectónico muy completo redactado y facilitado por la **Arquitecta Angélica Riviello Zenteno**; el cual nos

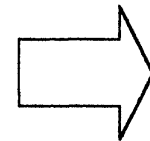
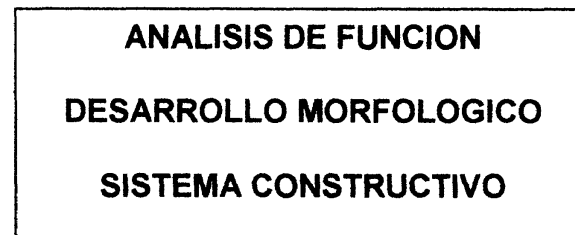
permitió desarrollar un estudio complejo para logra entender en su totalidad el desarrollo arquitectónico de cada edificio.

1.- El formato finalmente empleado quedo redactado de la siguiente manera:

METODOLOGIA PARA EL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTONICO

FACILITADA POR: ARQ. ANGELICA RIVIELLO ZENTENO

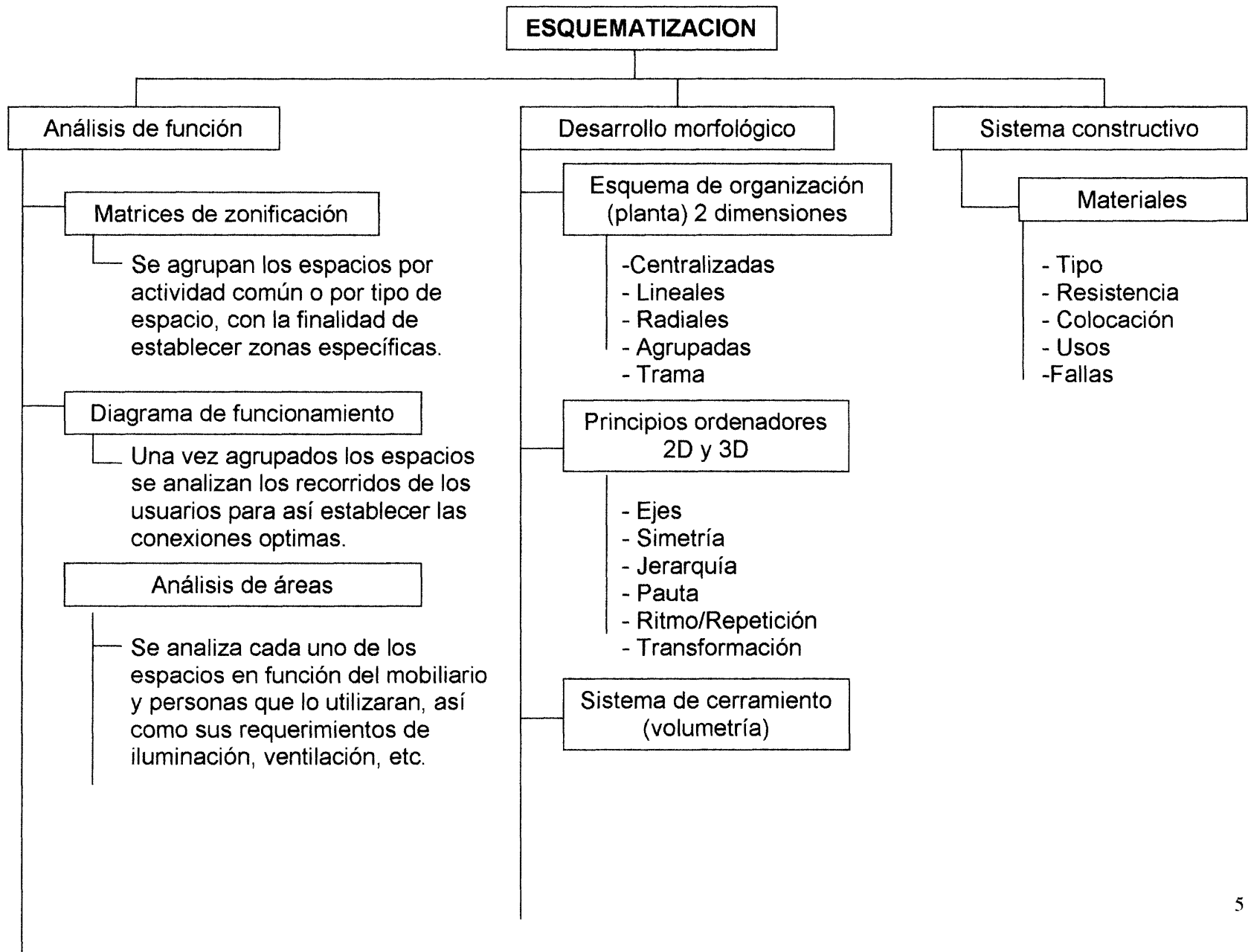
PROGRAMA ARQUITECTONICO

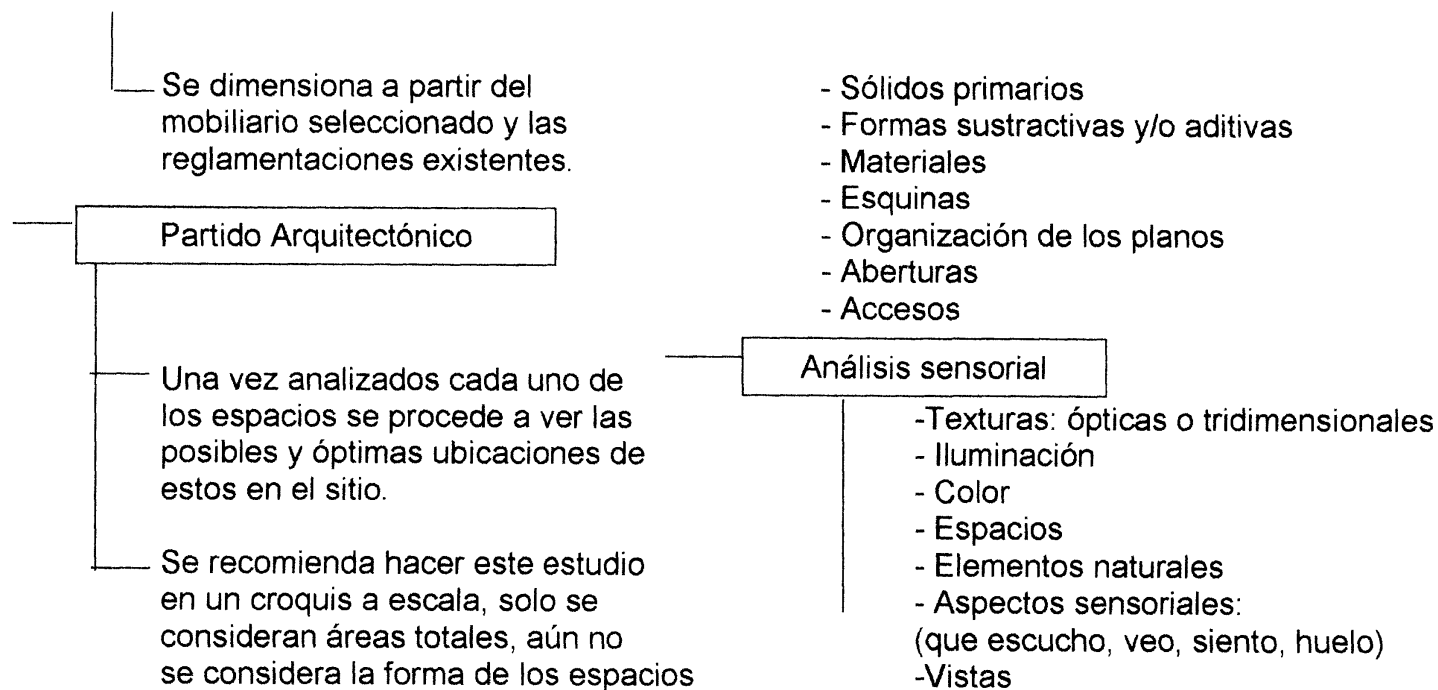


**IDEA
RECTORA**



DESARROLLO ARQUITECTONICO





1.6 ALCANCES

- Investigación de los materiales, en cuanto a quien los produce, sus características, propiedades, aplicaciones, ventajas, desventajas, etc.
- Ubicación de los inmuebles en la cd. de Puebla que emplearon este tipo de materiales.
- Análisis arquitectónico de los inmuebles que emplean estos materiales.

1.7 DELIMITACION ESPACIAL Y TEMPORAL

- Delimitación espacial: Ciudad de Puebla. (área de proyección)
Área de influencia: Ciudad de México
 - Empresa Automotriz AUDI de Puebla
(Circuito Juan Pablo II esquina con 33 sur, Col. Las Animas)
 - Oficinas Arq. Pedro del Cerro
(37 Oriente No. 14-B, Col. Huexotitla)
 - Casa Habitación Feldman
(Calle puebla 5713 col. el Cerrito)
 - Restaurant “ENTRE GOZOS”
(Interior Rancho “La noria”, Col. La Noria)
- Delimitación temporal: Las construcciones realizadas durante los años de 1993 al 2000.

1.8 METODOLOGIA

- La selección del estudio considerando los criterios propios del área de estudio y la delimitación de la misma.
- Recopilación de la bibliografía incluyendo información del tema.
- Clasificación de la información.
- Elaborar el análisis de los edificios con la aplicación de estos materiales.
- Establecer conclusiones.

II INTRODUCCION

2.1 LA ARQUITECTURA DE INGENIERIA ESTRUCTURAS FRAGILES DE HIERRO Y VIDRIO

“La época de la modernidad había empezado. Sin embargo, ¿dónde estaba la arquitectura moderna? Nadie se dio cuenta de que la vía para salir del callejón sin salida en el que había desembocado el historicismo se había descubierto hacía tiempo.

Hacia 1750 había empezado el abaratamiento de la producción de hierro bruto. La utilización del hierro, hierro colado y hierro forjado fue cada vez mayor y las cantidades producidas aumentaban considerablemente.

Entre 1775 y 1779 se había construido un puente de arco con hierro colado sobre el río Severn en Coalbrookdale, el primero del mundo. Cinco cerchas dispuestas paralelamente cubrían un recorrido de unos treinta metros; debido a su forma semicircular ya no tenían nada que ver con el modo de construcción o con el aspecto de los puentes de madera. La ligereza y transparencia de la construcción, que daba la impresión de ser muy frágil, la diferenciaban también de los arcos de piedra y quedaba resaltada por el hecho de estar tendida entre dos espolones de piedra.

La ligereza, la transparencia, el efecto de tensión y de fragilidad son las características estéticas básicas de la construcción metálica. Sin embargo, tuvo que pasar más de medio siglo hasta que el gran público fuera consciente de ellas; entre los años 1836 y 1840 Joseph Paxton, director del jardín del duque de Devonshire, hizo construir en Chatsworth un invernadero de 100 metros de longitud, 38 m de altura y 20 m de altura con columnas de hierro colado por las que desvió el agua de la lluvia y con cristales exclusivamente estandarizados.

Para la primera exposición universal, que tuvo lugar en Hyde Park; en Londres en 1851, Paxton perfeccionó este planteamiento en el Christal Palace, un pabellón extremadamente ancho y con cinco naves. Con 600 m de longitud, 120 m de anchura y con una altura máxima de 38 m este edificio abarcaba un espacio enorme que sólo estaba separado del mundo exterior por una cubierta de vidrio y hierro. No obstante, lo revolucionario de este edificio para

exposiciones no fue sólo la experiencia del espacio, sino que se trataba además del primer edificio compuesto única y exclusivamente de piezas prefabricadas y estandarizadas y, de esta forma, se convirtió en la obra pionera de la construcción racionalizada. Esta estandarización fue la que hizo posible que la obra fuera concluida en sólo 17 semanas casi exclusivamente con la ayuda de peones. Este edificio consumió la tercera parte de la producción de vidrio de aquel año en Inglaterra. Y sólo de esta manera pudo desmontarse una vez finalizada la exposición y volverlo a montar, ligeramente modificado, en el Sydenham de Londres, donde fue destruido por un incendio en 1936.

En la segunda mitad del siglo XIX las exposiciones universales se convirtieron en certámenes imponentes y populares de los avances técnicos y científicos. El ingeniero Gustave Eiffel construyó para la exposición universal de París en 1889 una torre de altura inimaginable en aquella época. Esta torre mide 300 m y durante cuarenta años fue la construcción más alta del mundo y de material metálico.

A ella se unió un acompañante no menos impresionante en su extensión: la Galérie des machines, con una longitud de 422 m, una abertura de las vigas metálicas de 117 m y una altura de 47 metros”.

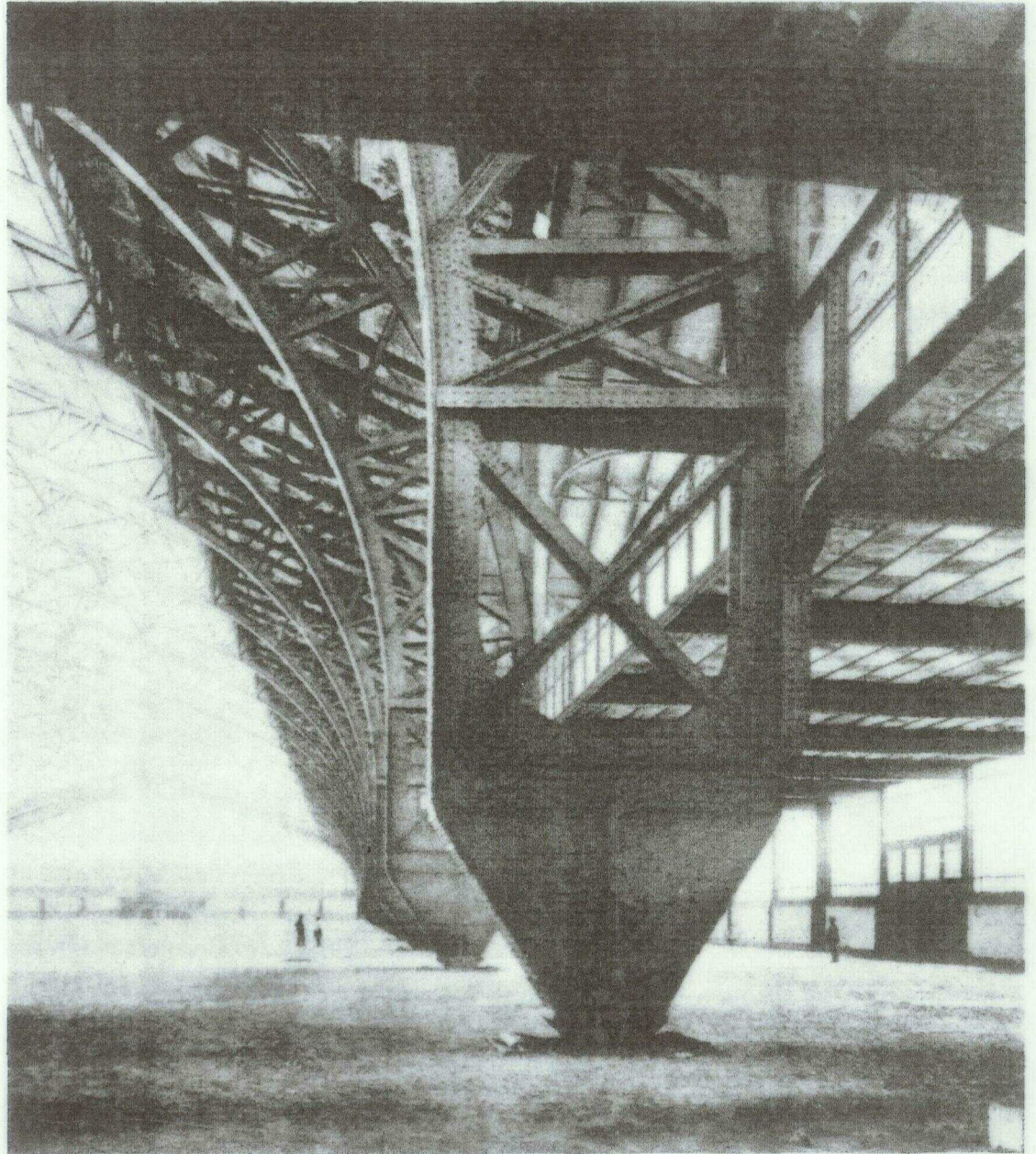
2.1.1 EXPRESION ARTISTICA CON HIERRO Y ACERO

La construcción de la Galérie des machines, demolida en 1910, evidenció las enormes posibilidades técnicas de la construcción con acero y, además, mostró al mundo uno de los monumentos más eminentes de la era industrial. Esta construcción guardaba relación con las necesidades funcionales, por ejemplo, la dilatación del material causada por los cambios de temperatura se pudo contrarrestar gracias al hecho que el pabellón estaba asentado sobre unas juntas articuladas.

“Gustave Eiffel escribió: *“Estoy convencido que mi torre tendrá una belleza especial. ¿No es cierto que los cálculos correctos de la estabilidad coinciden siempre con los de la armonía?”*

No obstante, lo que se denominaba arquitectura de ingeniería en el siglo XIX no se apreciaba como arquitectura. Las fábricas, los grandes almacenes, los pabellones de exposiciones, las estaciones y los puentes con grandes

Entre 1775 y 1779 se construye el primer puente
de arco con hierro colado del mundo



aberturas, es decir todas las construcciones nuevas típicas de la época estaban consideradas “edificios funcionales” que no tenían nada que ver con la arquitectura.

Con todo, los nuevos materiales se utilizaron en obras que no eran de “ingeniería” como se denominaba en ese entonces; ya que el hierro colado es aproximadamente cuatro veces más resistente a la presión que la piedra y el hierro forjado hasta cuarenta veces más resistente a la tracción y a la flexión, pero ambos solamente cuatro veces más pesados. Además se le puede dar la forma que se desee. Las columnas de hierro colado se decoraron con capiteles de los órdenes clásicos para que no parecieran tan extrañas. Las construcciones hechas a base de vigas y soportes metálicos ya no necesitaban paredes, al menos para su estática.

“De esta forma se introdujo la revolución técnica más grande de la historia arquitectónica de la humanidad: se pudo sustituir la construcción maciza por la construcción de entramados, que hacía posible erigir edificios de cualquier altura y extensión con piezas prefabricadas y en un tiempo mínimo.”

El descubrimiento de las construcciones con hierro o acero fue importante, pero la revolución de la técnica arquitectónica no se completó hasta que se combinó el metal con el Hormigón, un material formado a base de materias primas económicas y presentes en todo el mundo: cal, arcilla, yeso y agua.¹

2.1.2 CONSTRUCCIONES NUEVAS PARA UN HOMBRE NUEVO LA BUSQUEDA DE UNA NUEVA FORMA

“La industrialización estaba vinculada a cambios económicos, técnicos y sociales desconocidos. En los países desarrollados, la mayoría de los habitantes ya no residían en el campo ni vivían de la agricultura, sino en la metrópoli, donde trabajaban al servicio de la comunidad industrial y se encontraban con unas condiciones de alojamiento del todo insuficientes: muchas personas tenían que vivir en la más absoluta estrechez, en bloques de pisos edificadas unos junto a otros, ocupados en exceso y, a menudo, en un estado de conservación deficiente a causa del afán del lucro de los propietarios.

¹ Historia de la arquitectura “De la antigüedad a nuestros días”, Jan Gynpel, edit. Könemann, 1996

A principios del siglo XX, la reacción a estas condiciones tan inhumanas se denominó en un principio "retorno a la naturaleza."

El conocimiento de la naturaleza también fue muy prometedor para los arquitectos y los demás artistas que buscaban una salida al rígido historicismo: utilizaron formas vegetales y líneas fluidas, escogieron motivos como zarcillos, corrientes de agua o los cabellos largos y ondulados de mujer.

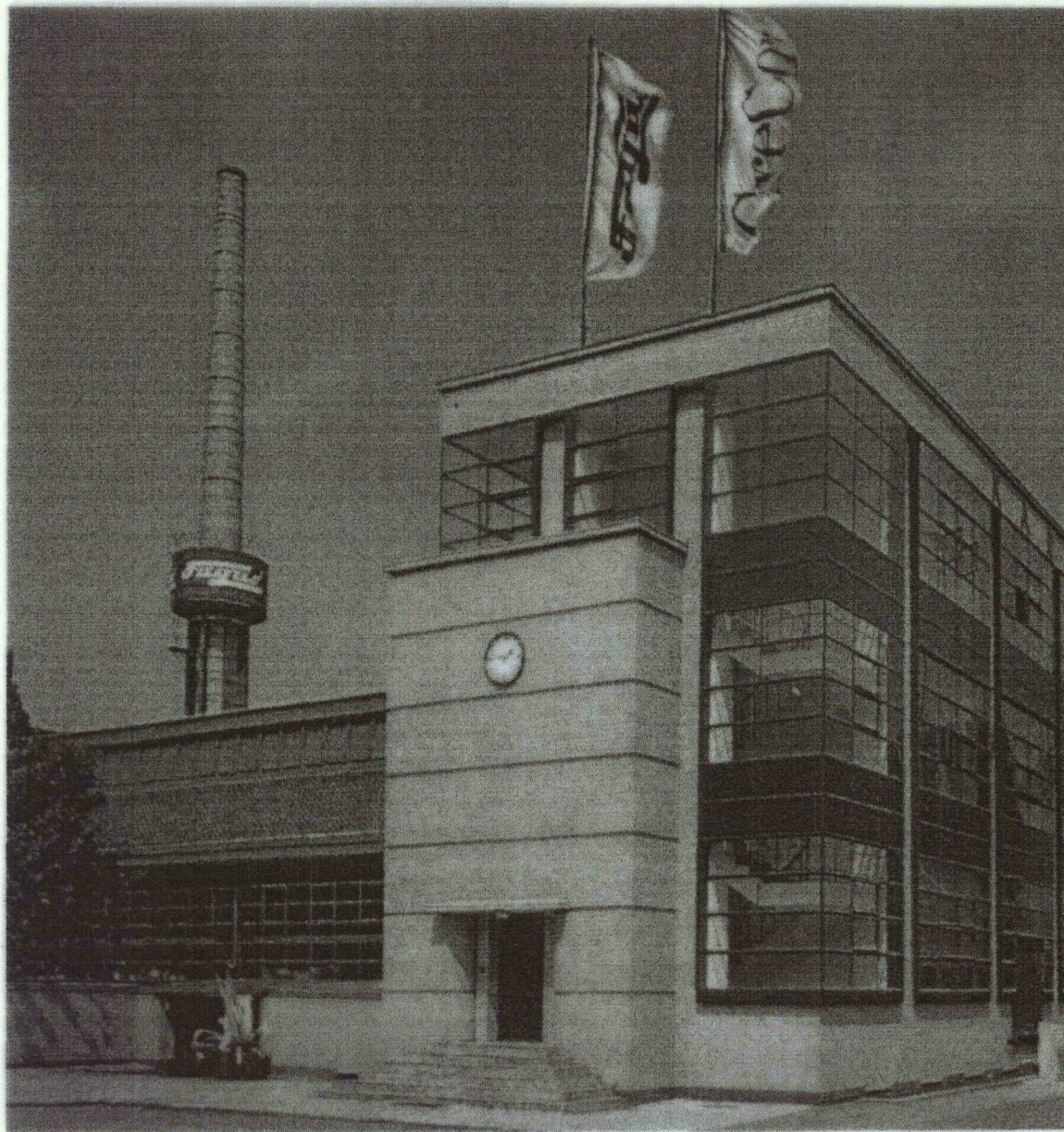
Este arte ornamental recibió nombres diferentes en cada país, en Alemania "Jugendstil", en Austria "Secessionsstil", en Italia "Stile Liberty", en Inglaterra "Modern Style" y en Bélgica y Francia "Art Nouveau." El modernismo se caracteriza por el factor individualista y artesano que depende de la personalidad de cada artista.

Más importantes que las formas concretas del modernismo fueron la mentalidad y los planteamientos teóricos mediante los que este estilo se convirtió en muchos países en el inicio de una configuración moderna. Ahora bien "la función del ornamento en la arquitectura es doble, por una parte consiste en apoyar la construcción e insinuar sus medios y, por otra en llenar de vida un espacio con una iluminación uniforme mediante un juego de luces y sombras. Con estos principios se pueden crear ornamentos arquitectónicos completamente nuevos que seguirán paso a paso las intenciones de la construcción adecuándose a cada época (Henry van de Velde).

Las líneas fluidas pudieron obtenerse especialmente bien con el hierro y, además, el doblamiento, la unión o la compresión de las barras representaba un procedimiento acorde con el material. Algunos ejemplos famosos son las entradas de Hector Guimard del metro de París. Desde hacia tiempo el hierro era un material habitual en la construcción, pero hasta ese momento siempre se había cubierto o escondido detrás de piedras, estucos o madera, igual que había pasado con el hormigón, que se iba imponiendo lentamente. Ahora se utilizó por primera vez en el diseño de los interiores, como en la escalera estéticamente revolucionaria de la casa Tassel de Bruselas, diseñada por Victor Horta en 1893.

En lugar de continuar disimulando la forma de la construcción como hasta el momento, ahora la estructura constructiva se dejaba a la vista y la decoración dependía de ella.

Walter Gropius y Adolf Meyer
Fábrica de Zapatos Fagus 1910-1914
(el cristal y el acero)



El entramado de las vigas de hierro o acero apareció en las fachadas de las construcciones más progresistas; éstas se diluyeron en el diseño reticulado de los soportes y los techos de los pisos y las grandes superficies que quedaban entre ellos se cubrieron en gran parte con cristales.

2.1.3 EL EXPRESIONISMO Y EL INICIO DEL RACIONALISMO

Uno de los ejemplos más monumentales de este estilo fue para los jóvenes arquitectos Gropius y Meyer creando la fábrica de Fagus, ya que explotaron nuevos campos de función de los nuevos materiales, el cristal y el acero. Con estos elementos de construcción, considerados e incorpóreos e "inmateriales" (Gropius), articularon el edificio principal de la fábrica de Fagus en una corporeidad compacta y a la vez transparente. La sustitución mayoritaria de la pared por grandes ventanas sólo se había probado hasta el momento en la construcción de amplias naves. Por primera vez estos dos arquitectos trasladaron la estructura transparente de los muros-cortina de cristal en una construcción de pisos de mampostería. Los cantos sin soportes del cuerpo arquitectónico, que permiten ver los escalones de la escalera libremente suspendidos, contradecían todos los principios tradicionales de estabilidad. La impresión de fragilidad y ligereza de la escalera se resalta aún más mediante la pared de la entrada siguiente, divididas por finas hendiduras".²

² Revista "Cold - Formed" "STEEL STRUCTURES", marzo 1998, volumen XV, num. 313

2.2 MUROS TRANSPARENTES

El vidrio en la construcción se ha desarrollado gracias a la facilidad para fabricarlo, la evolución de la tecnología para su colocación y las habilidades e imágenes artísticas de los arquitectos.

La revolución del vidrio se ha realizado en toda su extensión en esta era moderna de la construcción. Paul Schaebart imagino un cambio drástico en la arquitectura al introducir la arquitectura del vidrio que deja entrar la luz del sol, la luna, las estrellas a través de paredes hechas por completo de vidrio.

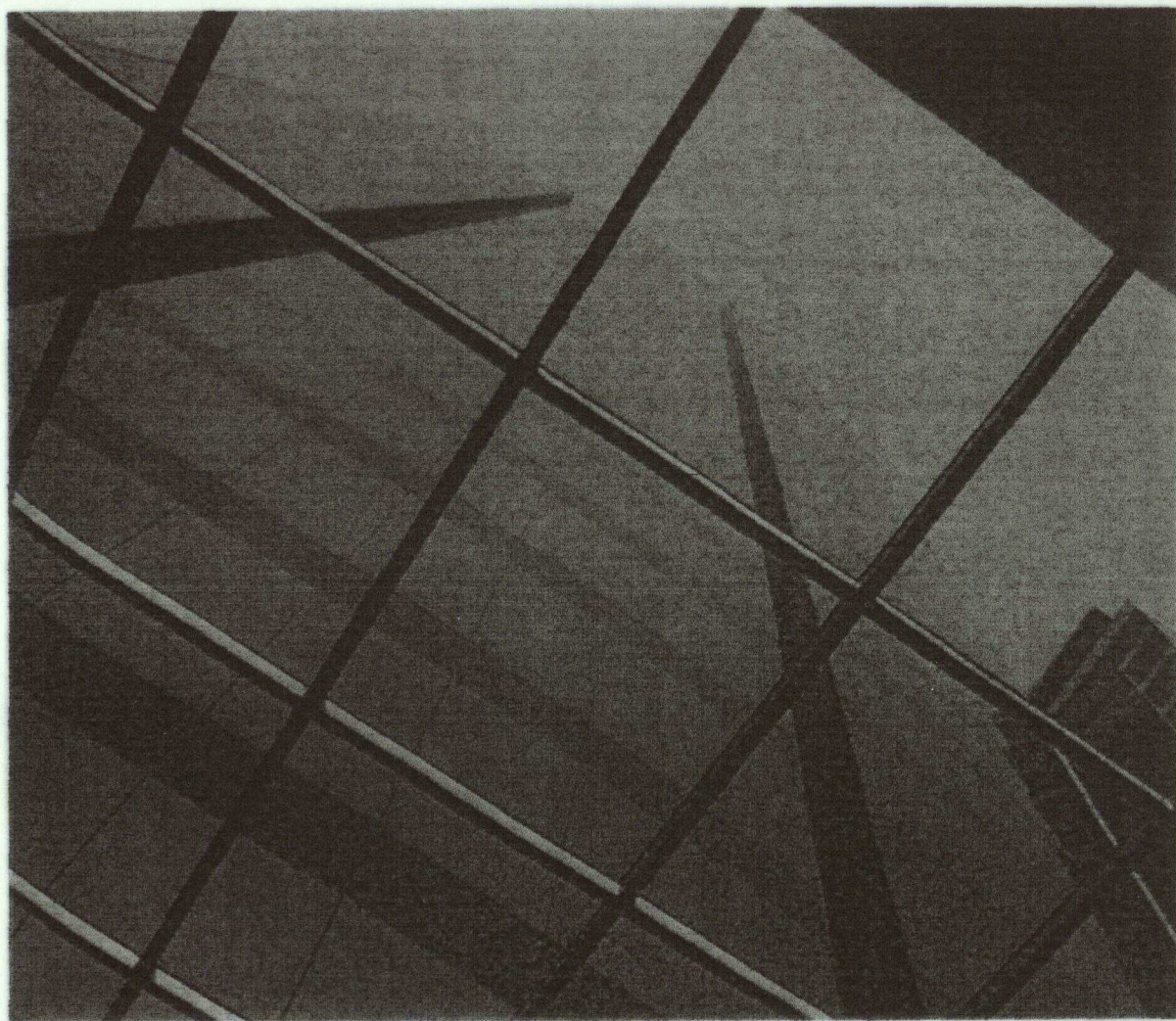
“La perspectiva futura es incluso mas brillante para el uso del vidrio arquitectónico con nuevas invenciones como el vidrio o las ventanas inteligentes y otras tecnologías nuevas que han creado ahorros para el consumidor y para el fabricante”.

Se han registrado cambios importantes de unos 10 años a la fecha; tradicionalmente el cristal se había tomado como un elemento para dividir el interior del exterior de un edificio y cada vez mas comienza a formar parte integral del mismo.

Ya tiene mucho tiempo el sistema de las fachadas integrales de las películas de cristal con costillas de cristal, y de unos 10 años a la fecha se ha empezado ha desarrollar la llamada tecnología de cristales suspendidos, que en parte de que todos los demás sistemas de fachadas el cristal se somete ha ciertas cargas y tensiones, como el viento, contracciones por sismos y cambios en el ambiente, para lo que no esta muy bien preparado y por lo tanto se tiene que modificar.

El vidrio, como tratamiento fundamental de fachada, no será tan duradero tendrá su tiempo, o vida útil a corto plazo, a menos que se detecten técnicas que hagan que no se deteriore, no se decolore y no se intemperie tan fácilmente.

La atracción principal del vidrio siempre ha sido una mezcla de lo practico y lo estético, permite a los diseñadora ampliar sus creaciones para abarcar posibilidades difíciles.



El vidrio y su efecto a cielo abierto

2.2.1 MATERIAL ESTRUCTURAL

La incorporación de fachadas de vidrio en México y en el mundo se ha realizado de una forma notable tanto en el numero de inmuebles como en el porcentaje de cristal utilizado.

Podemos encontrar edificios cuyas fachadas son totalmente de vidrio hasta perder los perfiles de aluminio o de acero inoxidable que lo soportan, el vidrio en la construcción se ha desarrollado como resultado de tres hechos: la gran facilidad para fabricarlo en variados tipos; la evolución de la tecnología para su colocación y el desarrollo de habilidades e imágenes artísticas de los arquitectos.

Según el Arquitecto De la Torre, dice que la estructura de vidrio en una fachada es como la piel de un ser viviente: "Si esa piel no acepta movimientos, deformaciones por variación en la temperatura, o movimientos reversibles durante un sismo, no se logra el objetivo de estabilidad y lleva al fracaso. Esa piel que recubre un edificio tiene una ingeniería para que el mecanismo soporte, dé movimiento y garantice la permanencia del vidrio o el sistema de vidrios, y a la vez no permita el paso del agua; es compatibilizar la deformación con la impermeabilidad, además de asegurar el confort de la edificación mediante combinaciones de diversos vidrios. La torre Picasso tiene forma de cuchilla, es una edificación de diez niveles con cuatro sótanos; es una fachada 98% de vidrio de diferentes tonalidades, que fue construida hace aproximadamente ocho años, y no se ha deteriorado, ni ha habido fractura por movimientos sísmicos o vientos".

Puesto que las técnicas siempre pueden mejorar, la combinación de los elementos de soporte y el propio vidrio han dado lugar al planteamiento de nuevas propuestas.

2.2.2 EN SUSPENSO

Los sistemas de cristales suspendidos mantienen en el aire una hoja de cristal sin transmitirle ningún esfuerzo. Así se logra un sistema que detiene cada uno de los cristales por separado. El cristal se rompe donde está sujeto.

Cada uno ve una ventana rota, el cristal queda anclado en los lugares donde estaba sostenido; eso es por que el cristal está empotrado en un sistema, y al recibir esfuerzos mayores a los que puede soportar, se rompe.

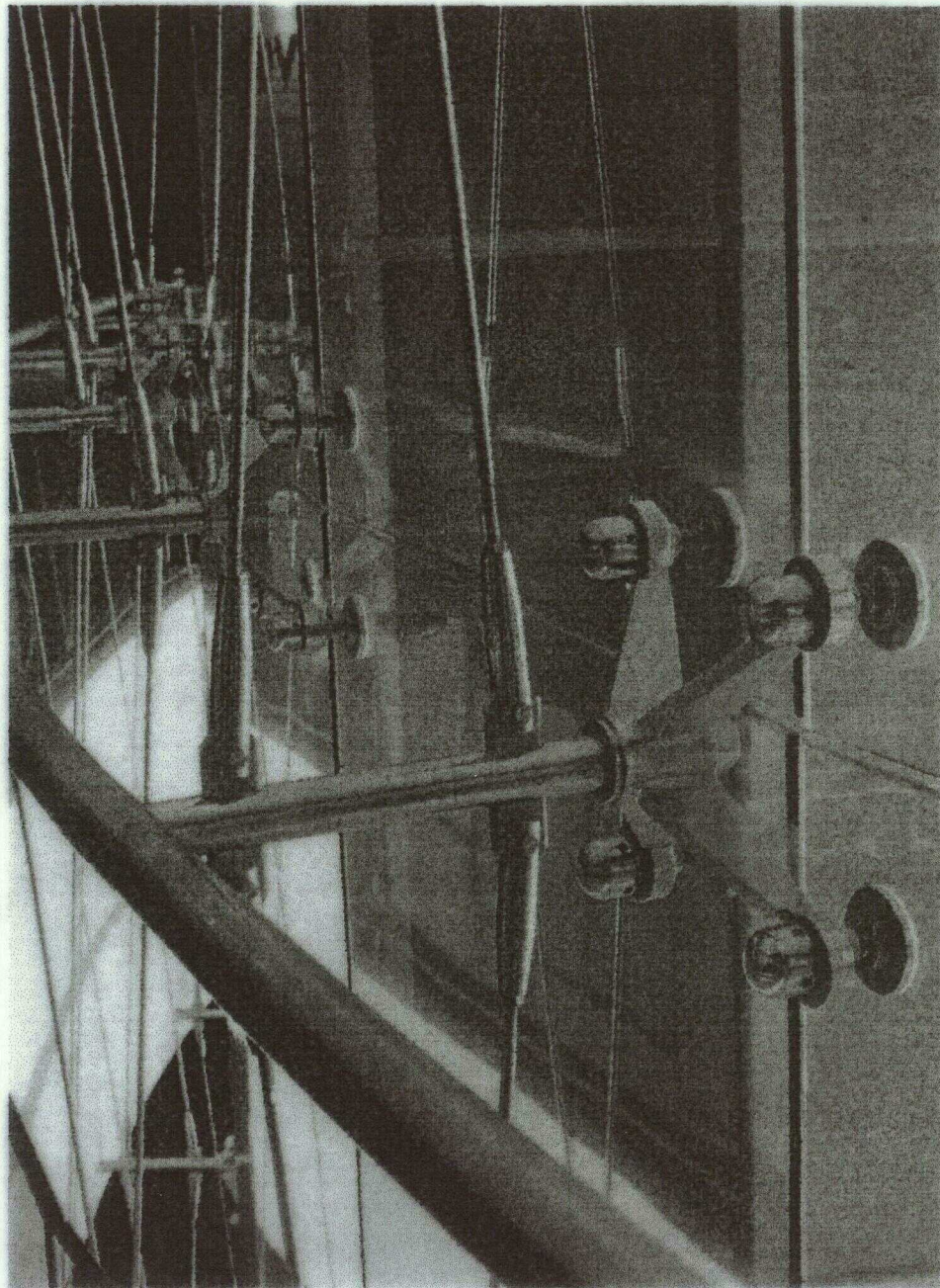
En una fachada de cristales suspendidos, el apoyo del cristal se logra en una rótula que permite que el cristal se mueva libremente, lo que en realidad aumenta la capacidad de resistencia de la fachada, otra de las ventajas es que se pueden colocar los cristales del máximo tamaño en que se pueden producir en México se cuenta con la capacidad para temprar hojas de hasta 4.50 por 2.45 metros.

Esto hace que se puedan usar hojas mucho más grandes de lo que tradicionalmente se acostumbraba, y se logra otra imagen.

Se señala que una de las primeras obras en las que se exploró la técnica referida fue la pirámide del museo de Louvre, en París. En México, el sistema fue explorado por los creadores de ArchiXpaider: “Nos reconocemos entre los primeros mexicanos en utilizar la técnica; nuestra primera instalación de este sistema fue en 1995”. Así, luego de estudiar los sistemas en el mercado, obtaron por desarrollar un conector o araña, que es una pieza de 4 patas por medio de las cuales toman la esquina de un cristal; después usamos materiales de mejor calidad, como el acero inoxidable, pero el material las hace muy caras. Una vez que tuvimos un poco más de experiencia, y empezamos analizar las posibilidades de los materiales llegamos a la conclusión de que lo mejor era una aleación de aluminio y titanio que ofrece la ligereza del aluminio comparado contra el excesivo peso el acero inoxidable. Incluso observamos que se incrementaba la capacidad de carga del material con un elevado nivel de titanio.³

³ Revista “Obras”, Edición especial 25 aniversario, enero 1997.

Conector o araña para cristales suspendidos, mantienen en el aire una hoja de cristal sin transmitirle ningún esfuerzo.



2.3 ESTRUCTURAS INTELIGENTES

Del mestizaje entre el diseño europeo y la tecnología estadounidense nació un producto mexicano que ha trascendido en breve tiempo a lugares preferenciales en el mercado.

Ligereza, versatilidad, durabilidad, resistencia al paso del agua y a temperaturas entre 20 hasta mas de 145 grados centígrados, irrompible, no requiere mantenimiento...son algunas de las características que definen las estructuras que diseña, fabrica e instala Spazio Solare, empresa totalmente mexicana con reminiscencias italianas únicamente en el nombre y que para la demanda nacional trabaja.

Inspiradas en las estructuras de madera o hierro europeas, necesarias en países fríos para estar más cerca de la naturaleza y el mejor aprovechamiento de espacios, nacen estas estructuras de aluminio a las que se les han hecho adecuaciones tomadas de la tecnología estadounidense, un tipo de perfil que en México se somete a una extrusión especial para transformarlo en un aluminio estructural más grueso y resistente a temblores y a otros fenómenos naturales.

Idóneas para residencias, negocios, espacios deportivos u oficinas, las estructuras que se fijan al piso sólo con tornillos y silicón, pueden desarmarse y trasladarse, para lo cual requieren una ligera adaptación al nuevo lugar. En las zonas públicas, además, se emplean en las plazas comerciales, cuyos pasillos dejan atrás una fría apariencia para convertirse en espacios más bellos e iluminados a partir del paso de la luz natural y de un ambiente más térmico, lo cual contribuye al ahorro de energía.

En los corredores industriales, las estructuras se han aplicado en comedores en el techado y en las paredes de las oficinas, lo cual propicia que el trabajador se libere de la sensación de encierro que caracteriza a esos lugares, y permite una comunicación con el exterior sin que se trate precisamente de una ventana.

Albercas, clubes de golf, desayunadores, antecomedores, salas de juegos para niños o adultos, áreas para tomar café, descansar, leer o escuchar música también se benefician con la instalación de estas estructuras, y en lugares deportivos o residenciales al propiciar una relación muy agradable con el ambiente natural. A si mismo, son

utilizadas en invernaderos, para los cuales se cuenta con materiales especiales de diversos colores importados de Japón.

El arquitecto Jorge García, director de la empresa, Spazio Solare señala:

“Nuestros plásticos son muy modernos, fabricados con un policarbonato celular de una generación muy actual que los convierte en termoacústicos al eliminar los rayos ultravioleta y permitir sólo el paso de la luz; los importamos desde Japón pasando por Israel”, afirma el arquitecto García, quién enfatiza que “no por esto resultan más caros, al contrario, sus costos de construcción e instalación son más bajos y de una mayor durabilidad, y por ello han tenido tanta aceptación. Se trata de un producto limpio, que puede quedar terminado el mismo día de su instalación, mientras que la construcción en mampostería puede demorar varios meses.”

Son plásticos inteligentes, convertidores de temperatura, pues atenúan el calor y reducen el frío para sólo permitir el paso de un nivel agradable, en dependencia de lo cual se pueden instalar de una a tres capas del producto que en su interior retienen el aire frío o caliente, y que por su ligereza permiten techar grandes áreas.

García enfatiza que se trata de un producto muy joven, que lleva siete años en el mercado mundial. En cuanto a Spazio Solare, se fundó hace un lustro (justo la víspera de la crisis de 1994), tiempo durante el cual ha crecido 147%, no obstante el período empleado en posicionar su revolucionaria tecnología.

“La empresa antes usaba cristal, y lo seguimos vendiendo a petición de nuestros clientes, pero para actualizarlo y hacerlo más térmico se colocan películas que no dejan pasar los rayos ultravioletas; aunque no al grado al que lo hacen los policarbonatos. También ofrecemos una combinación de cristal y policarbonatos, sobre todo para el sector residencial,” afirma.

Acerca del tipo de lugares públicos o residenciales que mayor demanda hacen de nuestras estructuras, García explica el equilibrio entre ambos, pues en el primero, aunque menor en número, resulta mayor en metros cuadrados de superficie cubierta; mientras en el segundo caso la demanda absoluta es más alta no obstante el tamaño más reducido de los espacios.



Polycarbonato celular : termoacústico, ligero, versátil, durable y resistente

“Esta empresa fue la primera en emplear este producto en México para ser utilizado como estructura, y el valor agregado es que lo colocamos. En la mayoría de los casos sólo se adquiere de los proveedores”, señala el arquitecto García.

Trabajos en cualquier lugar del país donde se nos llame. Nos hacen la solicitud y procedemos a un diseño particular, pues cada obra es diferente, con requerimientos propios, y no puede repetirse. En caso de que el cliente cuente con su propio diseño lo acoplamos.

Se cuenta con un equipo de diseñadores que esbozan la propuesta y la plasman en AutoCad para la aprobación del cliente, a quien se le entrega su estructura por los módulos que más tarde se instalan.

Son estructuras para siempre con una durabilidad de 50 años y una garantía de dos décadas; no se deforman y resultan prácticamente irrompibles, tampoco demandan mantenimiento, de modo que cuando se adquiere se puede contar con ellas de por vida.

En cuanto a las alternativas, García señala que hasta hace unos años el principal competidor techaba con domos, pero Spazio Solare ha ido desplazando éstos debido a que están hechos de un acrílico que se agrieta, deja filtrar el agua y los rayos ultravioleta, además de que sólo ofrece 2 versiones: lechosa y transparente, sin otros colores o diversidades de productos. De ahí que hemos tomado el mercado que la competencia ha ido dejando.

Nuestro eslogan es “dele vida a su espacio” que definimos cuando nos dimos cuenta de que nos solicitaban este tipo de techumbre para terrazas sin ocupar, jardines llenos de maleza, áreas a las cuales no se les daba un uso cotidiano y que nuestras estructuras podrían rescatar. Es increíble cuanto puede cambiar una vivienda luego de recuperar espacios.⁴

⁴ Revista “OBRAS”, reportaje especial empresa “SPAZIO”, marzo 1995.

III MARCO TEORICO

3.1 LOS METALES Y SUS PROPIEDADES

3.1.1. Definición

El acero es una aleación de hierro y pequeñas cantidades de carbono. Es un material dotado de elasticidad y dureza. El contenido de carbono no supera el 2%. Las aleaciones con un contenido superior se conocen como fundición o hierro colado.⁵

3.1.2 Historia

No se conoce con exactitud la fecha en que se descubrió la técnica de fundir mineral de hierro para producir un metal susceptible de ser utilizado. Los primeros utensilios de hierro descubiertos por los arqueólogos en Egipto datan del año 3000 a.C., y se sabe que antes de esa época se empleaban adornos de hierro. Los griegos ya conocían hacia el 1000 a.C. la técnica, de cierta complejidad, para endurecer armas de hierro mediante tratamiento térmico.

Las aleaciones producidas por los primeros artesanos del hierro (y, de hecho, todas las aleaciones de hierro fabricadas hasta el siglo XIV d.C.) se clasificarían en la actualidad como hierro forjado. Para producir esas aleaciones se calentaba una masa de mineral de hierro y carbón vegetal en un horno o forja con tiro forzado. Ese tratamiento reducía el mineral a una masa esponjosa de hierro metálico llena de una escoria formada por impurezas metálicas y cenizas de carbón vegetal. Esta esponja de hierro se retiraba mientras permanecía incandescente y se golpeaba con pesados martillos para expulsar la escoria y soldar y consolidar el hierro. El hierro producido en esas condiciones solía contener un 3% de partículas de escoria y un 0,1% de otras impurezas. En ocasiones esta técnica de fabricación producía accidentalmente auténtico acero en lugar de hierro forjado. Los artesanos del hierro aprendieron a fabricar acero calentando hierro forjado y carbón vegetal en recipientes de arcilla durante varios días, con lo que el hierro absorbía suficiente carbono para convertirse en acero auténtico.

Después del siglo XIV se aumentó el tamaño de los hornos utilizados para la fundición y se incrementó el tiro para forzar el paso de los gases de combustión por la carga o mezcla de materias primas. En estos hornos de mayor

⁵ Enciclopedia Básica Visual, tomo 1, pág. S/n, editorial OCEANO, 1981.

tamaño el mineral de hierro de la parte superior del horno se reducía a hierro metálico y a continuación absorbía más carbono como resultado de los gases que lo atravesaban. El producto de estos hornos era el llamado arrabio, una aleación que funde a una temperatura menor que el acero o el hierro forjado. El arrabio se refinaba después para fabricar acero.

La producción moderna de acero emplea altos hornos que son modelos perfeccionados de los usados antiguamente. El proceso de refinado del arrabio mediante chorros de aire se debe al inventor británico Henry Bessemer, que en 1855 desarrolló el horno o convertidor que lleva su nombre. Desde la década de 1960 funcionan varios minihornos que emplean electricidad para producir acero a partir de material de chatarra. Sin embargo, las grandes instalaciones de altos hornos continúan siendo esenciales para producir acero a partir de mineral de hierro.

3.1.3 Procesos de producción del acero.

Producción de arrabio

Los materiales básicos empleados para fabricar arrabio son mineral de hierro, coque y caliza. El coque se quema como combustible para calentar el horno, y al arder libera monóxido de carbono, que se combina con los óxidos de hierro del mineral y los reduce a hierro metálico.

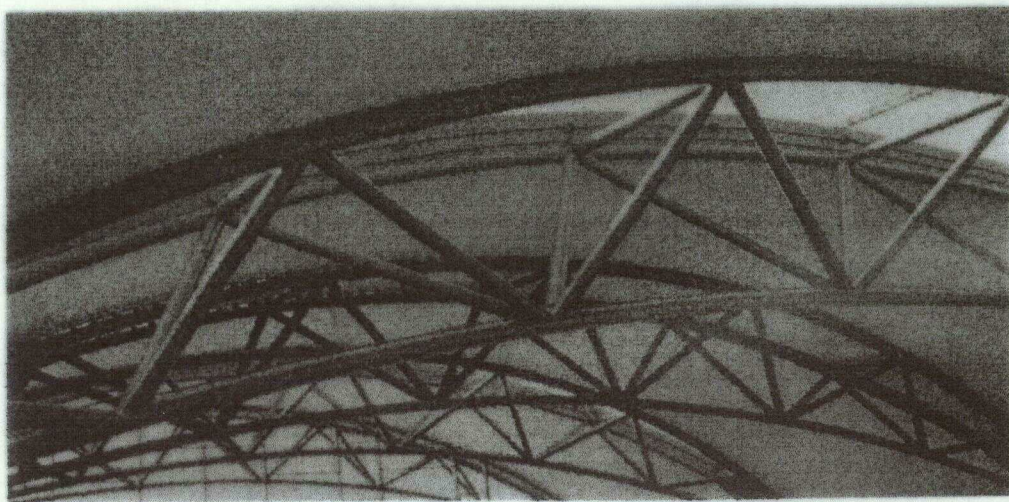
La caliza de la carga del horno se emplea como fuente adicional de monóxido de carbono y como sustancia fundente. Este material se combina con la sílice presente en el mineral (que no se funde a las temperaturas del horno) para formar silicato de calcio, de menor punto de fusión. Sin la caliza se formaría silicato de hierro, con lo que se perdería hierro metálico. El silicato de calcio y otras impurezas forman una escoria que flota sobre el metal fundido en la parte inferior del horno. El arrabio producido en los altos hornos tiene la siguiente composición: un 92% de hierro, un 3 o 4% de carbono, entre 0,5 y 3% de silicio, del 0,25% al 2,5% de manganeso, del 0,04 al 2% de fósforo y algunas partículas de azufre.

Un alto horno típico está formado por una cápsula cilíndrica de acero forrada con un material no metálico y resistente al calor, como asbesto o ladrillos refractarios. El diámetro de la cápsula disminuye hacia arriba y hacia abajo, y es máximo en un punto situado aproximadamente a una cuarta parte de su altura total. La parte inferior del



Sistemas constructivos a base de acero.

Estructuras de acero en cubiertas.



horno está dotada de varias aberturas tubulares llamadas toberas, por donde se fuerza el paso del aire. Cerca del fondo se encuentra un orificio por el que fluye el arrabio cuando se sangra (o vacía) el alto horno. Encima de ese orificio, pero debajo de las toberas, hay otro agujero para retirar la escoria. La parte superior del horno, cuya altura es de unos 30 m, contiene respiraderos para los gases de escape, y un par de tolvas redondas, cerradas por válvulas en forma de campana, por las que se introduce la carga en el horno. Los materiales se llevan hasta las tolvas en pequeñas vagonetas o cucharas que se suben por un elevador inclinado situado en el exterior del horno.

Los altos hornos funcionan de forma continua. La materia prima que se va a introducir en el horno se divide en un determinado número de pequeñas cargas que se introducen a intervalos de entre 10 y 15 minutos. La escoria que flota sobre el metal fundido se retira una vez cada dos horas, y el hierro se sangra cinco veces al día.

El aire insuflado en el alto horno se precalienta a una temperatura comprendida entre los 550 y los 900 °C. El calentamiento se realiza en las llamadas estufas, cilindros con estructuras de ladrillo refractario. El ladrillo se calienta durante varias horas quemando gas de alto horno, que son los gases de escape que salen de la parte superior del horno. Después se apaga la llama y se hace pasar el aire a presión por la estufa. El peso del aire empleado en un alto horno supera el peso total de las demás materias primas.

Después de la II Guerra Mundial se introdujo un importante avance en la tecnología de altos hornos: la presurización de los hornos. Estrangulando el flujo de gas de los respiraderos del horno es posible aumentar la presión del interior del horno hasta 1,7 atmósferas o más. La técnica de presurización permite una mejor combustión del coque y una mayor producción de hierro. En muchos altos hornos puede lograrse un aumento de la producción de un 25%. En instalaciones experimentales también se ha demostrado que la producción se incrementa enriqueciendo el aire con oxígeno.

El proceso de sangrado consiste en retirar a golpes un tapón de arcilla del orificio del hierro cercano al fondo del horno y dejar que el metal fundido fluya por un canal cubierto de arcilla y caiga a un depósito metálico forrado de ladrillo, que puede ser una cuchara o una vagoneta capaz de contener hasta 100 toneladas de metal. Cualquier escoria o sobrante que salga del horno junto con el metal se elimina antes de llegar al recipiente. A continuación, el contenedor lleno de arrabio se transporta a la fábrica siderúrgica.

Los altos hornos modernos funcionan en combinación con hornos básicos de oxígeno, y a veces con hornos de crisol abierto, más antiguos, como parte de una única planta siderúrgica. En esas plantas, los hornos siderúrgicos se cargan con arrabio. El metal fundido procedente de diversos altos hornos puede mezclarse en una gran cuchara antes de convertirlo en acero con el fin de minimizar el efecto de posibles irregularidades de alguno de los hornos.

Refinado del hierro

Aunque casi todo el hierro y acero que se fabrica en el mundo se obtiene a partir de arrabio producido en altos hornos, hay otros métodos de refinado del hierro que se han practicado de forma limitada. Uno de ellos es el denominado método directo para fabricar hierro y acero a partir del mineral, sin producir arrabio. En este proceso se mezclan mineral de hierro y coque en un horno de calcinación rotatorio y se calientan a una temperatura de unos 950 °C. El coque caliente desprende monóxido de carbono, igual que en un alto horno, y reduce los óxidos del mineral a hierro metálico. Sin embargo, no tienen lugar las reacciones secundarias que ocurren en un alto horno, y el horno de calcinación produce la llamada esponja de hierro, de mucha mayor pureza que el arrabio. También puede producirse hierro prácticamente puro mediante electrólisis haciendo pasar una corriente eléctrica a través de una disolución de cloruro de hierro. Ni el proceso directo ni el electrolítico tienen importancia comercial significativa.

Proceso de crisol abierto

Cualquier proceso de producción de acero a partir de arrabio consiste en quemar el exceso de carbono y otras impurezas presentes en el hierro. Una dificultad para la fabricación del acero es su elevado punto de fusión, 1.400 °C, que impide utilizar combustibles y hornos convencionales. Para superar la dificultad se desarrolló el horno de crisol abierto, que funciona a altas temperaturas gracias al precalentado regenerativo del combustible gaseoso y el aire empleados para la combustión. En el precalentado regenerativo los gases que escapan del horno se hacen pasar por una serie de cámaras llenas de ladrillos, a los que ceden la mayor parte de su calor. A continuación se invierte el flujo a través del horno, y el combustible y el aire pasan a través de las cámaras y son calentados por los ladrillos. Con este método, los hornos de crisol abierto alcanzan temperaturas de hasta 1.650 °C.

El horno propiamente dicho suele ser un crisol de ladrillo plano y rectangular de unos 6 × 10 m, con un techo de unos 2,5 m de altura. Una serie de puertas da a una planta de trabajo situada delante del crisol. Todo el crisol y la planta de trabajo están situados a una altura determinada por encima del suelo, y el espacio situado bajo el crisol lo

ocupan las cámaras de regeneración de calor del horno. Un horno del tamaño indicado produce unas 100 toneladas de acero cada 11 horas.

El horno se carga con una mezcla de arrabio (fundido o frío), chatarra de acero y mineral de hierro, que proporciona oxígeno adicional. Se añade caliza como fundente y fluorita para hacer que la escoria sea más fluida. Las proporciones de la carga varían mucho, pero una carga típica podría consistir en 60.000 kg. de chatarra de acero, 11.000 kg. de arrabio frío, 45.000 kg. de arrabio fundido, 12.000 kg. de caliza, 1.000 kg. de mineral de hierro y 200 kg. de fluorita. Una vez cargado el horno, se enciende, y las llamas oscilan de un lado a otro del crisol a medida que el operario invierte su dirección para regenerar el calor.

Desde el punto de vista químico la acción del horno de crisol abierto consiste en reducir por oxidación el contenido de carbono de la carga y eliminar impurezas como silicio, fósforo, manganeso y azufre, que se combinan con la caliza y forman la escoria. Estas reacciones tienen lugar mientras el metal del horno se encuentra a la temperatura de fusión, y el horno se mantiene entre 1.550 y 1.650 °C durante varias horas hasta que el metal fundido tenga el contenido de carbono deseado. Un operario experto puede juzgar el contenido de carbono del metal a partir de su aspecto, pero por lo general se prueba la fundición extrayendo una pequeña cantidad de metal del horno, enfriándola y sometiéndola a examen físico o análisis químico. Cuando el contenido en carbono de la fundición alcanza el nivel deseado, se sangra el horno a través de un orificio situado en la parte trasera. El acero fundido fluye por un canal corto hasta una gran cuchara situada a ras de suelo, por debajo del horno. Desde la cuchara se vierte el acero en moldes de hierro colado para formar lingotes, que suelen tener una sección cuadrada de unos 50 cm de lado, y una longitud de 1,5 m. Estos lingotes —la materia prima para todas las formas de fabricación del acero— pesan algo menos de 3 toneladas. Recientemente se han puesto en práctica métodos para procesar el acero de forma continua sin tener que pasar por el proceso de fabricación de lingotes.

Proceso básico de oxígeno

El proceso más antiguo para fabricar acero en grandes cantidades es el proceso Bessemer, que empleaba un horno de gran altura en forma de pera, denominado convertidor Bessemer, que podía inclinarse en sentido lateral para la carga y el vertido. Al hacer pasar grandes cantidades de aire a través del metal fundido, el oxígeno del aire se combinaba químicamente con las impurezas y las eliminaba.

En el proceso básico de oxígeno, el acero también se refina en un horno en forma de pera que se puede inclinar en sentido lateral. Sin embargo, el aire se sustituye por un chorro de oxígeno casi puro a alta presión. Cuando el horno se ha cargado y colocado en posición vertical, se hace descender en su interior una lanza de

oxígeno. La punta de la lanza, refrigerada por agua, suele estar situada a unos 2 m por encima de la carga, aunque esta distancia se puede variar según interese. A continuación se inyectan en el horno miles de metros cúbicos de oxígeno a velocidades supersónicas. El oxígeno se combina con el carbono y otros elementos no deseados e inicia una reacción de agitación que quema con rapidez las impurezas del arrabio y lo transforma en acero. El proceso de refinado tarda 50 minutos o menos, y es posible fabricar unas 275 toneladas de acero en una hora.

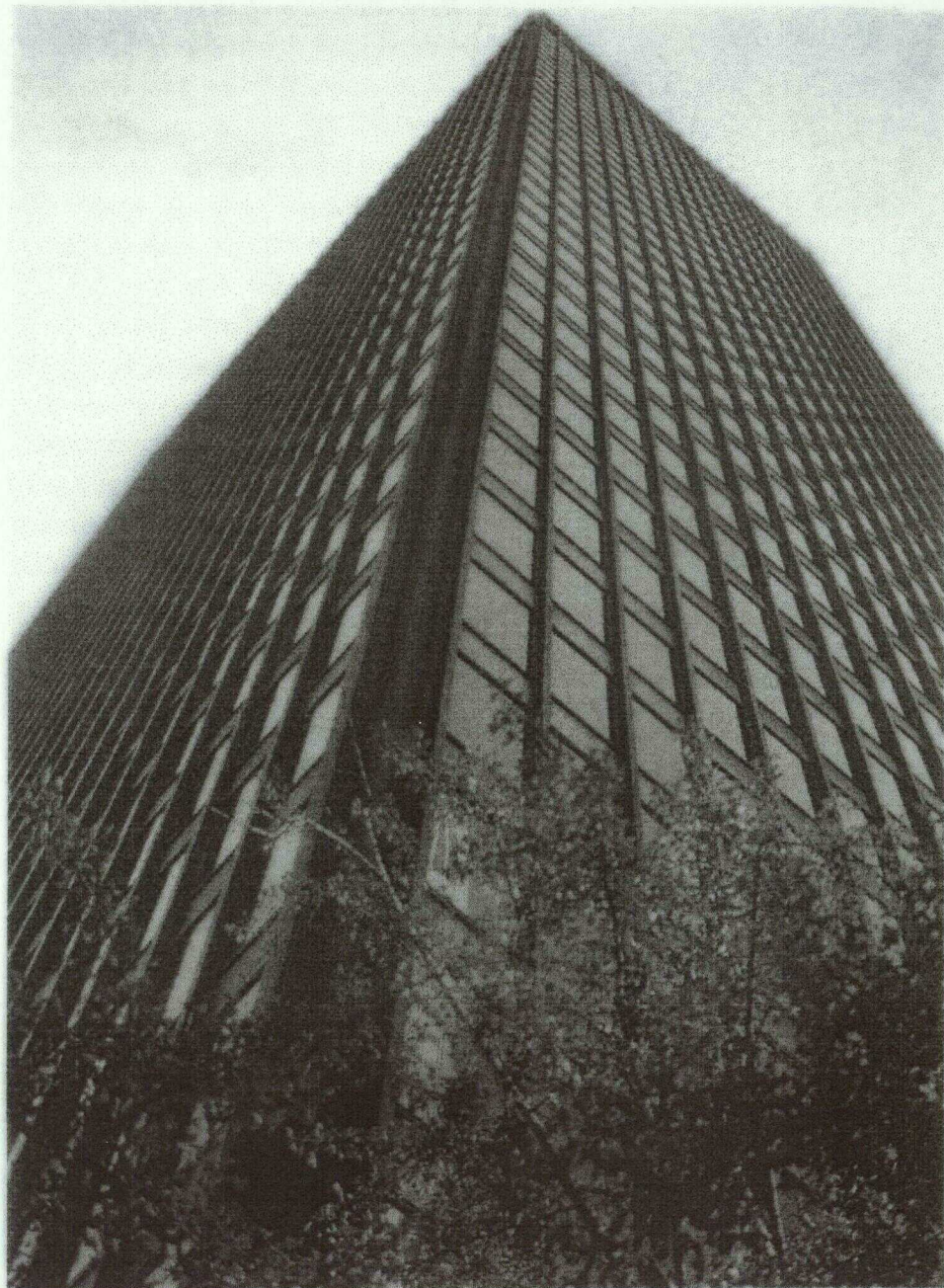
Acero de horno eléctrico

En algunos hornos el calor para fundir y refinar el acero procede de la electricidad y no de la combustión de gas. Como las condiciones de refinado de estos hornos se pueden regular más estrictamente que las de los hornos de crisol abierto o los hornos básicos de oxígeno, los hornos eléctricos son sobre todo útiles para producir acero inoxidable y aceros aleados que deben ser fabricados según unas especificaciones muy exigentes. El refinado se produce en una cámara hermética, donde la temperatura y otras condiciones se controlan de forma rigurosa mediante dispositivos automáticos. En las primeras fases de este proceso de refinado se inyecta oxígeno de alta pureza a través de una lanza, lo que aumenta la temperatura del horno y disminuye el tiempo necesario para producir el acero. La cantidad de oxígeno que entra en el horno puede regularse con precisión en todo momento, lo que evita reacciones de oxidación no deseadas.

En la mayoría de los casos, la carga está formada casi exclusivamente por material de chatarra. Antes de poder utilizarla, la chatarra debe ser analizada y clasificada, porque su contenido en aleaciones afecta a la composición del metal refinado. También se añaden otros materiales, como pequeñas cantidades de mineral de hierro y cal seca, para contribuir a eliminar el carbono y otras impurezas. Los elementos adicionales para la aleación se introducen con la carga o después, cuando se vierte a la cuchara el acero refinado.

Una vez cargado el horno se hacen descender unos electrodos hasta la superficie del metal. La corriente eléctrica fluye por uno de los electrodos, forma un arco eléctrico hasta la carga metálica, recorre el metal y vuelve a formar un arco hasta el siguiente electrodo. La resistencia del metal al flujo de corriente genera calor, que —junto

Edificios a base de acero y cristal



con el producido por el arco eléctrico— funde el metal con rapidez. Hay otros tipos de horno eléctrico donde se emplea una espiral para generar calor.

Procesos de acabado

El acero se vende en una gran variedad de formas y tamaños, como varillas, tubos, raíles (rieles) de ferrocarril o perfiles en H o en T. Estas formas se obtienen en las instalaciones siderúrgicas laminando los lingotes calientes o modelándolos de algún otro modo. El acabado del acero mejora también su calidad al refinar su estructura cristalina y aumentar su resistencia.

El método principal de trabajar el acero se conoce como laminado en caliente. En este proceso, el lingote colado se calienta al rojo vivo en un horno denominado foso de termodifusión y a continuación se hace pasar entre una serie de rodillos metálicos colocados en pares que lo aplastan hasta darle la forma y tamaño deseados. La distancia entre los rodillos va disminuyendo a medida que se reduce el espesor del acero.

El primer par de rodillos por el que pasa el lingote se conoce como tren de desbaste o de eliminación de asperezas. Después del tren de desbaste, el acero pasa a trenes de laminado en bruto y a los trenes de acabado que lo reducen a láminas con la sección transversal correcta. Los rodillos para producir raíles o rieles de ferrocarril o perfiles en H, en T o en L tienen estrías para proporcionar la forma adecuada.

Los procesos modernos de fabricación requieren gran cantidad de chapa de acero delgada. Los trenes o rodillos de laminado continuo producen tiras y láminas con anchuras de hasta 2,5 m. Estos laminadores procesan con rapidez la chapa de acero antes de que se enfríe y no pueda ser trabajada. Las planchas de acero caliente de más de 10 cm de espesor se pasan por una serie de cilindros que reducen progresivamente su espesor hasta unos 0,1 cm y aumentan su longitud de 4 a 370 metros. Los trenes de laminado continuo están equipados con una serie de accesorios como rodillos de borde, aparatos de decapado o eliminación y dispositivos para enrollar de modo automático la chapa cuando llega al final del tren. Los rodillos de borde son grupos de rodillos verticales situados a ambos lados de la lámina para mantener su anchura. Los aparatos de decapado eliminan la costra que se forma en la superficie de la lámina apartándola mecánicamente, retirándola mediante un chorro de aire o doblando de forma abrupta la chapa en algún punto del recorrido. Las bobinas de chapa terminadas se colocan sobre una cinta transportadora y se llevan a otro lugar para ser recocidas y cortadas en chapas individuales. Una forma más eficiente para producir chapa de acero delgada es hacer pasar por los rodillos planchas de menor espesor. Con los

métodos convencionales de fundición sigue siendo necesario pasar los lingotes por un tren de desbaste para producir planchas lo bastante delgadas para el tren de laminado continuo.

El sistema de colada continua, en cambio, produce una plancha continua de acero con un espesor inferior a 5 cm, lo que elimina la necesidad de trenes de desbaste y laminado en bruto.⁶

Tubos

Los tubos más baratos se forman doblando una tira plana de acero caliente en forma cilíndrica y soldando los bordes para cerrar el tubo. En los tubos más pequeños, los bordes de la tira suelen superponerse y se pasan entre un par de rodillos curvados según el diámetro externo del tubo. La presión de los rodillos es suficiente para soldar los bordes. Los tubos sin soldaduras se fabrican a partir de barras sólidas haciéndolas pasar entre un par de rodillos inclinados entre los que está situada una barra metálica con punta, llamada mandril, que perfora las barras y forma el interior del tubo mientras los rodillos forman el exterior.

Hojalata

El producto de acero recubierto más importante es la hojalata estañada que se emplea para la fabricación de latas y envases. El material de las latas contiene más de un 99% de acero. En algunas instalaciones, las láminas de acero se pasan por un baño de estaño fundido (después de laminarlas primero en caliente y luego en frío) para estañarlas. El método de recubrimiento más común es el proceso electrolítico. La chapa de acero se desenrolla poco a poco de la bobina y se le aplica una solución química. Al mismo tiempo se hace pasar una corriente eléctrica a través de un trozo de estaño puro situado en esa misma solución, lo que hace que el estaño se disuelva poco a poco y se deposite sobre el acero. Con este sistema, medio kilogramo de estaño basta para recubrir 20 metros cuadrados de acero. En la hojalata delgada, la chapa recibe un segundo laminado en frío antes de recubrirla de estaño, lo que aumenta la resistencia de la chapa además de su delgadez. Las latas hechas de hojalata delgada tienen una resistencia similar a las ordinarias, pero contienen menos acero, con lo que se reduce su peso y su coste. También pueden fabricarse envases ligeros adhiriendo una delgadísima lámina de acero estañado sobre papel o cartón.

Otros procesos de fabricación de acero son la forja, la fundición y el uso de troqueles.

⁶ Enciclopedia "ENCARTA 1999", disco no. 1

Hierro forjado

El proceso antiguo para fabricar la aleación resistente y maleable conocida como hierro forjado se diferencia con claridad de otras formas de fabricación de acero. Debido a que el proceso, conocido como pudelización, exigía un mayor trabajo manual, era imposible producir hierro forjado en grandes cantidades. El desarrollo de nuevos sistemas con convertidores Bessemer y hornos de crisol abierto permitieron producir un volumen mayor de hierro forjado.

Sin embargo, el hierro forjado ya no se fabrica habitualmente con fines comerciales, debido a que se puede sustituir en casi todas las aplicaciones por acero de bajo contenido en carbono, con menor costo de producción y calidad más uniforme.

El horno de pudelización empleado en el proceso antiguo tiene un techo abovedado de poca altura y un crisol cóncavo en el que se coloca el metal en bruto, separado por una pared de la cámara de combustión donde se quema carbón bituminoso. La llama de la cámara de combustión asciende por encima de la pared, incide en el techo abovedado y reverbera sobre el contenido del crisol. Cuando el horno ha adquirido un calor moderado, el operario que maneja el horno recubre el crisol y las paredes con una pasta de óxido de hierro, por lo general hematites. A continuación, el horno se carga con unos 250 kg. de arrabio y se cierra la puerta. Al cabo de unos 30 minutos, el arrabio se ha fundido, y el operario añade a la carga más óxido de hierro o residuos de laminado, mezclándolos con el hierro con una barra de hierro curvada. El silicio y la mayor parte del manganeso contenidos en el hierro se oxidan, y se elimina parte del azufre y el fósforo. A continuación se eleva un poco la temperatura del horno, y el carbono empieza a quemarse formando óxidos de carbono gaseosos. Según se desprende gas la escoria aumenta de volumen y el nivel de la carga sube. Al quemarse el carbono, la temperatura de fusión aumenta, y la carga se vuelve cada vez más pastosa y vuelve a su nivel anterior. A medida que se incrementa la pureza del hierro, el operario remueve la carga con la barra para garantizar una composición uniforme y una cohesión adecuada de las partículas. La masa resultante, pastosa y esponjosa, se divide en pedazos o bolas de unos 80 o 90 kg. Las bolas se retiran del horno con unas tenazas y se colocan directamente en una prensa que expulsa de la bola la mayor parte de la escoria de silicio mezclada y suelda entre sí los granos de hierro puro. A continuación se corta el hierro en piezas planas que se apilan unas sobre otras, se calientan hasta la temperatura de soldadura y se laminan para formar una sola pieza. A veces se repite el proceso de laminado para mejorar la calidad del producto.

La técnica moderna para fabricar hierro forjado emplea hierro fundido procedente de un convertidor Bessemer y escoria fundida, que suele prepararse fundiendo mineral de hierro, residuos de laminado y arena en un horno de crisol abierto. Cuando el hierro fundido, que lleva disuelta una gran cantidad de gas, se vierte en la cuchara que contiene la escoria fundida, el metal se solidifica de modo casi instantáneo y libera el gas disuelto. La fuerza ejercida por el gas hace estallar el metal en partículas diminutas que son más pesadas que la escoria y se acumulan en el fondo de la cuchara, donde se aglomeran formando una masa esponjosa similar a las bolas producidas en un horno de pudelización. Cuando se vierte la escoria de la parte superior de la cuchara se retira la bola de hierro y se la somete al mismo tratamiento que el producto del horno de pudelización.

Siderurgia

Tecnología relacionada con la producción del hierro y sus aleaciones, en especial las que contienen un pequeño porcentaje de carbono, que constituyen los diferentes tipos de acero. A veces, las diferencias entre las distintas clases de hierro y acero resultan confusas por la nomenclatura empleada. En general, el acero es una aleación de hierro y carbono a la que suelen añadirse otros elementos. Algunas aleaciones denominadas 'hierros' contienen más carbono que algunos aceros comerciales. El hierro de crisol abierto y el hierro forjado contienen un porcentaje de carbono de sólo unas centésimas. Los distintos tipos de acero contienen entre el 0,04 y el 2,25% de carbono. El hierro colado, el hierro colado maleable y el arrabio contienen entre un 2 y un 4% de carbono. Hay una forma especial de hierro maleable que no contiene casi carbono alguno. Para fabricar aleaciones de hierro y acero se emplea un tipo especial de aleaciones de hierro denominadas ferroaleaciones, que contienen entre un 20 y un 80% del elemento de aleación, que puede ser manganeso, silicio o cromo.

Estructura del acero

Las propiedades físicas de los aceros y su comportamiento a distintas temperaturas dependen sobre todo de la cantidad de carbono y de su distribución en el hierro. Antes del tratamiento térmico, la mayor parte de los aceros son una mezcla de tres sustancias: ferrita, perlita y cementita. La ferrita, blanda y dúctil, es hierro con pequeñas cantidades de carbono y otros elementos en disolución. La cementita, un compuesto de hierro con el 7% de carbono aproximadamente, es de gran dureza y muy quebradiza. La perlita es una profunda mezcla de ferrita y cementita, con una composición específica y una estructura característica, y sus propiedades físicas son intermedias entre las

de sus dos componentes. La resistencia y dureza de un acero que no ha sido tratado térmicamente depende de las proporciones de estos tres ingredientes. Cuanto mayor es el contenido en carbono de un acero, menor es la cantidad de ferrita y mayor la de perlita: cuando el acero tiene un 0,8% de carbono, está por completo compuesto de perlita. El acero con cantidades de carbono aún mayores es una mezcla de perlita y cementita. Al elevarse la temperatura del acero, la ferrita y la perlita se transforman en una forma alotrópica de aleación de hierro y carbono conocida como austenita, que tiene la propiedad de disolver todo el carbono libre presente en el metal. Si el acero se enfría despacio, la austenita vuelve a convertirse en ferrita y perlita, pero si el enfriamiento es repentino la austenita se convierte en martensita, una modificación alotrópica de gran dureza similar a la ferrita pero con carbono en solución sólida.

Tratamiento térmico del acero

El proceso básico para endurecer el acero mediante tratamiento térmico consiste en calentar el metal hasta una temperatura a la que se forma austenita, generalmente entre los 750 y 850 °C, y después enfriarlo con rapidez sumergiéndolo en agua o aceite. Estos tratamientos de endurecimiento, que forman martensita, crean grandes tensiones internas en el metal, que se eliminan mediante el temple o el recocido, que consiste en volver a calentar el acero hasta una temperatura menor. El temple reduce la dureza y resistencia y aumenta la ductilidad y la tenacidad.

El objetivo fundamental del proceso de tratamiento térmico es controlar la cantidad, tamaño, forma y distribución de las partículas de cementita contenidas en la ferrita, que a su vez determinan las propiedades físicas del acero.

Hay muchas variaciones del proceso básico. Los ingenieros metalúrgicos han descubierto que el cambio de austenita a martensita se produce en la última fase del enfriamiento, y que la transformación se ve acompañada de un cambio de volumen que puede agrietar el metal si el enfriamiento es demasiado rápido. Se han desarrollado tres procesos relativamente nuevos para evitar el agrietamiento. En el templado prolongado, el acero se retira del baño de enfriamiento cuando ha alcanzado la temperatura en la que empieza a formarse la martensita, y a continuación se enfría despacio en el aire. En el martemplado, el acero se retira del baño en el mismo momento que el templado prolongado y se coloca en un baño de temperatura constante hasta que alcanza una temperatura uniforme en toda su sección transversal. Después se deja enfriar el acero en aire a lo largo del rango de temperaturas de formación de la martensita, que en la mayoría de los aceros va desde unos 300 °C hasta la temperatura ambiente. En el

austemplado, el acero se enfría en un baño de metal o sal mantenido de forma constante a la temperatura en que se produce el cambio estructural deseado, y se conserva en ese baño hasta que el cambio es completo, antes de pasar al enfriado final.

Hay también otros métodos de tratamiento térmico para endurecer el acero. En la cementación, las superficies de las piezas de acero terminadas se endurecen al calentarlas con compuestos de carbono o nitrógeno. Estos compuestos reaccionan con el acero y aumentan su contenido de carbono o forman nitruros en su capa superficial. En la carburización la pieza se calienta cuando se mantiene rodeada de carbón vegetal, coque o de gases de carbono como metano o monóxido de carbono. La cianurización consiste en endurecer el metal en un baño de sales de cianuro fundidas para formar carburos y nitruros. La nitrurización se emplea para endurecer aceros de composición especial mediante su calentamiento en amoníaco gaseoso para formar nitruros de aleación.

Corrosión

La corrosión de los metales se presenta en diferentes formas, siendo en la mayoría de los casos de naturaleza electroquímica. Por lo general todos los materiales metálicos utilizados en la arquitectura tienen suficiente heterogeneidad punto por punto para producir diminutas superficies menos nobles o más nobles.

Como resultado de las reacciones electroquímicas entre estas superficies, la corrosión es acelerada en las menos nobles y retardada en las más nobles. La heterogeneidad del metal y la corrosión electroquímica resultante, producen un cambio constante de estas zonas en las superficies expuestas, en tal forma que la corrosión total aparece uniforme.

La velocidad de esta corrosión se mide por pérdida de peso en gramos por metro cuadrado por año, o en milímetros por año cuando se refiere a disminución de espesor.

Los aceros inoxidables y otras aleaciones resistentes a la corrosión deben su resistencia a la formación de una pequeña capa de óxido sobre su superficie; el aire forma esta película con el tiempo, pero puede ser acelerada utilizando medios oxidantes como ácido nítrico.

Factores que influyen en la corrosión

Un gran numero de factures influyen en la creación y proporción de la corrosión, los más importantes son la temperatura, velocidad, grado de acidez (pH), condiciones oxidantes, condiciones reductoras y humedad.

Como regla general, las proporciones de la corrosión aumentan con incrementos de temperatura. El incremento proporcional de la corrosión en los aceros en medios alcalinos no es tan severo al aumentarse la temperatura como es medios ácidos. Sin embargo, en pocos minutos una disminución de temperatura incrementara la corrosión por cambios en las condiciones del medio.

La velocidad aumenta la corrosión dependiendo de las condiciones de operación y pueden deberse a la remoción de la capa o al suministro constante del elemento corrosivo.

La corrosión por choque se origina por efectos de velocidad y la corrosión por picadura es más severa en condiciones estáticas o tranquilas.

Las corrosiones por picadura y hendidura, también son de naturaleza electroquímica y se reflejan en perdidas de metal en zonas anódicas (menos nobles) localizadas. Esto se debe a la destrucción de la película o capa sobre la superficie del metal por efecto mecánico o químico.

La corrosión por picadura se puede presentar en cualquier metal, pero lo más notable es como se presenta en aleaciones de aluminio y aceros inoxidable.

Cuando estos agentes causantes de la corrosión no pueden ser eliminados, se utilizan inhibidores de corrosión o aleaciones de níquel; y para la corrosión por hendidura lo más indicado para combatirla es procurar un cambio en las condiciones mecánicas o una mejor especificación de materiales.

Agrietamiento por esfuerzo y corrosión

La fractura o agrietamiento es el resultado de efectos combinados de esfuerzos aplicados o residuales y de la acción química, sin pérdida aparente de metal a través de una corrosión uniforme.

Esta clase de corrosión es insidiosa, puesto que se desarrolla rápidamente una vez iniciada la acción y frecuentemente no es detectada hasta que la falla ocurre. Este tipo de falla tiene forma de agrietamiento.

Deformación plástica

Cuando un material se somete a un esfuerzo inferior a su resistencia de tensión, y a temperatura ambiente, inicialmente se alarga conforme se aplica la carga sin observarse deformación considerable; pero si la misma carga se aplica a temperatura elevada, el material se deformará tanto como la carga sea sostenida hasta ocurrir la ruptura después de transcurrido cierto tiempo. A este comportamiento del material se le denomina deformación plástica.

El objeto de una prueba de deformación plástica consiste en determinar la velocidad con que se desarrolla en función del esfuerzo aplicado, del tiempo y la temperatura, considerando la composición química y microestructura del material. Cuando un material se somete a esfuerzos menores a su resistencia de tensión no se romperá, pero si la misma carga es removida y reaplicada varias veces, el material llegará a romperse.

La resistencia de un material para soportar cargas repetidas y que esta relacionada con el número de ciclos necesarios para alcanzar un punto de falla se conoce como resistencia a la fatiga, y se determina por la aplicación de esfuerzos de tensión seguidos por esfuerzos de compresión al mismo nivel.

Relevado de esfuerzos

Para efectuar el relevado de esfuerzos de soldaduras, es necesario considerar los siguientes puntos de vista:

- ⇒ El diseño estructural.
- ⇒ Las condiciones de operación .
- ⇒ La composición química del material.
- ⇒ El espesor y la longitud de las uniones. ⁷

⁷ Enciclopedia "ENCARTA 1999", disco 2.



El acero como elemento de diseño

3.1.4 Clasificación del acero

Los diferentes tipos de acero se agrupan en cinco clases principales: aceros al carbono, aceros aleados, aceros de baja aleación ultrarresistentes, aceros inoxidables y aceros de herramientas.

Aceros al carbono

Más del 90% de todos los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre. Entre los productos fabricados con aceros al carbono figuran máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero, cascos de buques, somieres y horquillas o pasadores para el pelo.

Aceros aleados

Estos aceros contienen una proporción determinada de vanadio, molibdeno y otros elementos, además de cantidades mayores de manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono normales. Estos aceros se emplean, por ejemplo, para fabricar engranajes y ejes de motores, patines o cuchillos de corte.

Aceros de baja aleación ultrarresistentes

Esta familia es la más reciente de las cinco grandes clases de acero. Los aceros de baja aleación son más baratos que los aceros aleados convencionales ya que contienen cantidades menores de los costosos elementos de aleación. Sin embargo, reciben un tratamiento especial que les da una resistencia mucho mayor que la del acero al carbono. Por ejemplo, los vagones de mercancías fabricados con aceros de baja aleación pueden transportar cargas más grandes porque sus paredes son más delgadas que lo que sería necesario en caso de emplear acero al carbono. Además, como los vagones de acero de baja aleación pesan menos, las cargas pueden ser más pesadas. En la actualidad se construyen muchos edificios con estructuras de aceros de baja aleación. Las vigas pueden ser más delgadas sin disminuir su resistencia, logrando un mayor espacio interior en los edificios.

Aceros inoxidables

Los aceros inoxidables contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes a la herrumbre y oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Algunos

aceros inoxidables son muy duros; otros son muy resistentes y mantienen esa resistencia durante largos periodos a temperaturas extremas. Debido a sus superficies brillantes, en arquitectura se emplean muchas veces con fines decorativos. El acero inoxidable se utiliza para las tuberías y tanques de refinерías de petróleo o plantas químicas, para los fuselajes de los aviones o para cápsulas espaciales. También se usa para fabricar instrumentos y equipos quirúrgicos, o para fijar o sustituir huesos rotos, ya que resiste a la acción de los fluidos corporales. En cocinas y zonas de preparación de alimentos los utensilios son a menudo de acero inoxidable, ya que no oscurece los alimentos y pueden limpiarse con facilidad.

Actualmente la mayoría de los aceros inoxidables contienen cantidades pequeñas pero significativas de uno o más elementos como níquel, molibdeno, tungsteno, cobre, selenio, azufre, fósforo, y nitrógeno, siendo el cromo el elemento aleante clave.

Aceros de herramientas

Estos aceros se utilizan para fabricar muchos tipos de herramientas y cabezales de corte y modelado de máquinas empleadas en diversas operaciones de fabricación. Contienen volframio, molibdeno y otros elementos de aleación, que les proporcionan mayor resistencia, dureza y durabilidad.⁸

Oxidación

Debido a la presencia de carbono en el alto horno, se elimina el oxígeno del hierro, con lo que el contenido de carbono se eleva en exceso. Este y otras sustancias se reducen en el horno bajo con ayuda del oxígeno del aire, o de oxígeno puro. No obstante, en ocasiones el contenido de oxígeno se eleva demasiado y debe reducirse por desoxidación.⁹

⁸ Manual del acero, Instituto Mexicano de la construcción en Acero.

⁹ Enciclopedia Básica Visual, Tomo 1, editorial OCEANO, 1981.

3.2 EI VIDRIO Y SUS PROPIEDADES

3.2.1 Definición

El vidrio es una sustancia inorgánica transparente. Esta formado por arena pura (sílice) y determinados aditivos (generalmente sosa y cal) según el fin a que se destine.¹⁰

3.2.2 Historia

Vidrio, cuerpo sólido, transparente y frágil que proviene de la fusión a 1.200 °C de una arena silíceo mezclada con potasa o sosa. A temperatura ordinaria constituye una masa amorfa, dura, frágil y sonora. Por lo general es transparente, aunque también puede ser incoloro u opaco, y su color varía según los ingredientes de la hornada.

El vidrio líquido es de gran plasticidad y se moldea mediante diferentes técnicas. Una vez frío, puede tallarse. A bajas temperaturas es frágil y presenta un tipo de fractura concoidea. Los vidrios naturales como la obsidiana y las tectitas (provenientes de meteoritos) presentan una composición y unas propiedades similares a las del vidrio sintético.

La fabricación del vidrio es anterior al año 2000 a.C. En esa época siempre se trabajaba a mano, usando moldes, y desde entonces el ser humano lo ha utilizado con diversos fines: para fabricar recipientes utilitarios y para objetos decorativos y ornamentales, entre los que se incluyen trabajos de joyería. También tiene aplicaciones en la arquitectura y la industria.

El vidrio como arte

Los datos arqueológicos indican que los primeros objetos de vidrio se fabricaron en Oriente alrededor del año 3000 a.C.

El vidrio en la antigüedad

Los primeros objetos de vidrio que se fabricaron fueron cuentas de collar o abalorios, pero las vasijas huecas no aparecieron hasta el 1500 a.C. Es probable que fueran artesanos asiáticos los que establecieron la manufactura del vidrio en Egipto, de donde proceden las primeras vasijas producidas durante el reinado de Tutmosis III (1504-1450 a.C.). La fabricación del vidrio floreció en Egipto y Mesopotamia hasta el 1200 a.C. y posteriormente cesó casi

¹⁰ Enciclopedia Básica Visual, tomo 8, editorial OCEANO, 1981.

por completo durante varios siglos. Egipto produjo un vidrio claro, que contenía sílice pura; lo coloreaban de azul y verde. Además de vasos hacían figurillas, amuletos y cuentas, así como piezas vítreas para incrustaciones en muebles. En el siglo IX a.C. Siria y Mesopotamia fueron centros productores de vidrio, y la industria se difundió por toda la región del Mediterráneo. Durante la época helenística Egipto se convirtió, gracias al vidrio manufacturado en Alejandría, en el principal proveedor de objetos de vidrio de las cortes reales. Sin embargo, fue en las costas fenicias donde se desarrolló el importante descubrimiento del vidrio soplado en el siglo I a.C. Durante la época romana la manufactura del vidrio se extendió por el Imperio, desde Roma hasta Alemania.

El vidrio en Occidente

En Occidente la fabricación de vidrio para uso doméstico se redujo mucho después de la caída del Imperio romano.

El vidrio en la edad media

Bajo la influencia de los francos, los vidrieros del norte de Europa y Gran Bretaña continuaron produciendo objetos utilitarios, algunos con formas nuevas y contundentes. La decoración se limitaba a los diseños simples mediante moldes, filigranas y adornos de gotas de vidrio aplicados a la superficie. Presentaban en general una coloración verdosa, resultado de la composición del vidrio hecho con carbonato sódico de plantas marinas traídas del Mediterráneo, como era costumbre desde la época de los romanos. Sin embargo, a finales de la edad media ya no se conseguía carbonato sódico, y los vidrieros del norte recurrieron a la ceniza de la madera de sus propios hornos, que utilizaron como fundente para obtener un vidrio de contenido potásico-cálcico. Dado que las industrias del vidrio estaban situadas en zonas de bosque, de donde obtenían el combustible y la ceniza, a este nuevo tipo de vidrio se le llamó *Waldglas* (del alemán, 'vidrio de bosque'). El vidrio común del tipo *Waldglas* continuó fabricándose en Europa hasta la era moderna.

Sin embargo, el mecenazgo de la Iglesia habría de impulsar la producción más importante en este material durante la edad media: los mosaicos de vidrio en la Europa mediterránea y las vidrieras en la zona del norte. Los mosaicos se hacían con cubitos de vidrio, o teselas, incrustados en cemento. Las teselas, que se cortaban de bloques sólidos de vidrio, podían ser muy elaboradas y presentar incrustaciones en plomo dorado y plateado. Sobre la producción de mosaicos de vidrio anterior al siglo XIV apenas existen datos.

Ya en documentos del siglo VI se hace referencia a la existencia de vidrieras en las iglesias, aunque los primeros ejemplos conservados datan del siglo XI. Las más apreciadas son las que se realizaron durante los siglos XIII y XIV, principalmente en Francia e Inglaterra. Se cree que las industrias del vidrio de Lorena y Normandía fueron las que produjeron la mayor parte de las vidrieras de las catedrales medievales. El vidrio se coloreaba o se laminaba con color y después se cortaba según las formas que requiriera el diseño. Los detalles se pintaban sobre el cristal con un esmalte pardusco. Las piezas se encajaban en varillas de plomo y se colocaban en una estructura de hierro. El arte de la fabricación de vidrieras decayó a finales del renacimiento pero volvió a recuperarse en el siglo XIX.

Siglos XIX y XX

El desarrollo del vidrio durante el siglo XIX se caracteriza por los rápidos avances tecnológicos de esta industria y por el redescubrimiento y adaptación de métodos antiguos.

Hasta 1850 las piezas se moldeaban y decoraban por prensado con esquemas de complicados encajes que enturbiaban el cristal en el momento en que éste entraba en contacto con el molde frío. A partir de la década de 1840 se popularizaron en todo tipo de piezas los diseños más sencillos, conocidos por vidrio prensado decorado. Al ser más cara la producción de vidrio tallado que la del vidrio prensado, aquella decayó, pero hacia 1880 recobró parte de su antigua popularidad con la aparición de un elaborado tallado 'brillante', resultado de un gran virtuosismo técnico que explotaba las propiedades refractarias del vidrio de calidad.

A finales del siglo XVIII se volvieron a utilizar algunas técnicas romanas adaptadas al gusto neoclásico. En Europa se fabricó un tipo de vidrio laminado con panes de oro que se llamó *Zwischengoldglas*. También se intentó conseguir el efecto de camafeo con sulfuros incrustados, y los artesanos vidrieros lograron recuperar la auténtica técnica de tallado y grabado de cristal de camafeo, que alcanzó su apogeo en las piezas de Thomas Webb & Sons (fundada en 1837), elaboradas en Stourbridge, Inglaterra.

A partir de 1845 lograron gran popularidad los pisapapeles con decoración *millefiori* (mil flores) semejante al vidrio de mosaico antiguo, y a finales del siglo XIX el cristal de roca del renacimiento sirvió de inspiración para una técnica de grabado y pulido.

Bohemia mantuvo la primacía en la decoración tallada a la rueda gracias a artesanos como Dominik Biemann, y también practicó otras técnicas, como la del cristal encajado, que copiaron las fábricas europeas y estadounidenses. Los avances químicos facilitaron el desarrollo de nuevos vidrios coloreados opacos semejantes a piedras semipreciosas. Se decoraron piezas con aplicaciones de pintura y esmaltes transparentes como analogía al renacimiento de las vidrieras góticas.

Inspirados por el resurgimiento de los métodos antiguos de trabajo del vidrio y estimulados por los logros de la nueva tecnología química, los artesanos vidrieros comenzaron a crear hacia 1880 nuevos estilos artesanales que se denominaron vidrio artístico. Solían ser piezas nuevas con fines decorativos, producto de la reacción contra los objetos producidos en serie. Los estilos de moda entre 1890 y 1910 reflejaban la influencia del movimiento Art Nouveau a nivel internacional, y sus principales exponentes fueron Louis Comfort Tiffany en los Estados Unidos y Émile Gallé y la empresa Daum Frères (fundada en 1889) en Francia. Todos ellos producían cristales con formas naturalistas, líneas sinuosas, colores exóticos y superficies de inusitados efectos, como el cristal iridiscente *favrile* inventado por Tiffany.

Después de la I Guerra Mundial surgieron nuevos intereses en las texturas y formas decorativas, como queda reflejado en los diseños de René Lalique y Maurice Marinot. En la década de 1930 comenzaron a adquirir prestigio los cristales de plomo incoloros y de exquisita transparencia, por lo general con dibujos grabados, producidos por fábricas escandinavas y estadounidenses.

Con la década de 1960 se inició una nueva época en la elaboración del vidrio liderada por los estadounidenses Harvey Littleton y Dominick Labino. Los artesanos empezaron a experimentar con el vidrio como medio artístico en pequeños hornos instalados en sus estudios, y en la actualidad se desarrollan técnicas decorativas y formas de escultura innovadoras en talleres de artistas de todo el mundo.

El vidrio en los países no occidentales

El vidrio no ha tenido una tradición tan fuerte en los países islámicos y del Lejano Oriente como en Occidente. Las formas y técnicas desarrolladas por estos países reflejaban sus propias culturas y, a su vez, influyeron en las formas occidentales.

3.2.3 Proceso de producción del vidrio

Materiales y técnicas

La materia prima de las composiciones vítreas es la sílice, presente en arenas, guijarros de río o cuarzo.

Composición y propiedades

La sílice se funde a temperaturas muy altas para obtener una masa vítrea. Dado que este vidrio tiene un punto de fusión muy alto y no se contrae ni se dilata demasiado con el cambio de temperatura, es muy apropiado para aparatos de laboratorio y para los objetos que han de someterse a grandes variaciones térmicas, como los espejos de los telescopios. El vidrio es mal conductor tanto del calor como de la electricidad, por lo que suele utilizarse como aislante eléctrico y térmico. Para elaborar la mayor parte de los vidrios se combina la sílice con diferentes proporciones de otras materias primas. Los fundentes alcalinos, normalmente carbonato de sodio o de potasio, hacen que descienda la temperatura requerida para la fusión y la viscosidad de la sílice. La piedra caliza o la dolomita (carbonato de calcio y magnesio) actúan como estabilizantes en el horneado. Si se añaden otros ingredientes, como el plomo y el bórax, se confiere al vidrio propiedades físicas determinadas.

Color

Las impurezas en la materia prima afectan a la coloración del vidrio. Para obtener una sustancia transparente e incolora, los fabricantes le añaden manganeso, que contrarresta los efectos de las coloraciones verdosas o amarillentas producidas por los óxidos de hierro. El vidrio puede colorearse utilizando óxidos metálicos, sulfuros o seleniuros. Otros colorantes podrían dispersarse en partículas microscópicas.

Ingredientes diversos

La fórmula típica del vidrio incluye la reutilización de residuos de vidrio de la misma composición del que se fabrica (vidrio menudo o granalla de vidrio), que facilitan la fusión y homogeneización de la hornada. Por lo general se añaden elementos de afino, tales como el arsénico o el antimonio, destinados a eliminar las burbujas.

Propiedades físicas

Dependiendo de la composición, algunos vidrios funden a temperaturas muy bajas, como 500 °C, mientras que otros necesitan 1.650 °C. Presentan normalmente una resistencia a la tracción entre 3.000 y 5.500 N/cm²,

aunque puede llegar a sobrepasar los 70.000 N/cm² si el vidrio ha sido especialmente tratado. La densidad relativa oscila entre 2 y 8, que equivale a decir que oscila entre una densidad menor que la del aluminio y una mayor que la del acero. Variaciones de igual amplitud se dan en las propiedades eléctricas y ópticas.

Mezcla y fusión

Después de una minuciosa preparación y medición se mezclan las materias primas y se someten a una fusión inicial antes de pasar a las altas temperaturas requeridas para la vitrificación. En el pasado, la fusión se realizaba en vasijas de arcilla que se calentaban en hornos alimentados con madera o carbón. Todavía hoy se utilizan vasijas de arcilla refractaria, que contienen entre 0,5 y 1,5 toneladas de vidrio, cuando se requieren cantidades relativamente pequeñas para trabajarlas a mano. En las industrias modernas la mayor parte del vidrio se funde en grandes calderos, que se utilizaron por primera vez en 1872, con capacidad para más de 1.000 toneladas de vidrio y que se calientan mediante gas, fuel-oil o electricidad. El caldero se alimenta continuamente por una abertura que se encuentra en uno de los extremos, mientras el vidrio fusionado, afinado y templado va saliendo por el otro extremo. En esos grandes calderos o crisoles, el vidrio alcanza la temperatura a la que puede trabajarse y, a continuación, la masa vítrea pasa a las máquinas de moldeado.

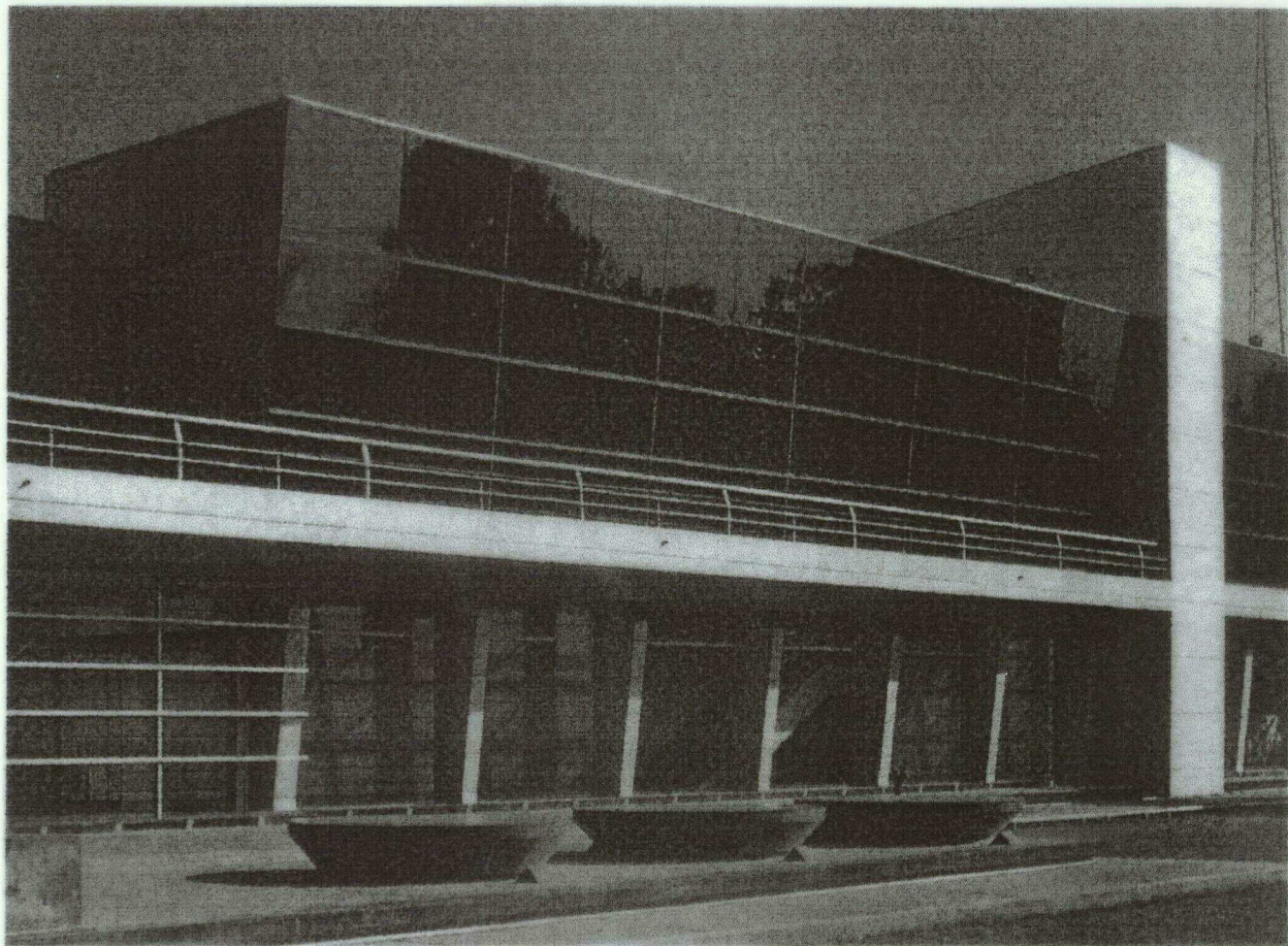
3.2.4 Clasificación del vidrio

Vidrio soluble y vidrio sodocálcico

El vidrio con gran contenido sódico, que puede disolverse en agua convirtiéndose en un fluido espeso, es conocido como vidrio soluble y se emplea como material ignífugo y cemento de sellado. La mayor parte del vidrio que se produce lleva como álcalis sosa y cal y se utiliza para hacer botellas, vajillas, bombillas, focos, ventanas y lunas.

Vidrio al plomo

El vidrio fino que se utiliza para vajillas y se conoce como cristal es el resultado de fórmulas que combinan sílice y potasio con óxido de plomo. El vidrio al plomo es pesado y presenta un elevado índice de refracción a la luz, lo que le convierte en un material apropiado para la fabricación de lentes y prismas, así como para joyas de



La combinación del acero, el vidrio reflectasol y el vidrio claro en la arquitectura

imitación. Dado que el plomo absorbe las radiaciones de alta energía, en las instalaciones nucleares se utilizan vidrios al plomo para la protección de los trabajadores.

Vidrio de borosilicato

Vidrio cuya composición presenta un predominancia de bórax, además de sílice y álcali. De larga durabilidad y muy resistente a los elementos químicos y al fuego, se usa como material de cocina, laboratorio y como equipo para procesos químicos.

Vidrios de uso comercial

Debido a la gran demanda de aplicaciones de este material ha hecho que se desarrollara un gran número de tipos diferentes de vidrio.

Vidrio de ventanas

El vidrio para las ventanas se utiliza desde el siglo I d.C. y al principio se hacía por colado o soplado de cilindros huecos que luego se cortaban y apisonaban formando una lámina. El proceso del vidrio de corona es posterior y consistía en el soplado y moldeado de la masa vítrea para convertirla en un globo aplastado o corona. Después se apoyaba la parte plana sobre una base y se retiraba la caña de soplar. El agujero que dejaba la caña se agrandaba al centrifugar la corona recalentada sobre la base y se iba ampliando por la fuerza centrífuga hasta acabar aplastándose y dando paso a una gran lámina circular. Luego se retiraba la base, que dejaba una marca o diana. Hoy casi todos los vidrios de ventana se hacen a máquina mediante el procedimiento de estirado vertical de la masa vítrea procedente de un horno de fusión. En el procedimiento Foucault la lámina de vidrio se estira a través de un cilindro refractario encajado por debajo de la superficie de la cuba de vidrio y después se pasa a una cámara de recocido vertical, para finalmente emerger en un piso superior donde se corta en hojas.

Vidrio de placa

El vidrio de ventana normal producido por estiramiento no tiene un espesor uniforme, debido a la naturaleza del proceso de fabricación. Las variaciones de espesor distorsionan la imagen de los objetos vistos a través de una hoja de ese vidrio.

El método tradicional de eliminar esos defectos ha sido emplear vidrio laminado bruñido y pulimentado, conocido como vidrio de placa. Éste se produjo por primera vez en Saint Gobain (Francia) en 1668, vertiendo vidrio

en una mesa de hierro y aplanándolo con un rodillo. Después del recocido, la lámina se bruñía y pulimentaba por ambos lados. Hoy, el vidrio de placa se fabrica pasando el material vítreo de forma continua entre dobles rodillos situados en el extremo de un crisol que contiene el material fundido. Después de recocer la lámina en bruto, ambas caras son acabadas de forma continua y simultánea.

En la actualidad, el bruñido y el pulimentado están siendo sustituidos por el proceso de vidrio flotante, más barato. En este proceso se forman superficies planas en ambas caras haciendo flotar una capa continua de vidrio sobre un baño de estaño fundido. La temperatura es tan alta que las imperfecciones superficiales se eliminan por el flujo del vidrio. La temperatura se hace descender poco a poco a medida que el material avanza por el baño de estaño y, al llegar al extremo, el vidrio pasa por un largo horno de recocido.

En arquitectura se emplea vidrio laminado sin pulir, a menudo con superficies figurativas producidas por dibujos grabados en los rodillos. El vidrio de rejilla, que se fabrica introduciendo tela metálica en el vidrio fundido antes de pasar por los rodillos, no se astilla al recibir un golpe. El vidrio de seguridad, como el utilizado en los parabrisas de los automóviles o en las gafas de seguridad, se obtiene tras la colocación de una lámina de plástico transparente (polivinilbutiral) entre dos láminas finas de vidrio de placa. El plástico se adhiere al vidrio y mantiene fijas las esquirlas incluso después de un fuerte impacto.

Vidrio de luna

El vidrio común de ventana no posee un grosor uniforme debido a su proceso de fabricación y esas variaciones de grosor distorsionan la visión de los objetos a través de las hojas de vidrio.

El método tradicional para solucionar tales defectos ha sido utilizar vidrio de luna esmerilado y pulido. El vidrio de luna se produjo por primera vez en San Gobain, Francia, en 1668, vertiendo vidrio fundido sobre una mesa de hierro y alisándolo luego con un rodillo. Después de una recocción se le daba el acabado final puliendo ambas caras. Hoy se fabrican mediante un alisado continuo con un doble rodillo laminador situado al final de un horno de cuba. Al salir de la galería de recocido ambas caras se someten a un acabado continuo y simultáneo.

En la actualidad, el esmerilado y pulido han sido sustituidos por el proceso de vidrio flotante, que es más económico. Mediante este proceso se forman superficies planas en ambas caras haciendo flotar una lámina continua de vidrio sobre una cuba con estaño fundido. La temperatura es lo bastante alta como para eliminar las

imperfecciones gracias al continuo fluir del vidrio; y descendiendo gradualmente a medida que el vidrio atraviesa la cuba de estaño, al final la lámina vítrea entra en una larga galería de recocido.

Los vidrios laminados sin pulir, que suelen presentar superficies con dibujos realizados por diseños grabados en los rodillos, se usan en la construcción arquitectónica. En los vidrios de malla metálica se introduce la malla en el vidrio fundido antes de que éste pase entre los rodillos laminadores. Se usan para evitar que el vidrio se haga añicos al romperse. El vidrio inastillable o de seguridad, que se utiliza en los parabrisas de los coches, está compuesto de dos placas de vidrio adheridas de forma hermética a un plástico intercalado entre ambas que sirve para retener los fragmentos incluso en caso de rotura.

Diferentes tipos de vidrios

El pavés de vidrio o baldosa prensada son bloques de construcción con caras acanaladas o con otros diseños, que pueden colocarse con argamasa y utilizarse para paredes exteriores o tabiques interiores de edificios.

La espuma de vidrio, utilizada en flotadores o como aislante, se obtiene añadiendo un agente espumoso al vidrio molido muy fino, y calentando la mezcla hasta una temperatura con la que los agentes espumosos sueltan un gas que produce multitud de pequeñas burbujas dentro del vidrio.

En la década de 1950 se desarrolló la fibra óptica que tiene muchas aplicaciones en la investigación científica, la medicina y la industria. Los filamentos de vidrio de alto índice refractivo, dispuestos paralelamente y separados por delgadas capas de cristal de bajo índice refractivo, pueden someterse a técnicas ópticas para la obtención de lentes. Los fibroscopios, formados por haces de fibras ópticas, pueden transmitir una imagen a través de ángulos agudos facilitando la observación de lugares normalmente inaccesibles. La aplicación de la fibra óptica sólida en lentes reductoras, lentes de aumento y placas también ayuda a mejorar la visión. La fibra óptica utilizada junto con el láser ha sido fundamental para el desarrollo de los sistemas de comunicación (véase Teléfono). En la década de 1970 se descubrió un nuevo tipo de vidrio llamado halógeno que podría ser de enorme utilidad en este campo. Está compuesto por un halógeno, como el flúor, combinado con un metal pesado, como el circonio, el bario o el hafnio.

El vidrio láser tiene un alto porcentaje de óxido neodimio y es capaz de emitir luz láser si el vidrio se introduce y se ensambla dentro de un dispositivo apropiado. Está considerado una buena fuente de láser, dada la relativa facilidad con la que pueden obtenerse grandes cantidades de muestras de vidrio de gran potencia.

Las células de cristal doble son unidades compuestas por dos placas de vidrio de ventana o de luna unidas por los bordes, que contienen aire entre ellas. Para su elaboración se utilizan varios tipos de materiales de sellado y separación. Son excelentes aislantes térmicos para ventanas y no se empañan con la humedad.

En la década de 1980 se desarrolló en la Universidad de Florida un método para fabricar grandes estructuras de vidrio sin tener que usar altas temperaturas. Conocida como sol-gel, esta técnica consiste en mezclar agua con una sustancia química como el tetrametoxilano para producir un polímero de óxido silíceo; un aditivo químico retarda el proceso de condensación y permite que el polímero se construya uniformemente. Esta técnica puede llegar a ser muy útil para la fabricación de vidrios de formas complejas de gran tamaño con propiedades específicas.¹¹

Botellas y frascos

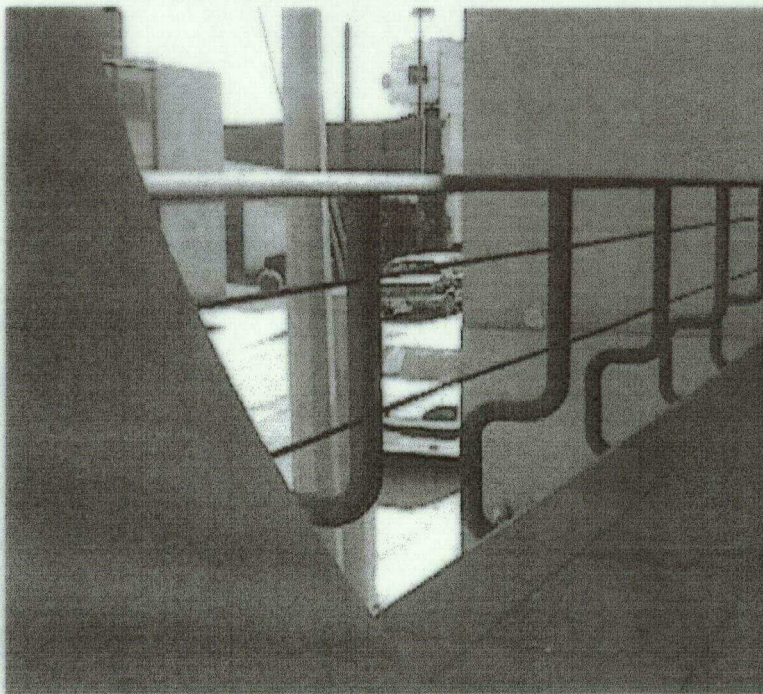
Las botellas, los tarros de cosmética y otros recipientes de cristal se producen con un proceso automático que combina el prensado (para la formación de la abertura del recipiente) y el soplado (para la formación del interior del recipiente). El proceso automático típico de fabricación de botellas por soplado es el siguiente: se vierte un poco de vidrio fundido en un molde estrecho e invertido y se presiona con aire contra el fondo del molde, que corresponderá al cuello de la botella una vez acabada. Después se aplica un deflector sobre la parte superior del molde y una inyección de aire que entra por la parte inferior, a través del cuello, forma parte de la botella. La botella a medio formar, llamada esbozo, es transportada por el cuello, luego se le da la vuelta y se deposita en otro molde donde se le aplica un soplado que le da la forma definitiva. En otro tipo de máquina, utilizada para recipientes de boca ancha, el esbozo se prensa dentro del molde con un émbolo antes de ser soplado dentro del molde definitivo. Los frascos poco profundos, como los utilizados en cosmética, se hacen por prensado.

Vidrio óptico

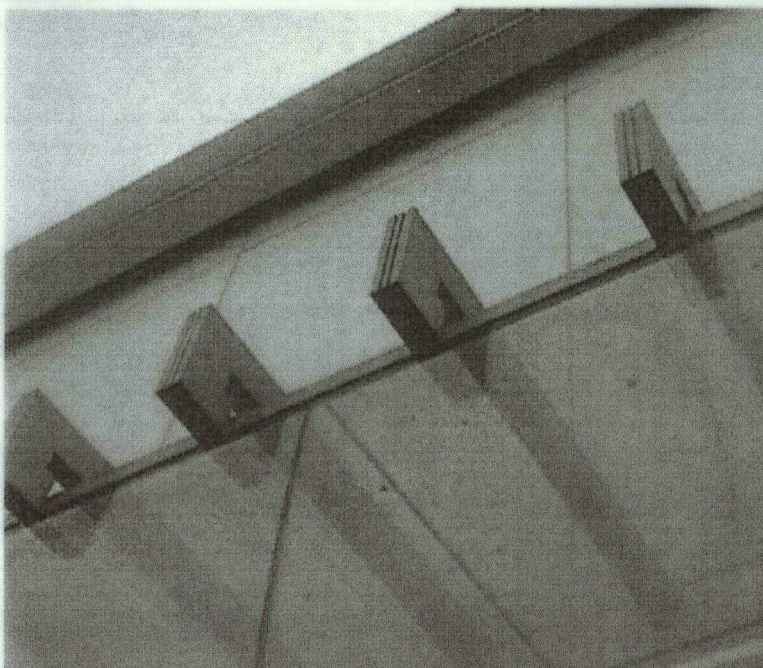
La mayor parte de las lentes de gafas, microscopios, telescopios, cámaras e instrumentos ópticos se hacen con vidrio óptico. El vidrio óptico se diferencia de otros vidrios por el modo en que refracta la luz. La fabricación de este tipo de vidrio es una operación delicada que requiere gran exactitud. La materia prima tiene que ser de la máxima pureza y debe manipularse con gran cuidado para que no exista ninguna imperfección durante el proceso. Cualquier burbuja de aire, por pequeña que sea, o cualquier partícula no vitrificada causaría una distorsión en la

¹¹ Enciclopedia "ENCARTA 1999", disco 1 y 2.

Barandal de acero en la Peugeot



Vigas de acero y el vidrio de fachada frontal Peugeot



superficie de la lente, al igual que las estrías que se producen si no existe homogeneidad química o las tensiones causadas por un recocido inadecuado.

Vidrio fotosensible

El vidrio fotosensible es similar a la película fotográfica en la que los iones de oro o plata del material reaccionan ante la luz. Se utiliza en procesos de impresión y reproducción. Un tratamiento de calor después de una exposición a la luz produce cambios permanentes en el vidrio fotosensible.

Cerámica de vidrio

Los vidrios que contienen algunos metales forman una cristalización localizada al ser expuestos a la radiación ultravioleta. Si se someten a altas temperaturas se obtiene una cerámica cristalina con resistencia mecánica y propiedades aislantes frente a la electricidad mayores que el vidrio común. Dicha cerámica se utiliza en la actualidad para cocinar, para las cabezas de cohetes y como piezas de protección térmicas de los transbordadores espaciales. Otros vidrios metálicos —incluidas las aleaciones de metales puros— pueden magnetizarse, son fuertes y flexibles y resultan de gran utilidad en los transformadores eléctricos de alto rendimiento.

Fibras de vidrio

Se pueden obtener fibras que admiten ser tejidas o convertidas en fieltro como si fueran fibras textiles estirando el vidrio fundido hasta obtener filamentos con un diámetro de apenas unas milésimas de milímetro. Puede obtenerse hilo continuo de filamento múltiple así como fibras cortas de una longitud de 25 a 30 centímetros.

Con las fibras de vidrio se pueden tejer telas para ropa y tapicería excelentes por su estabilidad química, fuerza y resistencia al fuego y al agua. Por sí mismas o combinadas con resinas son excelentes aislantes eléctricos. Si se impregna con plástico una fibra de vidrio, se consigue un compuesto en el que se combina la resistencia y la inercia del vidrio con la resistencia al impacto del plástico.

3.2.5 Acabados

Moldeado

Para el trabajo del vidrio en su estado plástico se emplean cinco métodos básicos que producen una variedad ilimitada de formas y son: el colado, el soplado, el prensado, el estirado y el laminado.

Colado

Este proceso, utilizado ya en la antigüedad, consiste en verter la pasta vítrea en moldes y dejarla enfriar y solidificar. En la actualidad se han desarrollado procesos de colado por centrifugado en los que la pasta vítrea es propulsada contra las caras de un molde que rota a gran velocidad. Por su capacidad para moldear formas precisas y ligeras, el moldeado centrífugo se usa, por ejemplo, para la producción de los tubos de imagen de la televisión.

Soplado

Durante la segunda mitad del siglo I a.C. se descubrió en Oriente Próximo, en la costa fenicia, un procedimiento revolucionario, el de soplar el vidrio y expandirlo hasta lograr todo tipo de formas. Pronto se extendió esta forma de moldear el vidrio y se convirtió en el método generalizado para moldear vasijas hasta el siglo XIX. El elemento fundamental consiste en un tubo o caña de hierro de 1,20 m de largo, con una boquilla en uno de los extremos. El soplador de vidrio o artesano vidriero toma una pequeña cantidad de la pasta vítrea con el extremo de la caña de soplar y le da una forma más o menos cilíndrica haciéndola girar sobre una plancha de hierro colado que, a su vez, la enfría un poco. Después empieza a soplar a través de la caña para formar una burbuja con la masa vítrea y obtener a partir de ella la forma y el espesor deseados, moldeando y recalentando constantemente la masa junto a la puerta del horno. Para obtener formas más refinadas se utilizan herramientas sencillas, como tijeras, pinzas (*pucellas*) y espátulas, y el artesano suele sentarse en una silla especial para el soplado, con largos posabrazos para poder apoyar la caña de hierro. También se usan moldes para dar forma al vidrio soplado. Pueden ser medios moldes, que sirven de plantilla para la masa y luego se quitan para continuar soplando hasta alcanzar el tamaño deseado, o moldes enteros, dentro de los que se sopla la masa vítrea para darle forma, tamaño y decoración. Pueden añadirse piezas adicionales que se manipulan para formar picos, asas y pies o para crear diseños decorativos. A una burbuja ya moldeada se le da un toque de color sumergiéndola en una fusión vítrea de

otro color. Para obtener vidrio de varias capas se coloca la masa vítrea y se le van fusionando de una en una varias capas de vidrio de diferentes colores, y para su acabado y pulido se coloca la pieza junto a la boca del horno, sobre una barra de hierro, y se retira la caña de soplar. En 1903 se inventó una máquina de soplado totalmente automática.

Prensado

En la antigüedad se utilizaba el prensado en la producción de objetos colados para que el vidrio fundido se pegara perfectamente al molde. Los artesanos árabes usaban sencillas prensas de mano para fabricar pesas y sellos de vidrio. Los fabricantes europeos redescubrieron esta técnica a finales del siglo XVIII, y la utilizaron para hacer tapones de garrafas, pies de copas y otras piezas de vajilla. En la década de 1820 se patentaron los primeros sistemas de prensado totalmente mecánico. Consistían en el vertido en un molde del vidrio fundido que, prensado por un émbolo, adquiría su forma final. Tanto el molde como el émbolo podían tener diseños que quedaban grabados en la pieza.

Estirado

El vidrio fundido puede ser estirado en el horno para conseguir tubos, láminas y varillas de vidrio con un corte uniforme. Los tubos se obtienen estirando una masa cilíndrica de vidrio semifluido al mismo tiempo que se aplica un chorro de aire en el centro del cilindro.

Laminado

En un principio las láminas de vidrio y, en particular las lunas, se conseguían mediante el vertido de vidrio fundido sobre una superficie plana, efectuando un posterior alisado con rodillo y un acabado final puliendo ambas caras. Hoy se fabrican mediante un alisado continuo con un rodillo laminador doble.

Recocido

Después de dar forma a un objeto de vidrio, éste pasa por el recocido, que suprime las tensiones que hayan podido originarse durante el enfriamiento (véase Recocido). Esas tensiones internas se suprimen recalentando el vidrio a una temperatura muy alta y enfriándolo después muy despacio para evitar nuevas tensiones. Pero también pueden producirse ciertas tensiones intencionadamente para conferirle resistencia. Dado que el vidrio se rompe por las tensiones longitudinales que se originan con un rasguño infinitesimal de la superficie, al comprimirse dicha

superficie se aumenta la cantidad de tensión longitudinal que el vidrio puede resistir antes de romperse. Mediante el método llamado temple se comprime la superficie calentando el vidrio hasta un estado casi plástico y luego se enfría rápidamente con un golpe de aire o sumergiéndolo en un baño líquido. La superficie se endurece de forma inmediata; la contracción subsiguiente de las partes internas, que se enfrían más lentamente, ejerce la compresión. Mediante dicho método se pueden obtener compresiones de superficie de piezas de gran grosor cercanas a los 2.460 kg/cm^2 . También se han desarrollado métodos químicos para aumentar la resistencia: procesos de intercambio de iones mediante los cuales se altera la composición o estructura de la superficie del vidrio provocando la compresión. Mediante métodos químicos puede obtenerse una resistencia superior a los 7.000 kg/cm^2 .

3.2.6 Decoración

Después del recocido, un objeto de vidrio puede ornamentarse de muchas maneras. Las más frecuentes son el tallado, el grabado y el dorado.

Tallado

Para obtener cristal tallado se realizan facetas, estrías y surcos sobre la superficie mediante discos giratorios de distinto tamaño, material y forma, o con un chorro de agua con un abrasivo. Los pasos que se siguen son la aplicación del dibujo, el tallado en bruto, el esmerilado y el pulido.

Los diseños pueden tallarse con una punta de diamante, con aguja de metal o utilizando ruedas o muelas giratorias, por lo general de cobre.

Grabado

Para grabar una decoración se puede recurrir al ácido, con el que pueden obtenerse resultados que van desde un acabado en bruto hasta el acabado mate.

Para el grabado por chorro de arena se proyectan finísimos granos de arena, sílex molido o hierro pulverizado a gran velocidad sobre la superficie del cristal que dejan un acabado mate.

En la decoración en frío se pinta el objeto con laca u óleos sin recurrir al horno para su posterior fijación.

En la pintura con esmalte, una vez aplicada la pintura en frío, se fija a la superficie introduciendo el objeto decorado en un horno a una temperatura inferior a la de la fundición del vidrio.

Dorado

Se puede aplicar pan de oro, purpurina o polvo de oro a vajillas de vidrio sin someterlas posteriormente a un segundo horneado. Sin embargo, si se desea que la pieza permanezca inalterable, es necesario hornearla a una temperatura baja.



La madera y sus diferentes aplicaciones

3.3 LA MADERA

3.3.1 Definición

Madera, sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles y se ha utilizado durante miles de años como combustible y como material de construcción. El término madera se aplica a materias similares de otras partes de las plantas, incluso a las llamadas venas de las hojas.

3.3.2 Historia

Primeras manifestaciones en Europa

Después de la escasa utilización de la madera en la escultura del mundo grecorromano, las puertas talladas con cipreses de la iglesia de Santa Sabina (siglo V d.C.) de Roma marcaron el comienzo de una nueva tradición en la escultura cristiana. En el norte de Europa el uso de la madera para tallar era muy frecuente entre los vikingos, quienes decoraban con complejos diseños de animales imaginarios sus barcos y edificios de madera. Alrededor del año 1000 abundaban en las iglesias solemnes imágenes de la Virgen sentada con el niño o con Cristo crucificado (normalmente flanqueado por las figuras de María y san Juan). La madera, debido a su ligereza en comparación con la piedra, se empleaba en los crucifijos que se colocaban sobre una viga en la parte del altar mayor. El estilo de estas figuras, alargadas y limitadas con toscas formas cilíndricas, estaba condicionado en parte por la forma natural del tronco o rama del árbol que se había utilizado.

Talla gótica en madera

En el periodo gótico gran cantidad del mobiliario de las iglesias, cada vez más elaborado, estaba tallado en madera: sillas de coro y baldaquinos, biombos, púlpitos y atriles. Los asientos de coro abatibles conocidos como misericordias fueron tallados con un fascinante repertorio de símbolos iconográficos medievales, tanto sagrados como profanos. En Flandes, Alemania y España, la tradición de los retablos para altares (paneles descriptivos tallados o pintados normalmente con motivos de la vida de Cristo o de un santo), colocados en marcos elaboradamente tallados, se estableció en el siglo XV y permaneció durante el barroco. Éstos tenían hojas talladas o pintadas que se podían cerrar como si fueran puertas con fines de protección y de ornamento. Amberes y Bruselas fueron famosos centros de producción que exportaban retablos a toda Europa. En la edad media, se fabricaron

muchos artículos en madera tallada como bustos de santos, que se recubrían con láminas de metales preciosos y se adornaban con gemas. Alrededor del siglo XVI, el aumento del tamaño y de la importancia de los órganos de iglesia hizo de ellos un foco para la decoración tallada. En la vida seglar, los carros de la realeza y otros dignatarios comenzaron a decorarse con profusión.

En el siglo XV la talla en madera, al igual que otras formas de arte, dejaron de ser anónimas. Es de destacar una figura de *San Jorge* (catedral de Estocolmo) del escultor alemán Bernt Notke. Veit Stoss y Tilman Riemenschneider, también alemanes, eran inimitables en este arte. De hecho, las caras ovales solemnes de las figuras femeninas de Riemenschneider caracterizaron la escultura del sur de Alemania alrededor del 1500. En la zona del Rin, las propiedades físicas de la madera del tilo determinaron un estilo de arte de complejas tallas en relieve con telas drapeadas o fruncidas que colgaban de la figura. Esta construcción disminuyó el riesgo de grietas, ya que la madera se hincha y contrae debido a los cambios de humedad. En Alemania y los Países Bajos también estuvieron de moda las pequeñas estatuas talladas con maderas con mucha veta como la de boj y la de peral. Estas pequeñas estatuillas datan desde finales del siglo XV hasta el barroco. Stoss y sus seguidores contribuyen con numerosas piezas en miniatura.

El renacimiento en Italia y en España

A pesar de que en las antiguas Grecia y Roma se evitó el empleo de la madera, durante el renacimiento se crearon en Italia notables estatuas talladas, tres de Donatello: su primer *Crucifijo* (aproximadamente 1409, Florencia); su *San Juan* (1438, Venecia), y su estatua más dramática, *Santa María Magdalena* (aproximadamente 1455, Florencia). Las figuras hieráticas de la *Anunciación de la Virgen* y el *Ángel Gabriel* (ambas de 1421, Duomo, San Gimignano, Italia), talladas por Jacopo della Quercia, artista coetáneo de Donatello, impusieron en Siena una moda que fue muy imitada. Los italianos también tallaron sillas de coro y armarios de sacristía, frecuentemente insertando motivos decorativos en marquetería. Las tallas seculares incluyen techos con vigas y artesonados, como en la cámara de los Lilies en el palazzo Vecchio de Florencia. La biblioteca Laurenciana, diseñada por Miguel Ángel en 1520 en Florencia, tenía techos y mesas talladas con elaborados diseños, cofres de lino y marcos de cuadros. En Venecia la decoración de la falúa del duque y otros barcos hicieron que se formara una vigorosa escuela de talla en madera, que produjo también trabajos para algunas iglesias.

En España el arte se llevó al extremo en los retablos, que con frecuencia alcanzaban la altura total del interior de la iglesia. Estas complejas estructuras dieron trabajo a muchos tallistas, lo que hizo que la madera se convirtiera en un elemento de uso corriente de los escultores españoles durante varios siglos. Fue empleado con muy buenos resultados por Alonso Berruguete, un manierista de la escuela de Miguel Ángel, en el *Retablo de San Benito* (1526-1532, Museo Nacional de Escultura, Valladolid, España). Los artesanos españoles crearon construcciones grandiosas sin parangón en Italia, al aprovechar la ligereza de la madera y su facilidad para ser tallada. Escultores como Gregorio Hernández, Juan Montañés y Alonso Cano hicieron la mayor parte de su obra en madera, que posteriormente policromaban para dotarla de mayor realismo.

Del siglo XVIII al presente

En Inglaterra, el tallista más destacado del siglo XVIII fue Guingling Gibbons, célebre por su destreza técnica al tallar hojas y flores en los festones decorativos.

En Flandes, a finales del barroco, la moda de talla en roble apareció en púlpitos, paisajes y figuras de tamaño real formando escenas muy expresivas. La madera fue muy apreciada por los escultores del barroco y rococó en el sur de Alemania y Austria debido a su consistencia y ligereza, que junto con la pintura y el dorado permitieron a los artistas crear la ilusión de figuras flotando entre nubes.

Durante el siglo XIX, la madera fue utilizada principalmente para mobiliario de iglesia y doméstico y para detalles arquitectónicos. Los diseños se crearon con una mezcla de los primeros estilos artísticos. En el siglo XX el descubrimiento de tallas primitivas de culturas de ultramar provocó un repentino interés por el potencial expresivo del material. Paul Gauguin imitó el estilo de la talla en madera que encontró en los mares del Sur. Henri Matisse, Amadeo Modigliani y Pablo Picasso también estudiaron las posibilidades artísticas que ofrecía la madera. Constantin Brancusi creó obras abstractas que pusieron de relieve todas las cualidades de este material. En Inglaterra, Henry Moore y Barbara Hepworth estudiaron la adaptación natural y la textura de la madera para inspirarse al dar forma a sus esculturas.

En Estados Unidos, donde la madera desempeñó un importante papel durante los siglos XVIII y XIX, su utilización disminuyó durante la primera mitad del siglo XX ante el espectacular avance de otros materiales como el acero.

Talla en madera

Arte de trabajar la madera con fines artísticos o decorativos, mediante instrumentos cortantes, brocas y abrasivos. La madera es ligera, flexible y moldeable, y presenta una gran resistencia a la tensión. Las vetas y la variedad de su textura le proporcionan una gran belleza natural, a pesar de carecer del peso, durabilidad y cualidad monumental de la piedra. El conocimiento que se posee de la historia de la talla en madera es muy reducido, ya que es un material vulnerable a la humedad, al fuego y a la actividad destructiva de algunos insectos como la carcoma.

El primer paso para realizar una talla es trabajar el bloque de madera con hachas, serruchos y cuchillos. A continuación se moldea la figura con gubias, cinceles, brocas y cuchillas. Posteriormente se utilizan escofinas, limas y papel de lija para dar un acabado a la pieza. Las tallas pueden ser pintadas o doradas directamente sobre la superficie o sobre una capa de yeso o tela. Como alternativa se puede dejar la madera en su estado natural, encerarla y pulirla.

Distribución

El arte de la talla ha representado un modo básico de expresión, tomando diferentes formas según el afilado de las herramientas empleadas y de la dureza del material. Prevalece en pueblos costeros, donde la madera se utiliza para fabricar y decorar barcos, con figuras diseñadas para atemorizar a los enemigos. Ejemplos de ello son mascarones de proa de los buques europeos del siglo XIX.

La talla en madera era prácticamente desconocida en las culturas babilónica, asiria y persa. En cambio, en Egipto era muy frecuente. Las figuras reales y el mobiliario ceremonial en la tumba de Tut Anj Amón, que reinó en el siglo XIV a.C. estaban hechas en madera. También ésta se empleó en la escultura griega arcaica, a pesar de que el bronce y la piedra eran más duraderos.

En el norte de Europa la madera ha representado una importante materia prima para la escultura, especialmente en Alemania, Países Bajos y Escandinavia. Desempeñó un importante papel en Inglaterra y Francia, y fue el pilar de la escultura española desde el románico (aproximadamente 900-1200) al barroco (aproximadamente 1600-1750). Incluso los lugares donde la talla en madera no ha representado una parte vital de la escultura figurativa, se ha utilizado para fabricar mobiliario hasta el día de hoy.

En el lejano oriente la talla en madera ha sido una importante variante de la escultura, particularmente en el arte de China, India y Japón, como se puede apreciar en los budas tallados en madera. En ciertas partes de Indonesia aún hoy se pueden ver tallas ricamente decoradas. En la cultura islámica, donde la representación de la figura humana se considera impía, se ha empleado la madera para crear diseños abstractos y tallas decorativas. Las culturas indígenas del Pacífico, Melanesia y Nueva Guinea son conocidas por sus obras talladas, especialmente canoas, arquitectura doméstica y mobiliario ceremonial. Los pueblos indígenas americanos utilizaban la madera no sólo para fabricar armas, utensilios y máscaras. Los tótem de las culturas indígenas americanas de la costa noroeste servían como emblemas familiares y de clases y en ocasiones indicaban las diferentes jerarquías de los dioses y animales. La escultura africana, que consiste básicamente en tallas de madera, es conocida por sus máscaras ceremoniales e ídolos.

3.3.3 Características de la madera

Propiedades físicas

Las propiedades principales de la madera son resistencia, dureza, rigidez y densidad. Ésta última suele indicar propiedades mecánicas puesto que cuanto más densa es la madera, más fuerte y dura es. La resistencia engloba varias propiedades diferentes; una madera muy resistente en un aspecto no tiene por qué serlo en otros. Además la resistencia depende de lo seca que esté la madera y de la dirección en la que esté cortada con respecto a la veta. La madera siempre es mucho más fuerte cuando se corta en la dirección de la veta; por eso las tablas y otros objetos como postes y mangos se cortan así. La madera tiene una alta resistencia a la compresión, en algunos casos superior, con relación a su peso a la del acero. Tiene baja resistencia a la tracción y moderada resistencia a la cizalladura.

La alta resistencia a la compresión es necesaria para cimientos y soportes en construcción. La resistencia a la flexión es fundamental en la utilización de madera en estructuras, como viguetas, travesaños y vigas de todo tipo. Muchos tipos de madera que se emplean por su alta resistencia a la flexión presentan alta resistencia a la compresión y viceversa.

Otra propiedad es la resistencia a impactos y a tensiones repetidas. El nogal americano y el fresno son muy duros y se utilizan para hacer bates de béisbol y mangos de hacha. Como el nogal americano es más rígido que el fresno, se suele utilizar para mangos finos, como los de los palos de golf.

Otras propiedades mecánicas menos importantes pueden resultar críticas en casos particulares; por ejemplo, la elasticidad y la resonancia de la picea la convierten en el material más apropiado para construir pianos de calidad.

Duración de la madera

La madera es, por naturaleza, una sustancia muy duradera. Si no la atacan organismos vivos puede conservarse cientos e incluso miles de años. Se han encontrado restos de maderas utilizadas por los romanos casi intactas gracias a una combinación de circunstancias que las han protegido de ataques externos. De los organismos que atacan a la madera, el más importante es un hongo que causa el llamado desecamiento de la raíz, que ocurre sólo cuando la madera está húmeda. La albura de todos los árboles es sensible a su ataque; sólo el duramen de algunas especies resiste a este hongo. El nogal, la secuoya, el cedro, la caoba y la teca son algunas de las maderas duraderas más conocidas. Otras variedades son resistentes al ataque de otros organismos. Algunas maderas, como la teca, son resistentes a los organismos perforadores marinos, por eso se utilizan para construir embarcaderos. Muchas maderas resisten el ataque de la termita, como la secuoya, el nogal negro, la caoba y muchas variedades de cedro. En la mayoría de estos casos, las maderas son aromáticas, por lo que es probable que su resistencia se deba a las resinas y a los elementos químicos que contienen.

Para conservar la madera hay que protegerla químicamente. El método más importante es impregnarla con creosota o cloruro de cinc. Este tratamiento sigue siendo uno de los mejores, a pesar del desarrollo de nuevos compuestos químicos, sobre todo de compuestos de cobre. También se puede proteger la madera de la intemperie recubriendo su superficie con barnices y otras sustancias que se aplican con brocha, pistola o baño. Pero estas sustancias no penetran en la madera, por lo que no previenen el deterioro que producen hongos, insectos y otros organismos.

Secado

La madera recién cortada contiene gran cantidad de agua, de un tercio a la mitad de su peso total. El proceso para eliminar este agua antes de procesar la madera se llama secado, y se realiza por muchos motivos. La madera seca es mucho más duradera que la madera fresca; es mucho más ligera y por lo tanto más fácil de transportar; tiene mayor poder calorífico, lo que es importante si va a emplearse como combustible; además, la madera cambia de forma durante el secado y este cambio tiene que haberse realizado antes de serrarla.

La madera puede secarse con aire o en hornos; con aire tarda varios meses, con hornos unos pocos días. En ambos casos, la madera ha de estar apilada para evitar que se deforme, y el ritmo de secado debe controlarse cuidadosamente.

Contrachapado

El contrachapado, también denominado triplay o chapa, está compuesto por varias capas de madera unidas con cola o resina sintética. Las capas se colocan con la veta orientada en direcciones diferentes, en general perpendiculares unas a otras, para que el conjunto sea igual de resistente en todas las direcciones. Así el conjunto es tan resistente como la madera, y si se utilizan pegamentos resistentes a la humedad, el contrachapado es tan duradero como la madera de la que está hecho. La madera laminada es un producto similar, pero en ella se colocan las capas de madera con las vetas en la misma dirección. De esta forma, el producto es, como la madera, muy fuerte en una dirección y débil en el resto.

Sólo las capas exteriores del contrachapado tienen que ser duras y con buen aspecto; las interiores únicamente tienen que ser resistentes. En algunos casos, sólo una de las caras es de calidad. Estos contrachapados se utilizan en trabajos de ebanistería en los que la parte interior no es visible. Las maderas finas y costosas, como la caoba o el madero de indias, suelen utilizarse en chapados, de forma que una capa fina de madera cara cubre varias capas de otras maderas resistentes pero de poco valor. De esta manera se reduce el precio de la madera sin sacrificar la apariencia, además de aumentar la dureza y la resistencia al alabeo. También se hacen contrachapados de las maderas más baratas para fabricar sustitutos para metales.

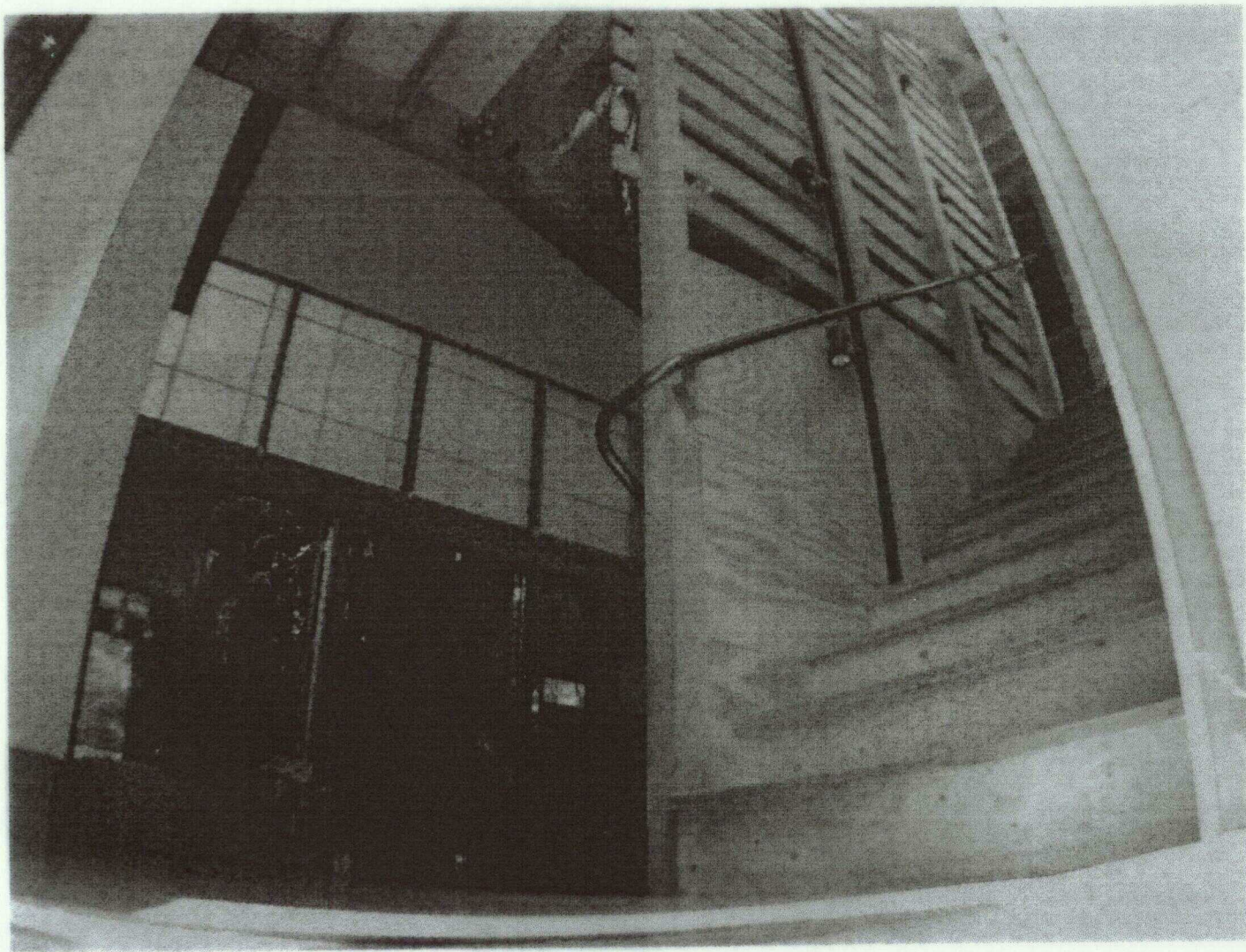
Productos químicos derivados de la madera

La madera es una materia prima importante para la industria química. Cada año se reducen a pasta enormes cantidades de madera, que se reconstituye de forma mecánica para hacer papel. Otras industrias se encargan de extraer algunos componentes químicos de la madera, como taninos, pigmento, gomas, resinas y aceites, y de modificar estos constituyentes.

Además de agua, el componente principal de la madera es la celulosa. De la gran cantidad de celulosa que se utiliza para fabricar rayón y nitrocelulosa, una parte se extrae del algodón, pero la mayor parte se obtiene de la madera. El mayor problema que presenta la extracción de celulosa de la madera es eliminar las impurezas, de las cuales la más importante es la lignina, una sustancia polimérica compleja. Al principio se desechaba, pero más tarde se ha descubierto que es una buena materia prima para la fabricación de plásticos y una sustancia adecuada para el cultivo de levadura de cerveza, que es un importante alimento para el ganado y las aves de corral.

También se utiliza la madera, sin separar la celulosa de la lignina, para obtener otros productos químicos mediante procesos determinados. En el método Bergius, la madera se trata con ácido clorhídrico para obtener azúcares, que se utilizan como alimento para el ganado o se fermentan para producir alcohol. La madera puede transformarse en combustible líquido por hidrogenación. También se obtienen productos químicos por destilación. La mayoría de estos productos, como el ácido acético, metanol y acetona, se obtienen ya de forma sintética.

Otros nuevos productos se obtienen mezclando la madera con ciertos compuestos químicos; la mezcla resultante tiene propiedades mecánicas similares a las de la madera, pero es más fuerte y resistente desde el punto de vista químico. Los métodos más importantes para realizar estas mezclas consisten en impregnar la madera de ciertos compuestos, como fenol y formaldehído; después se calienta la madera impregnada y los productos químicos reaccionan con las células de la madera y forman una capa plástica. La madera tratada de esta forma se llama impreg; es muy duradera y resiste el ataque de los insectos perforadores; su densidad relativa es mayor, aunque su dureza es casi la misma. Otro producto, llamado compreg, se obtiene comprimiendo la madera impregnada en una prensa hidráulica. Se la somete a una determinada presión mientras se produce la reacción química en el exterior. Esta madera tiene una densidad relativa de 1,35, su dureza es muy superior a la de la madera sin tratar y su resistencia un poco mayor, aunque su rigidez puede ser un poco inferior.



La combinación de la madera, el acero y el cristal en la arquitectura

Vetas y estructura

El dibujo que presentan todas las variedades de madera se llama veta, y se debe a su propia estructura. La madera consiste en pequeños tubos que transportan agua, y los minerales disueltos en ella, desde las raíces a las hojas. Estos vasos conductores están dispuestos verticalmente en el tronco. Cuando cortamos el tronco en paralelo a su eje, la madera tiene vetas rectas. En algunos árboles, sin embargo, los conductos están dispuestos de forma helicoidal, es decir, enrollados alrededor del eje del tronco. Un corte de este tronco producirá madera con vetas cruzadas, lo que suele ocurrir al cortar cualquier árbol por un plano no paralelo a su eje.

El tronco de un árbol no crece a lo alto, excepto en su parte superior, sino a lo ancho. La única parte del tronco encargada del crecimiento es una fina capa que lo rodea llamada cámbium. En los árboles de las zonas de clima templado, el crecimiento no es constante. La madera que produce el cámbium en primavera y en verano es más porosa y de color más claro que la producida en invierno. De esta manera, el tronco del árbol está compuesto por un par de anillos concéntricos nuevos cada año, uno más claro que el otro. Por eso se llaman anillos anuales.

Aunque la fina capa de cámbium es la única parte del tronco que está viva, en el sentido de que es la parte que crece, también hay células vivas esparcidas por el xilema de la albura. Según envejecen los árboles, el centro del tronco muere; los vasos se atascan y se llenan de goma o resina, o se quedan huecos. Esta parte central del tronco se llama duramen. Los cambios internos de los árboles van acompañados de cambios de color, diferentes según cada especie, por lo que el duramen suele ser más oscuro que la albura.



Casa habitación Feldman

IV ANALISIS DE LAS CONSTRUCCIONES QUE EMPLEAN ESTOS MATERIALES

4.1 ANALISIS ARQUITECTONICO DE LA CASA FELDMAN

Datos generales del edificio

- **Genero del edificio:** Casa habitación.
- **Estilo, corriente o tendencia arquitectónica con la cual se diseño el inmueble:** Arquitectura poblana actual.
- **Año de inicio y terminación del inmueble:** 1993-1996.
- **Lugar de construcción del edificio:** Calle Puebla #5713, Col. El Cerrito, Puebla, Pue.

Acerca del diseñador

- **¿Cuál es la característica principal de este arquitecto?**
La forma de proyectar de este arquitecto (Arq. Gerardo Balcazar), no tiene alguna característica principal, ya que como el mismo nos dijo, su idea de proyectar es que a él le gusta estar en estrecha relación con sus cliente, es innovador, se adapta a las personas ya que cada diseño debe ir encausado a los diferentes necesidades del cliente, se define su arq. Como actual y en algunos de sus casas se adapta su arquitectura por contraposición del contexto.
- **¿Qué es más importante para él: la forma o la función?**
Para este arquitecto ambas van de la mano ya que son subsecuentes, dependen una de otra.
- **¿Genera algún tipo de ambiente, en los espacios interiores?**
Sí
- **¿Cómo? ¿Por medio de qué?**
De acuerdo a la plástica del mismo, por que cada espacio te debe producir una sensación diferente dependiendo del mismo.

- **¿Cómo es la geometría y composición de sus proyectos?**

En esta casa predominan las formas simples y simétricas con ángulos rectos. El diseño se da a través de un esquema introvertido que responde a las necesidades articulares del cliente. La construcción tiene una fuerte relación entre los materiales que la componen y la estructura que la soporta, por lo tanto, la estructura pasa a ser parte esencial de la composición en fachadas interiores y exteriores.

- **¿Usa varios volúmenes o uno solo?**

Este proyecto casa-habitación está conformado por varios volúmenes en los cuales el autor, debido a la importancia de cada espacio, le da una jerarquización a cada uno.

Análisis compositivo del edificio

- **Forma general de la planta arquitectónica.**

El proyecto arquitectónico de esta casa-habitación se desarrolla de una forma radial y centralizada. La casa se desarrolla con base en un patio interior con relación al que se van generando los diferentes espacios que la componen, logrando que, por un lado, sus interiores tengan acceso a luz natural directa reduciendo los costos de iluminación artificial y por el otro, permitiendo una transparencia que establece una relación visual entre las diferentes áreas que integran el proyecto.

A lo largo de las áreas de circulación y servicios se suceden espacios a doble altura estratégicamente localizados, creando así una interacción entre el nivel de entresuelo y el de acceso.

- **Propiedades de forma en la planta arquitectónica.**

Posición: El inmueble fue edificado en un terreno urbano con tres colindancias, un solo frente al sur-oriente, topografía plana y un contexto inmediato de poco interés.

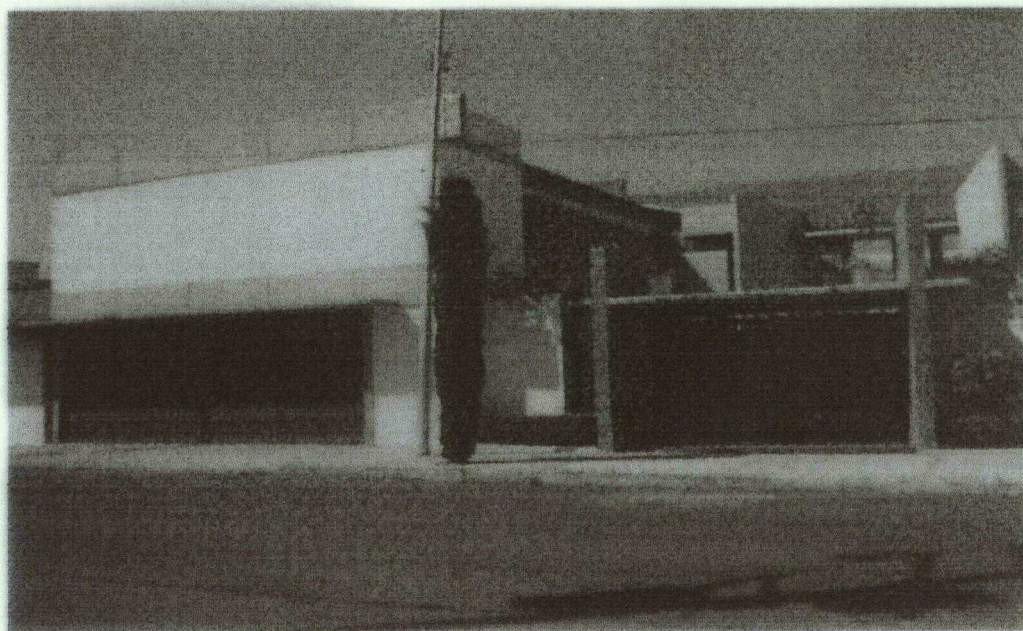
Orientación: Esta casa-habitación se encuentra situada con respecto al frente del terreno al sur-oriente.

Inercia visual: En el proyecto se intenta romper con el cliché que encasilla a la arquitectura mexicana relacionándola con el uso del color y, por el contrario, se sustenta en una estrategia tectónica.

Diversos matices se logran con la incidencia de la luz natural sobre los diferentes materiales que componen la edificación y con las relaciones que estos materiales establecen con sus estructuras.



Volumetría de la casa Feldman



La casa Feldman y su contexto

Principios ordenadores de la composición arquitectónica

- **Ejes**

Ejes del contorno de la forma.

Ejes de las formas o volúmenes que constituyen la planta arquitectónica

Ejes rectores, visuales o de composición

No existe ningún eje rector en cuanto a la planta arquitectónica.

- **Simetría**

Del perfil del edificio o del conjunto arquitectónico

De las formas o volúmenes que integran el edificio

Se denota que este proyecto arquitectónico debido a su composición y al manejo de sus volúmenes carece de simetría.

- **Jerarquía**

De posición de los elementos que integran el edificio.

De la forma de los volúmenes que lo integran

De función y tamaño.

La jerarquía en este proyecto arquitectónico la adopta el patio central ya que de ahí parte el desarrollo del proyecto.

- **Ritmo / Repetición**

De las formas o volúmenes que integran el edificio. En este punto es importante mencionar que debido a la diversidad de formas empleadas y por su distribución carece de ritmo y repetición.

- **Pauta**

Como se logra la reunión y organización de las formas, espacios y volúmenes que integran el edificio, que elementos se usan para lograr la transición de espacios (líneas, planos o volúmenes).

Aquí otra vez nos damos cuenta que la organización del proyecto es en base al patio interior del que se van generando los diferentes espacios que conforman la casa-habitación.

- **Transformación**

Si el diseño del edificio permitió una construcción por etapas o no se puede construir por etapas. Es decir si su diseño esta basado en un sistema modular.

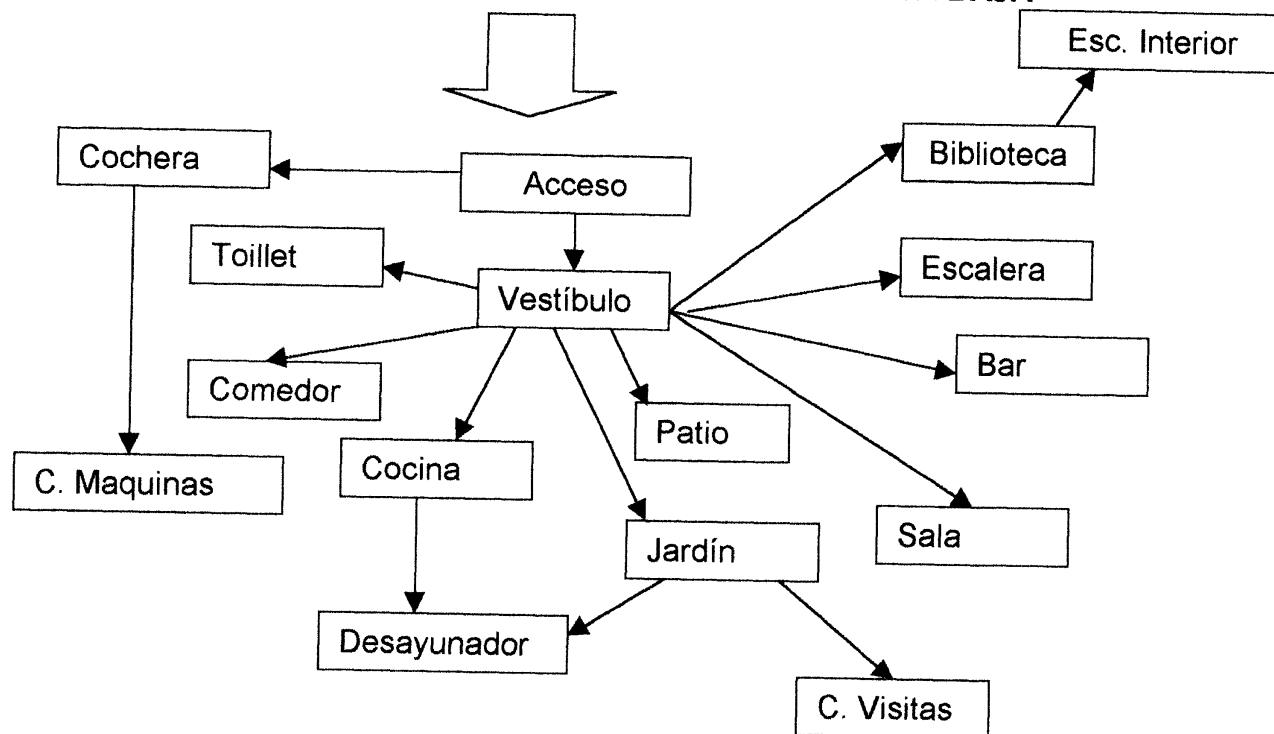
Este proyecto carece de un diseño en base a un sistema modular por lo que no permite un desarrollo por etapas.

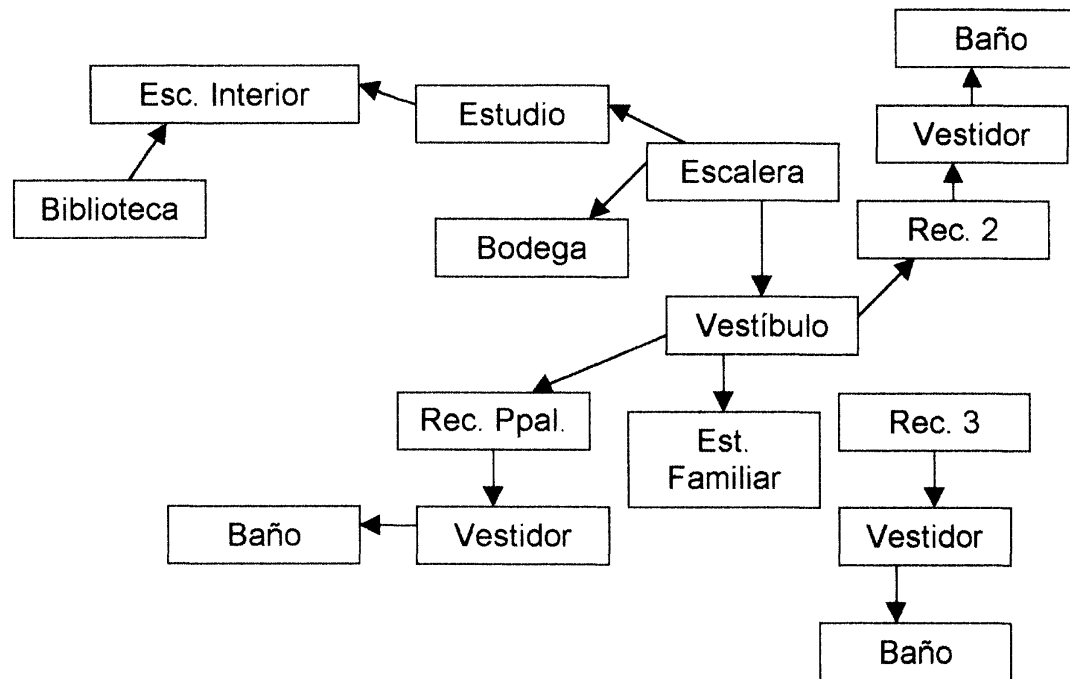
Análisis funcional del edificio

- **Análisis del usuario.** Familia Feldman, integrada por 4 personas, 2 adultos de aproximadamente 28 a 32 años, los dos trabajan fuera de su casa, dos hijos una niña de 7 años y un niño de 5 años.
- **Programa arquitectónico.** Casa habitación con: biblioteca, bar, sala, toilet, comedor, cocina, desayunador, cuarto de visitas, cochera para dos autos, bodega, cuarto de máquinas, jardín, cuarto de servicio, lavandería, estudio, recamara principal, dos recamaras, vestidor en cada una, baño en cada una y estancia familiar.
- **Zonificación.** Area de convivencia: bar, sala, comedor, estancia familiar y jardín. Area de servicios: vestíbulo, toilet, cochera, cuarto de máquinas, bodega, cuarto de servicio y lavandería. Area privada: recamara principal, recamaras 1 y 2, baños, vestidores y cuarto de visitas.

- Diagramas de funcionamiento / Matrices de relaciones

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO CASA "FELDMAN"
PLANTA BAJA



**DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO CASA "FELDMAN"
PLANTA ALTA**

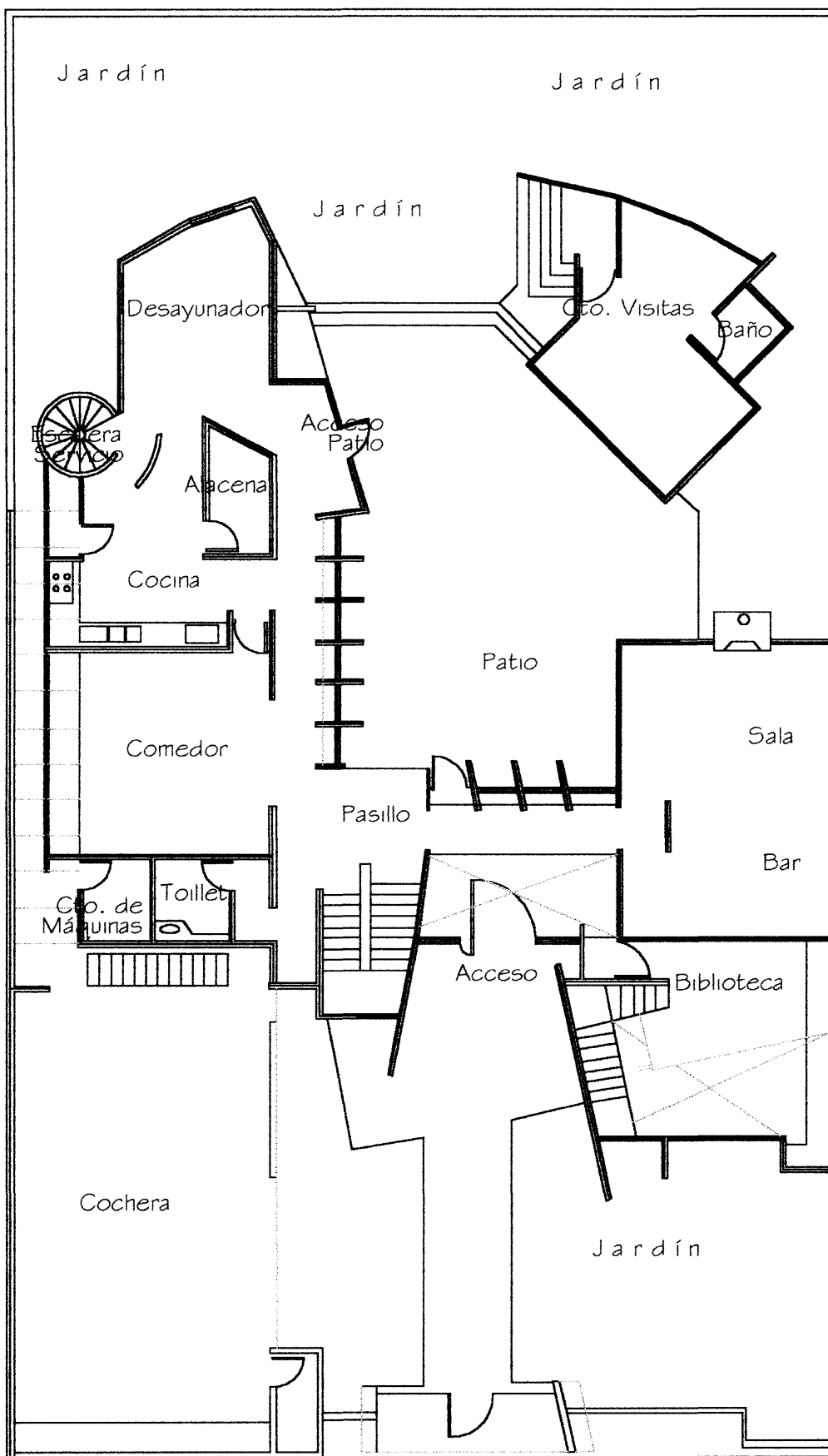
Análisis formal (plástica) de la volumetría del edificio.

En este análisis plástico la composición revela una clara preocupación por la estética, basada en la sencillez y el buen gusto.

Esta casa intenta romper con el cliché que identifica a las casas mexicanas, las cuales resaltan por su colorido, en este caso se manejaron los colores naturales provenientes de los materiales; los diferentes matices se lograron por medio del juego de luces y sombras, tanto naturales como artificiales.

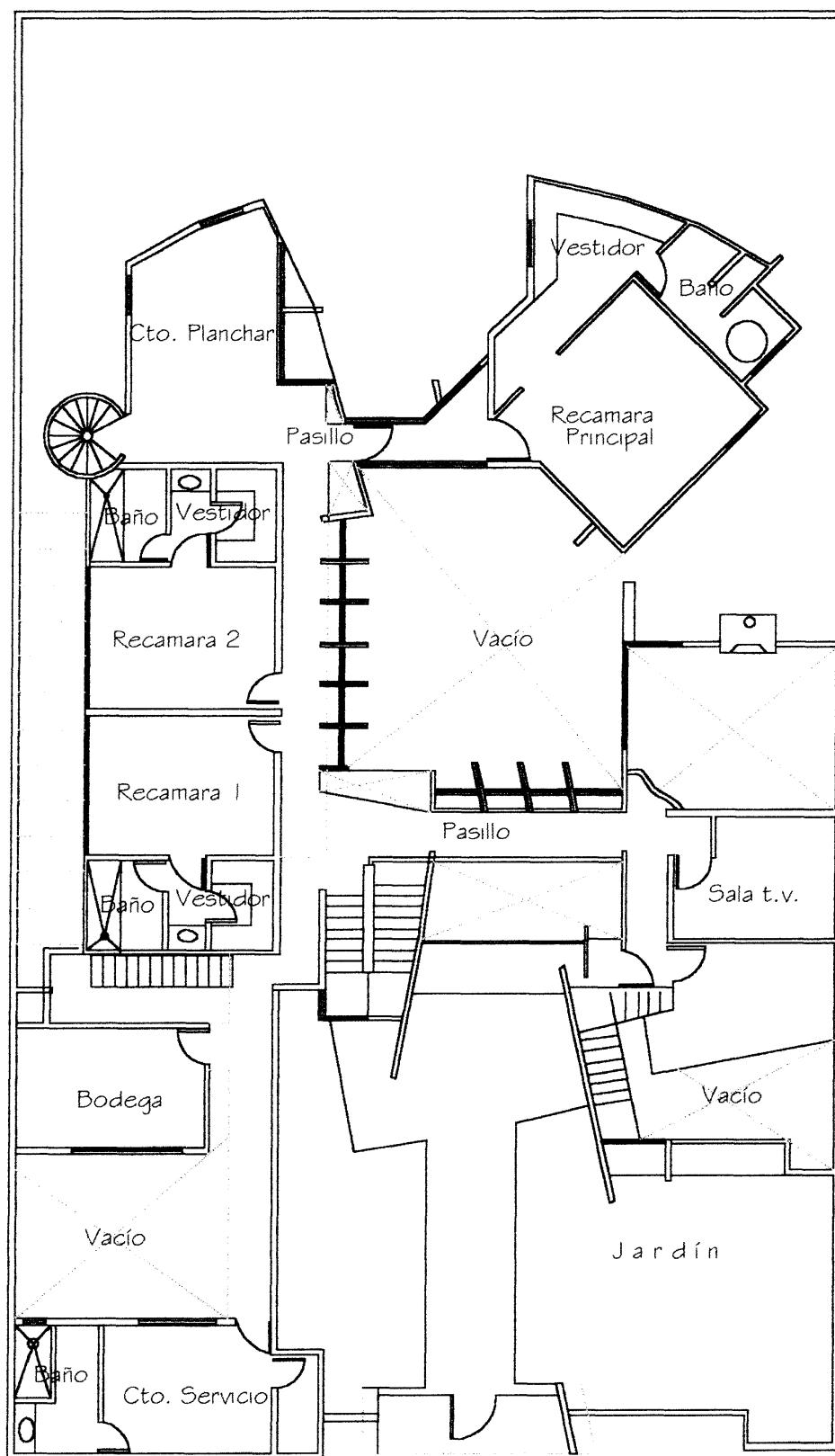
El volumen que marca la jerarquía de la construcción se localiza en fachada, y está compuesto por dos muros laterales de tabique los cuales contienen una pared de cristal.

Las texturas fueron logradas por la diversidad de los materiales aplicados, los cuales juegan un papel importante en su impacto visual.



Planta arquitectónica baja

P
L
A
N
O
S



Planta arquitectónica alta
ESC: s/e

P

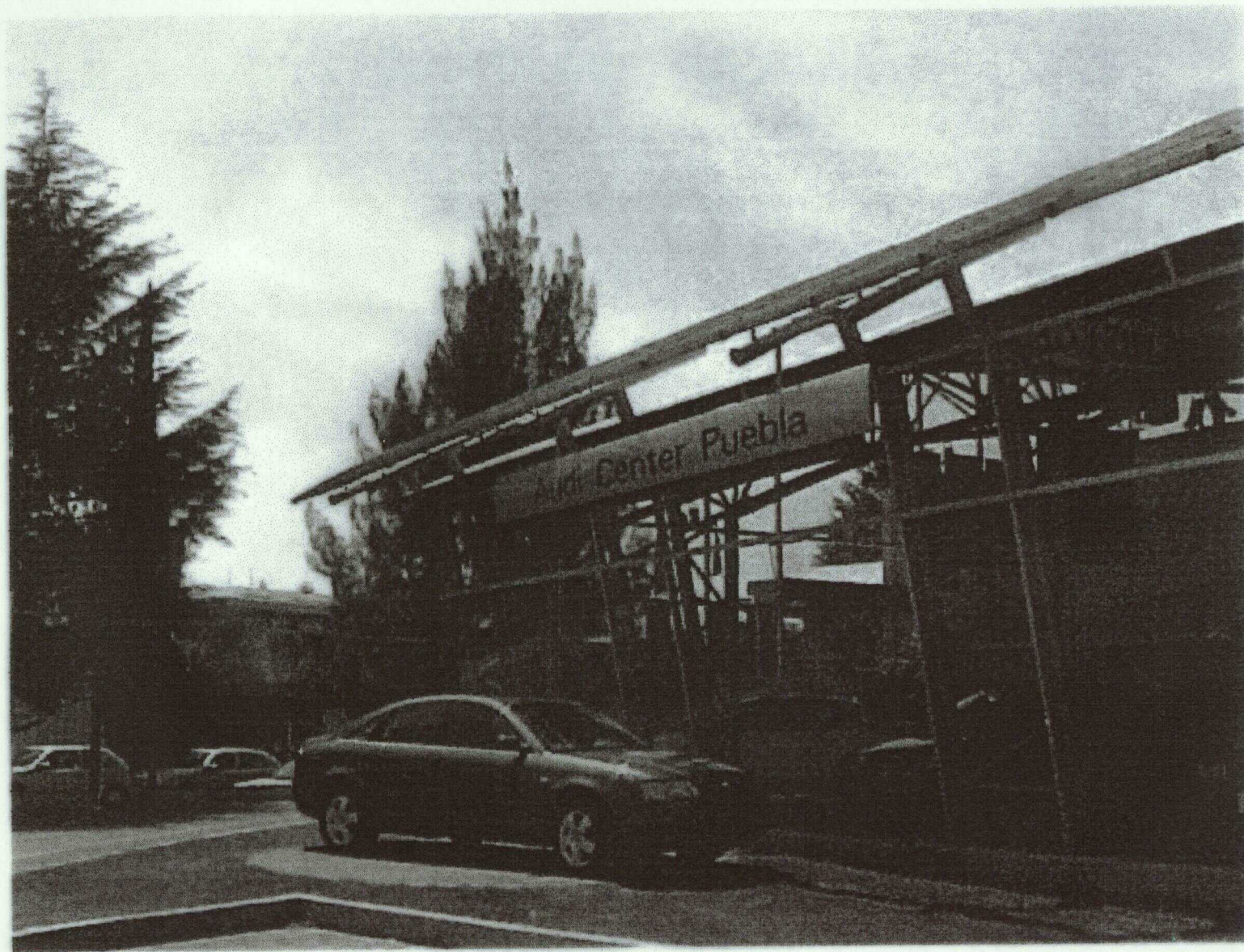
L

A

N

O

S



Agencia Automotriz Audi Center Puebla

4.2 ANALISIS ARQUITECTONICO DE AUDI CENTER PUEBLA

Datos generales del edificio

- **Genero del edificio:** Agencia automotriz
- **Estilo, corriente o tendencia arquitectónica con la cual se diseño el inmueble:** Arquitectura poblana actual.
- **Año de inicio y terminación del inmueble:** 1997-1997
- **Lugar de construcción del edificio:** Circuito Juan Pablo II esquina con 33 Sur Col. Las Animas. Puebla; Pue.

2. Acerca del diseñador

- **¿Cuál es la característica principal de este arquitecto?**
La característica principal del Arq. Pedro del Cerro es la creatividad, innovación, armonía e integración, en su arquitectura proyecta una fantasía minimalista abordada desde un enfoque culto. También lo caracteriza un fuerte compromiso ético con la profesión (fenómeno raro en Puebla), reflejado en el perfeccionismo y alta calidad de diseño e impecable ejecución del edificio.
- **¿Qué es más importante para él: la forma o la función?**
Para él forma y función son indivisibles. Es notable, el inusual interés en la estética de la forma: eso evidencia la falta de estética de las demás construcciones de la ciudad, no su desprecio a la función.
- **¿Genera algún tipo de ambiente, en los espacios interiores?**
De herencia híbrida funcionalista son los ambientes anodinos que abundan en la arquitectura actual. Sin embargo esta pregunta sobra ante una Arquitectura de calidad. Por supuesto, los espacios interiores poseen identidad, la misma de la Arquitectura. No se puede generalizar acerca de las características de sus espacios, por la gran cantidad de lenguajes que ha usado, en la maduración de su expresividad y la evolución del contenido de su Arquitectura. Además el tipo de ambiente interior varía según el giro del edificio. (No poseen el mismo ambiente sus casas, que sus agencias de coche)

Pero si hay una clara preferencia por el minimalismo épico; proporciona amplitud, por medio de características como son: los espacios iluminados, abiertos (es muy recurrida la transparencia del vidrio) con integración mixta de elementos cálidos y fríos (en materiales y colores).

- **¿Cómo es la geometría y composición de sus proyectos?**

La composición es racional (no racionalista), libre, clara, sincera, franca. En cuanto a la geometría recurrente de su composición, usa grandes volúmenes estables (pesados), bien definidos. No usa geometría completamente ortogonal, pero no es excesivo el uso de la asimetría.

- **¿Usa varios volúmenes o uno solo?**

Integra varios volúmenes, pues de ahí parte a que su arquitectura sea integral; es decir cada elemento es parte del todo.

Análisis compositivo del edificio

- **Forma general de la planta arquitectónica.**

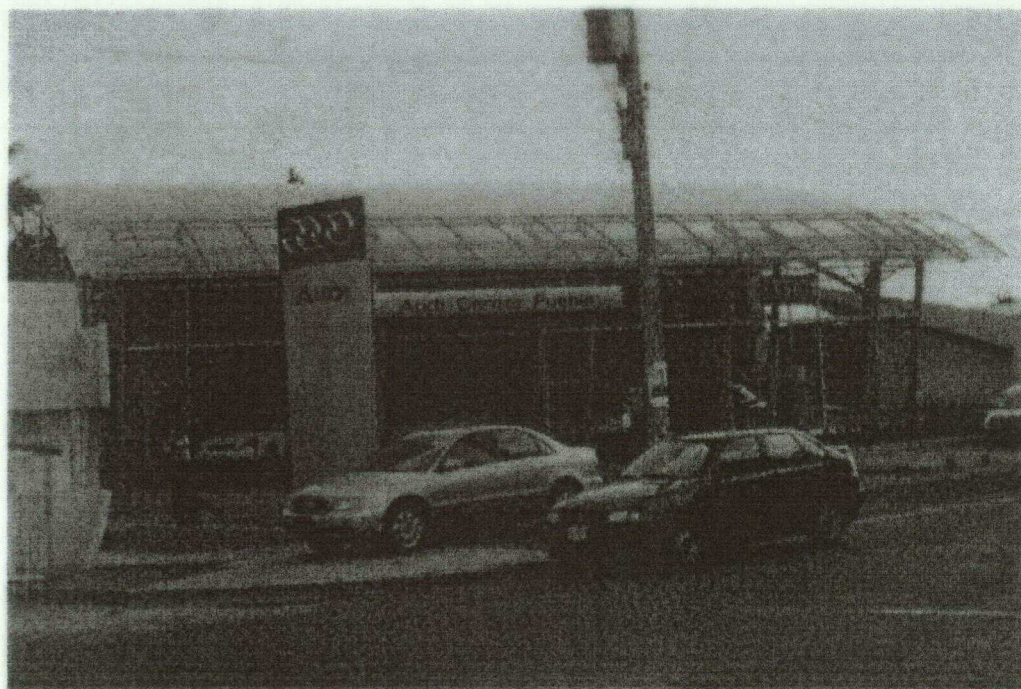
El proyecto arquitectónico de esta agencia automotriz se define como regular y cuadrada, tanto en el desenvolvimiento interno así como en los espacios públicos en planta baja y las oficinas de dirección en la parte superior, aprovechando la existencia de la doble altura de la sala de exposición.

- **Propiedades de forma en la planta arquitectónica**

Posición: El inmueble fue concebido en un terreno urbano con dos colindancias, se encuentra en una esquina; teniendo por lo tanto dos frentes. Topografía plana y se adapta por contraposición de contexto lo cual le da una característica peculiar a este inmueble.

Orientación: Esta agencia automotriz se encuentra situada con respecto al frente del terreno (circuitos Juan Pablo II) al norte.

Inercia visual: En este proyecto los volúmenes y la disposición de la cubierta sugieren cierto movimiento hacia el frente; sin embargo por la transparencia y ligereza de los mismos se logra un equilibrio visual (en otras palabras, el edificio no da la impresión de que caerá)



Audi Center Puebla



Ubicación circuito Juan Pablo II esquina con 33sur

Adición: Del tipo penetración de volumen. En planta baja el volumen que contiene el área de ventas, atención al cliente; con el volumen que contiene al área de exhibición y en la planta alta el volumen que contiene al área administrativa, con el volumen que contiene al área de exhibición la cual se convierte en una doble altura.

Principios ordenadores de la composición arquitectónica

- **Ejes**

Ejes del contorno de la forma

No existe un eje rector debido a la composición de la planta.

En planta, el foco es el conector vertical, que es centro del punto de intersección de los dos volúmenes principales, a partir de la cual se generan los ejes secundarios.

En volumen el foco de los dos volúmenes principales es la convergencia de éstos (la cara del volumen plano y la arista del volumen curvo.)

- **Simetría**

Los volúmenes, al ser ortogonales, tienen simetría, al menos en 2 dimensiones.

Hablando del conjunto arquitectónico, se puede decir que es asimétrico, esto a pesar de que la planta arquitectónica presenta las características de ser cuadrada y de forma regular.

- **Jerarquía**

Evidentemente la sala de exposiciones posee la mayor jerarquía, por la función del edificio (vender, enseñar), busca llamar la atención hacia su contenido. Y también adquiere su jerarquía por el desfase que se genera a partir de esa área, ya que de ahí se emprende la subsecuencia de sus otros espacios.

El volumen del área administrativa es de mayores dimensiones, pero queda opacada por la timidez y ordinariadad de la forma que presenta; en comparación con el otro volumen que es más innovador.

La jerarquía de tamaño la encabeza la sala de exposiciones que es la que presenta mayor altura, de ahí el área administrativa y por último el área de atención al cliente

- **Ritmo / Repetición**

Este inmueble debido al desarrollo de su planta arquitectónica contiene ritmo y repetición: el diseño del edificio en planta esta compuesto por el desfaseamiento gradual de formas cuadradas y rectangulares la secuencia de

las formas esta dada por la transformación y diferenciación gradual del tipo de forma; y que es el espacio principal el que se transforma (sala de exposiciones).

- **Pauta**

Cómo se logra la reunión y organización de las formas, espacios y volúmenes que integran el edificio, que elementos se usan para lograr la transición de espacios (líneas, planos o volúmenes)

La transparencia entre diferentes volúmenes, esto debido al material que fue utilizado (el vidrio) el cual permite la vista a través de él y nos muestra claramente los elementos que lo respaldan. El vidrio espejo, la madera, el acero; esta mezcla de materiales lograron debido a la forma en que se plasmó la diferenciación de cada espacio y su organización.

- **Transformación**

Si el diseño del edificio permitió una construcción por etapas o no se puede construir por etapas. Es decir si su diseño esta basado en un sistema modular. Este proyecto del Audi Center Puebla no permite una construcción por etapas ya que carece de un diseño a base de un sistema modular; es decir; si se llegara a interrumpir la obra en cualquiera de sus partes se notaria a simple vista que le falta alguna de sus partes para poder ser integral en su composición.

Análisis funcional del edificio

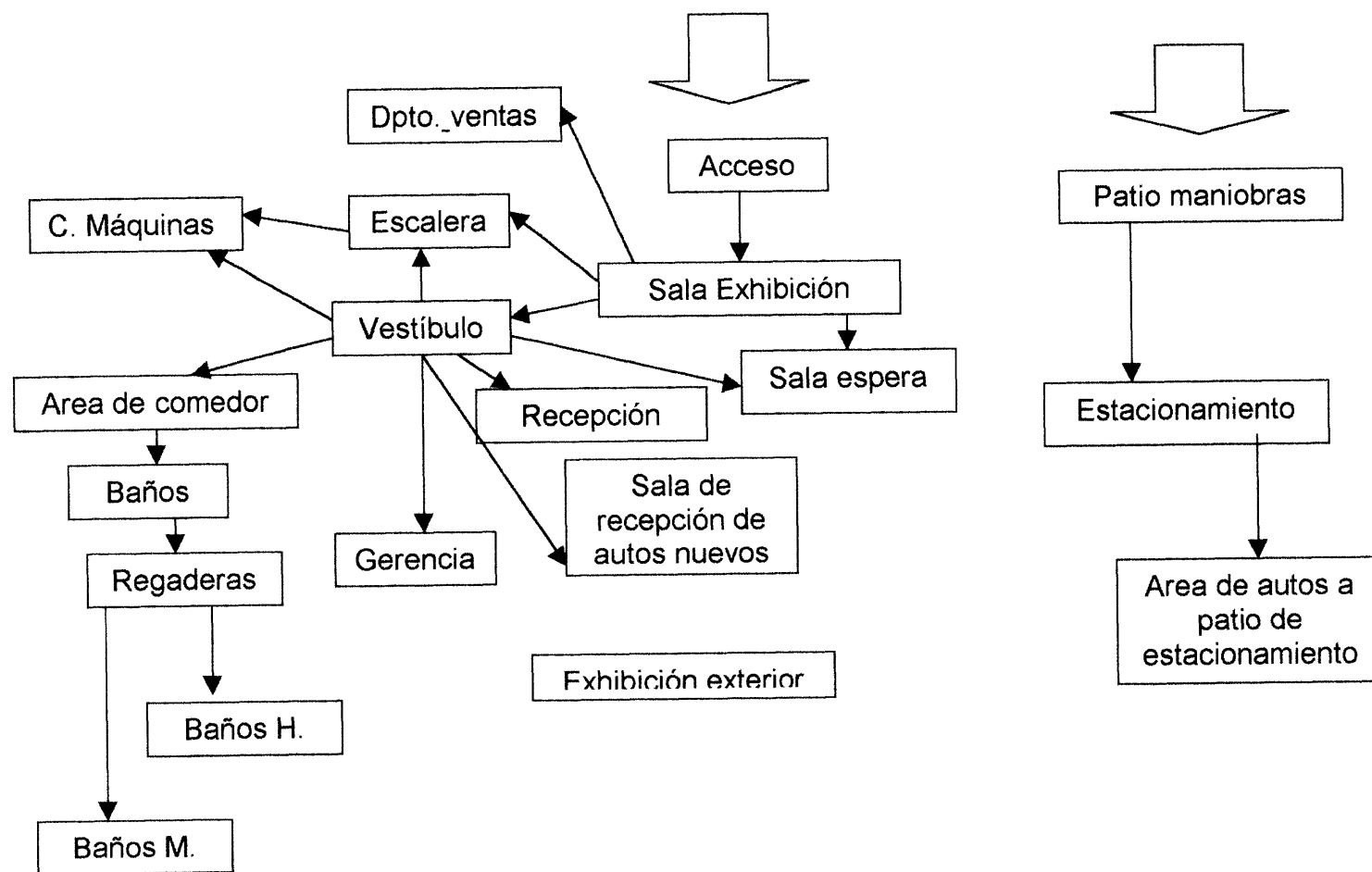
- **Análisis del usuario**

Personal que labora en la empresa, de diferentes edades, clientes que asisten a comprar, clientes que asisten a servicio, gente que visita el lugar.

- **Programa arquitectónico:** Sala de exposición, recepción, sala de espera, oficinas corporativas, sala de juntas, patio de maniobras, taller, estacionamiento, sala de exposición de autos usados.

- **Zonificación:** Area de atención al cliente: sala de exposición, recepción, sala de espera, oficinas, taller, sala de exposición de autos usados. Area de servicio: Sala de juntas, oficinas corporativas, patio de maniobras, taller, estacionamiento.

- Diagramas de funcionamiento / Matrices de relaciones

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO AGENCIA AUTOMOTRIZ "AUDI"

Análisis formal (plástica) de la volumetría del edificio.

La composición revela una clara preocupación estética basada en un dinamismo formal, casi minimalista. Otras características son la vasta iluminación y la simplicidad en texturas y materiales aparentes

La transparencia que nos ofrece este edificio, se basa en la aplicación del vidrio y la estructura de acero, el volumen que crea esta sensación es el que marca la jerarquía del edificio.

P

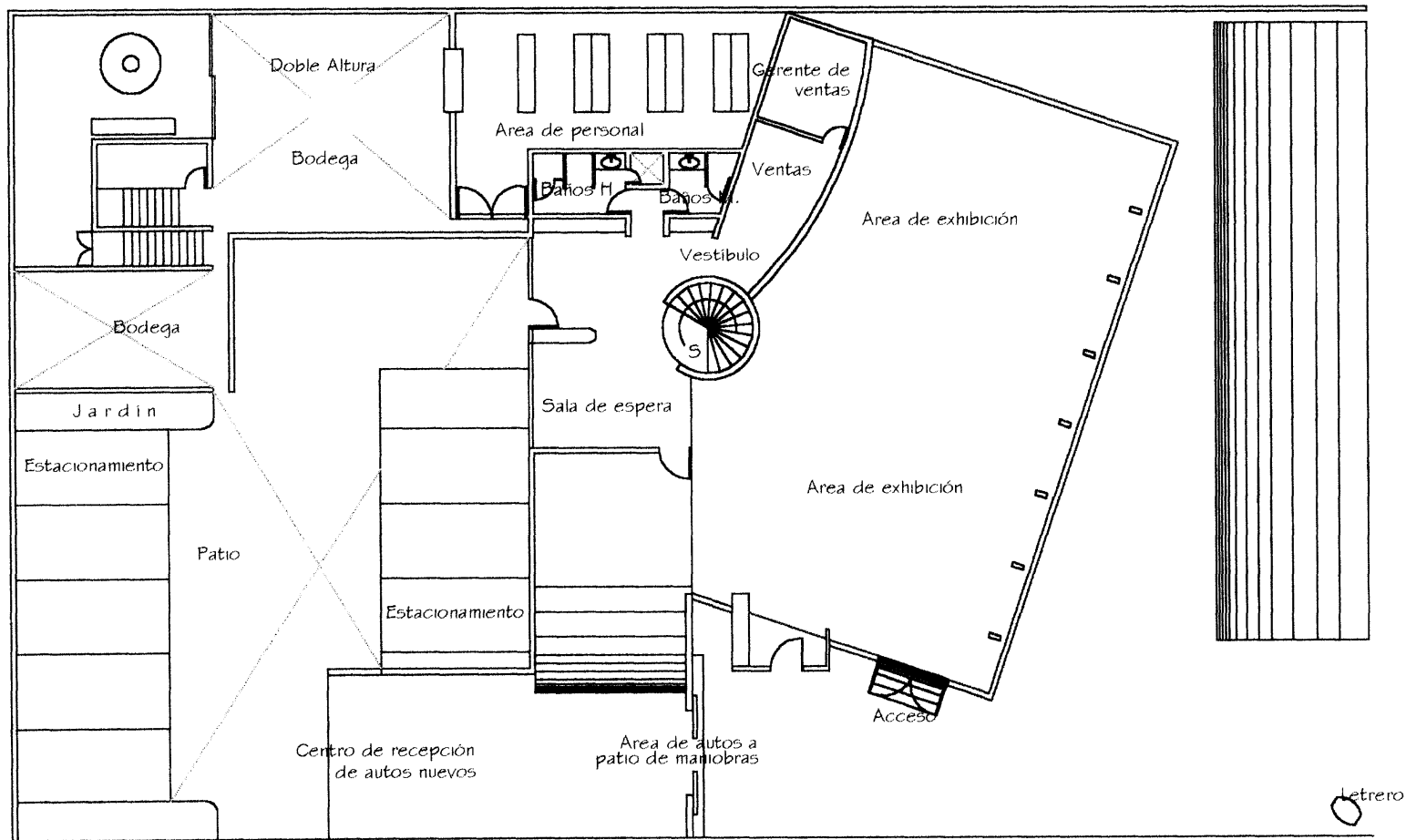
L

A

N

O

S



Planta Arquitectónica Baja

ESC. s/e

P

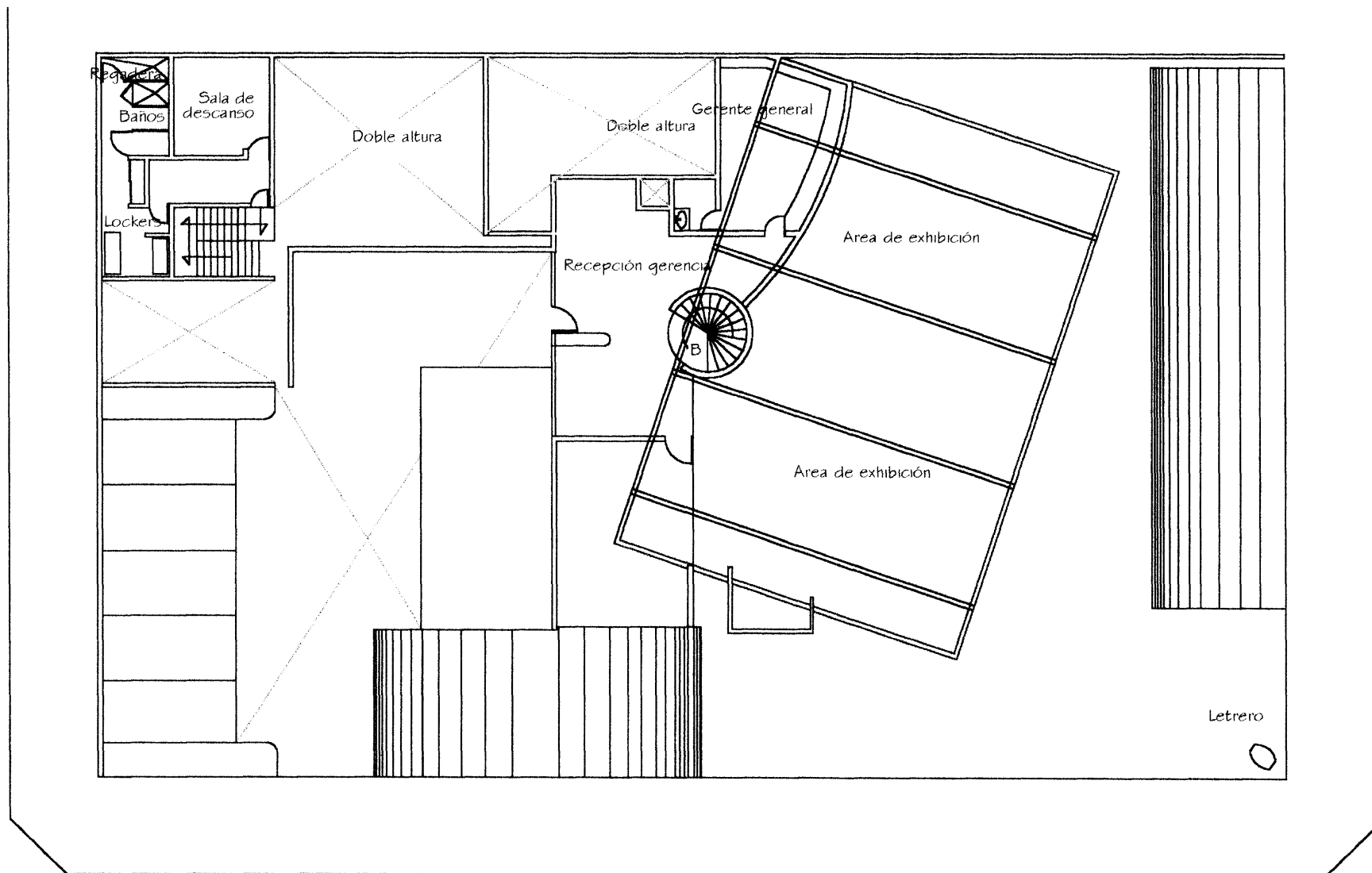
L

A

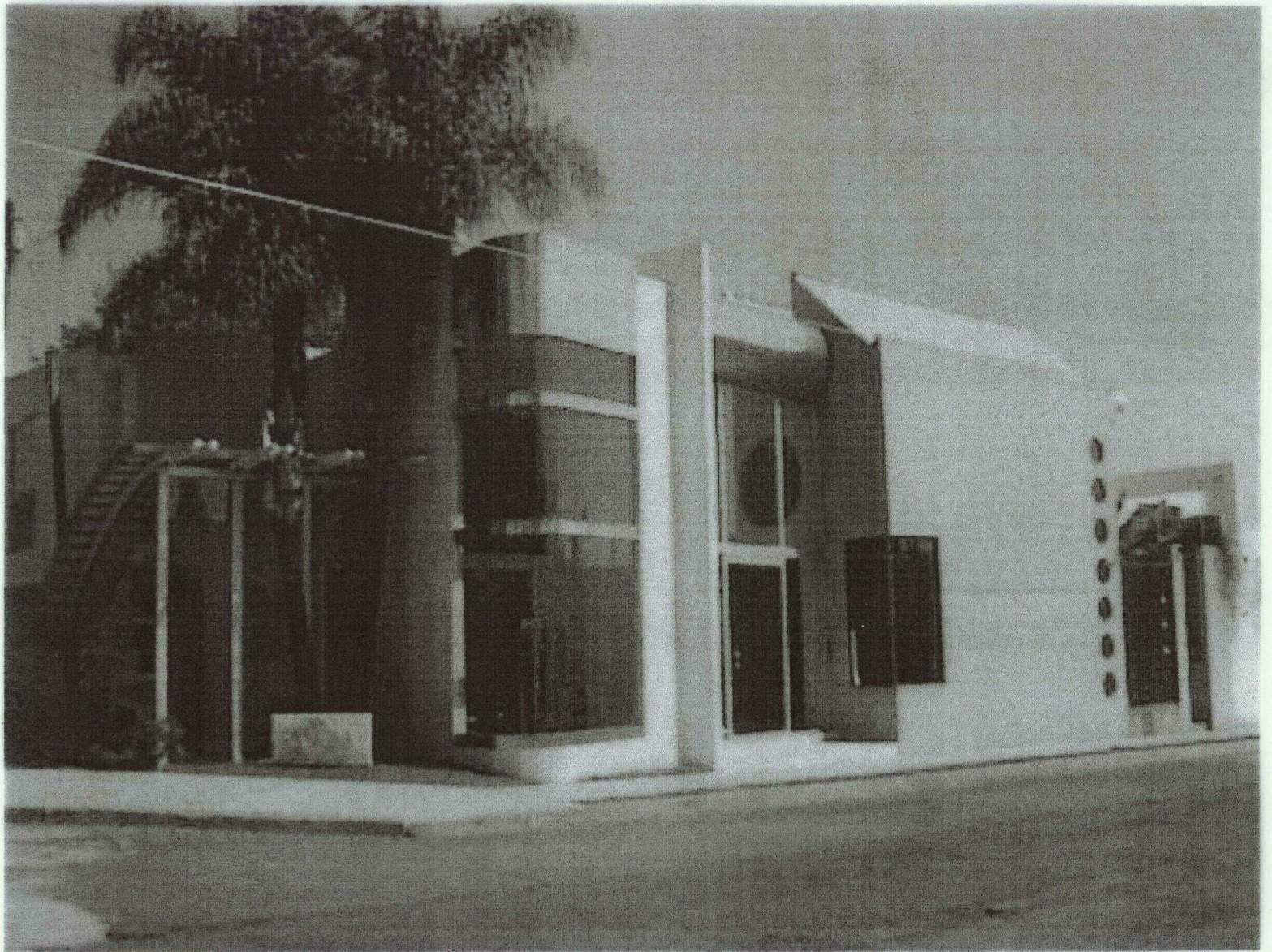
N

O

S



Planta Arquitectónica Alta



Taller de Arquitectura y Galería
La clara presencia de los materiales en su fachada

4.3 ANALISIS ARQUITECTONICO DEL TALLER DE ARQUITECTURA Y GELERIA (VERTICE)

Datos generales del edificio

- **Genero del edificio:** Taller de Arquitectura y Galería (VERTICE).
- **Estilo, corriente o tendencia arquitectónica con la cual se diseño el inmueble:** Arquitectura poblana actual.
- **Año de inicio y terminación del inmueble:** 1998 - 1999
- **Lugar de construcción del edificio:** Av. 37 oriente No. 14-B, colonia Huexotitla. Puebla. Pue.

Acerca del diseñador

- **¿Cuál es la característica principal de este arquitecto?**
Este taller fue diseñado por el Arquitecto poblano Pedro del Cerro Martínez el cual siempre esta en busca de la creatividad, innovación, armonía e integración; en su arquitectura proyecta una fantasía minimalista abordada desde un enfoque culto.
También lo caracteriza un fuerte compromiso ético con la profesión (fenómeno raro en Puebla), reflejado en el perfeccionismo y alta calidad de diseño e impecable ejecución del edificio.
- **¿Qué es más importante para él: la forma o la función?**
Para él forma y función son indivisibles. Es notable, el inusual interés en la estética de la forma: eso evidencia la falta de estética de las demás construcciones de la ciudad, no su desprecio a la función.
- **¿Genera algún tipo de ambiente, en los espacios interiores?**
Tipo de ambientes generados en los espacios interiores
De herencia híbrida funcionalista son los ambientes anodinos que abundan en la arquitectura actual. Sin embargo esta pregunta sobra ante una Arquitectura de calidad. Por supuesto, los espacios interiores poseen identidad, la misma de la Arquitectura. No se puede generalizar acerca de las características de sus espacios, por la gran cantidad de lenguajes que ha usado, en la maduración de su expresividad y la evolución del contenido de su Arquitectura. Además el tipo de ambiente interior varía según el giro del edificio. (No poseen el mismo ambiente sus casas, que su taller de arquitectura).

Pero si hay una clara preferencia por el minimalismo épico; proporciona amplitud, por medio de características como son: los espacios iluminados, abiertos (es muy recurrida la transparencia del vidrio) con integración mixta de elementos cálidos y fríos (en materiales y colores).

- **¿Cómo es la geometría y composición de sus proyectos?**

La composición es racional (no racionalista), libre, clara, sincera, franca. En cuanto a la geometría recurrente de su composición, usa grandes volúmenes estables (pesados), bien definidos. No usa geometría completamente ortogonal, pero no es excesivo el uso de la asimetría.

- **¿Usa varios volúmenes o uno solo?**

En su arquitectura integra varios volúmenes, pues de ahí parte a que su arquitectura sea integral; es decir cada elemento es parte del todo.

Análisis compositivo del edificio

- **Forma general de la planta arquitectónica.**

El proyecto arquitectónico de este Taller de Arquitectura se define como regular y cuadrada. En planta baja parte de un área de exhibición con doble altura punto de donde parten y se generan las demás áreas. Formas cuadradas y rectangulares son las predominantes en estas oficinas.

- **Propiedades de forma en la planta arquitectónica**

Posición: El inmueble se encuentra situado en un terreno urbano con dos colindancias, se encuentra en una esquina; teniendo por lo tanto dos frentes. De topografía plana y su contexto más inmediato son las casa que se encuentran a su alrededor de nivel socioeconómico medio-alto; su adaptación debido a que este inmueble es más reciente, lo hace por medio de contraposición de contexto; lo cual le da una característica peculiar a este inmueble.



Vista lateral del Taller de Arquitectura y Galería

Orientación: Este Taller de Arquitectura con respecto a su acceso principal (el frente del inmueble) se encuentra orientado al sur.

Inercia visual: En este proyecto la estabilidad visual fue lograda por la clara definición de sus volúmenes, de sus formas y sus elementos; la transparencia que rige en este proyecto es parte fundamental de la arquitectura que se exhibe.

Adición: Del tipo penetración de volumen. Tanto en planta baja como en alta el volumen que contiene la galería de arte con el volumen que contiene al área de exhibición la cual se convierte en una doble altura.

Principios ordenadores de la composición arquitectónica

- **Simetría:**

En este Taller de arquitectura predominan las formas cuadradas y rectangulares, por lo cual presenta simetría en sus formas.

Los volúmenes, al ser ortogonales, tienen simetría, al menos en 2 dimensiones.

Hablando del conjunto arquitectónico, se puede decir que es asimétrico, esto a pesar de que la planta arquitectónica presenta las características de ser cuadrada y de forma regular.

- **Jerarquía**

Evidentemente la galería de arte posee la mayor jerarquía, por su forma y la doble altura que la soporta; a parte de que ahí nace el desarrollo del proyecto.

Esta galería es el foco de atención de este taller, tanto por su realce visual como por la importancia de la misma; al llegar al inmueble la atención principal la atrae esta galería; esto también debido a su ubicación la cual ocupa uno de los vertices del terreno.

De ahí, por consecuente la siguiente jerarquía es representada por el taller creativo; pues este es uno de los lugares de donde parte la concentración de ideas para generar arquitectura.

Después el área de directivos que se encuentra en la parte superior; lugar donde se generan las propuestas y los proyectos que se van a desarrollar (clientes). Después quedan las demás áreas como son área de servicios, archiveros, baños, bodega de servicio, recepción etc.

En volúmen la galería es la de mayores dimensiones y por la importancia dentro del proyecto arquitectónico es la que ocupa la jerarquía principal, a pesar de que la cubierta es el elemento más innovador; queda opacada por la galería.

La jerarquía de tamaño la encabeza la galería de arte que es la que presenta mayor altura por el desfase vertical espacial que se genera, de ahí el área de los directivos, y por consiguiente las demás áreas.

- **Ritmo / Repetición**

Este inmueble debido al desarrollo de su planta arquitectónica no tiene ritmo y repetición: el diseño del edificio en planta esta compuesto por la integración e interacción de la sala de exhibición con el taller creativo y el sitio de trabajo es fundamental como idea inicial.

- **Pauta**

Cómo se logra la reunión y organización de las formas, espacios y volúmenes que integran el edificio, que elementos se usan para lograr la transición de espacios (líneas, planos o volúmenes)

La transparencia entre diferentes volúmenes, esto debido al material que fue utilizado (el vidrio) el cual permite la vista a través de él y nos muestra claramente los elementos que lo respaldan.

La reunión y la integración es lograda a base de la doble altura que se utilizó, pues de ahí parte el desarrollo del proyecto y se organiza.

El vidrio, la madera, el acero; esta mezcla de materiales lograron debido a la forma en que se plasmó la diferenciación de cada espacio y su organización.

- **Transformación**

Si el diseño del edificio permitió una construcción por etapas o no se puede construir por etapas. Es decir si su diseño esta basado en un sistema modular.

Este proyecto del Taller de Arquitectura y Galería si permitió una construcción por etapas (basado en un sistema modular); es decir; si se llegara a interrumpir la obra en cualquiera de sus partes no se notaria a simple vista que le falta alguna de sus partícipes para poder ser integral en su composición; además de que así fue la forma en la cual se llevo a cabo la ejecución de este inmueble



La transparencia del vidrio y una buena iluminación dentro del Taller de arquitectura y Galería

Análisis funcional del edificio

- **Análisis del usuario**

Personal que labora en el Taller de Arquitectura y Galería:

1 director del Taller, 1 coordinador de proyectos, 1 sub-coordinador de proyectos (apoyo), 2 dibujantes de apoyo, 1 administrador de proyectos y representante legal, 2 secretarias, 3 ingenieros civiles (residentes y encargados de obra), 1 persona de limpieza, 1 vigilante y los clientes.

- **Programa arquitectónico:**

En planta baja: acceso a la galería, acceso al taller, área de exhibición, baños, recepción, bodega, módulo de servicios (cafetería), área administrativa, archivero, privado de proyectos, área de reunión y un área de impresión (plotters, impresoras).

En planta alta: privado administrativo, privado del director, área de exhibición y el baño.

- **Zonificación:**

Zona privada: área del director y el área administrativa.

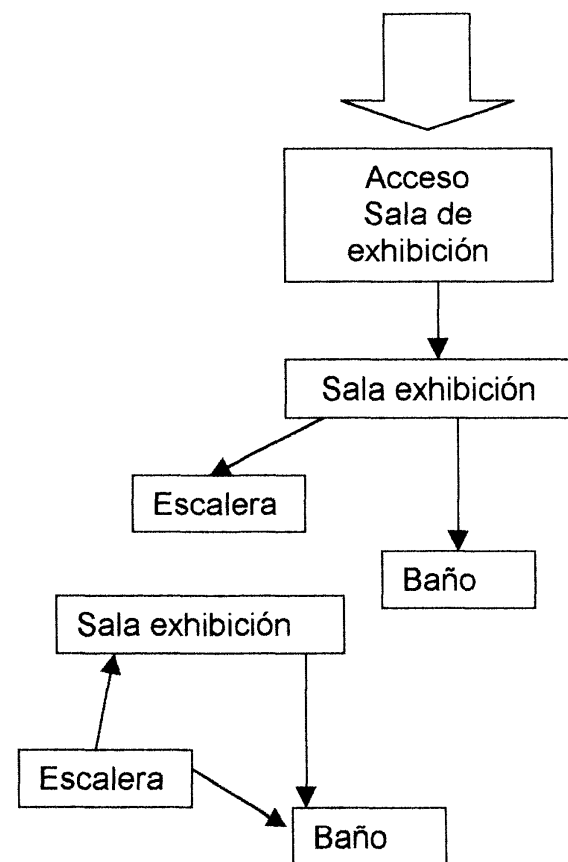
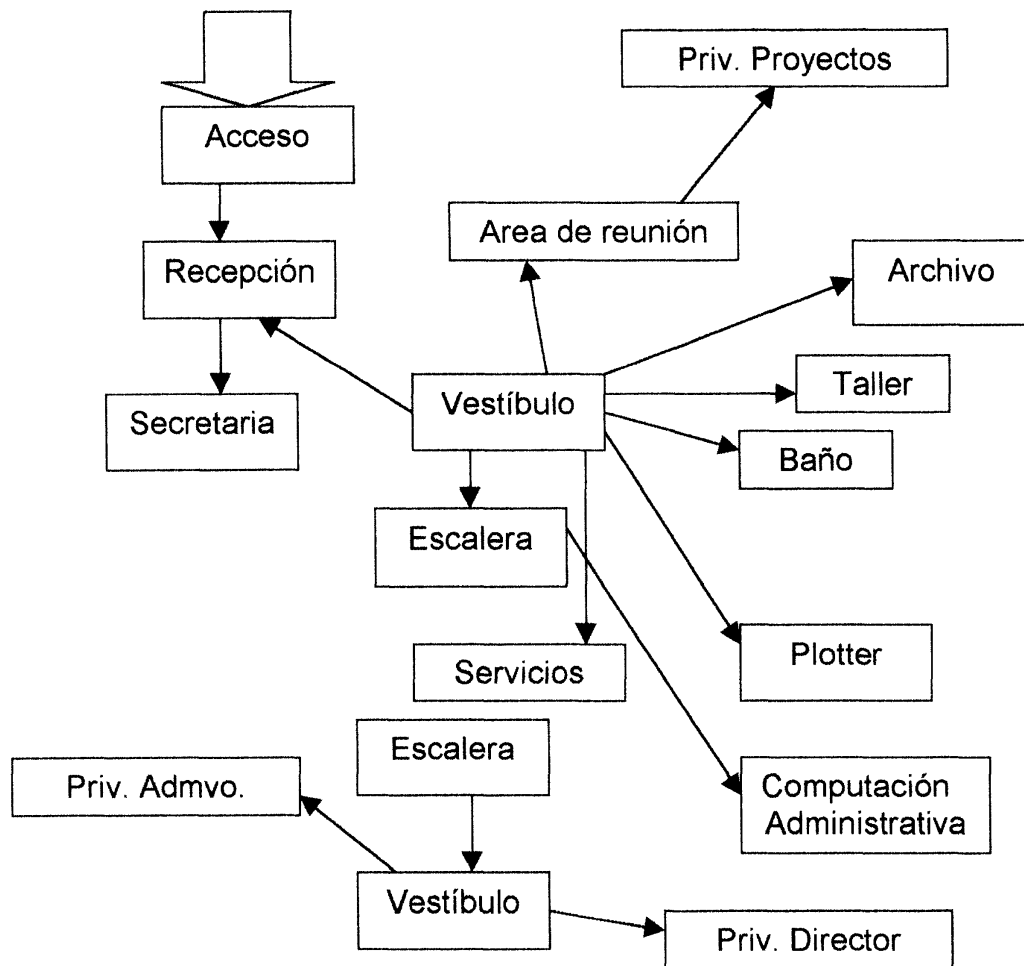
Zona semiprivada: área de proyectos, área de cómputo, área de reunión y el área de impresión.

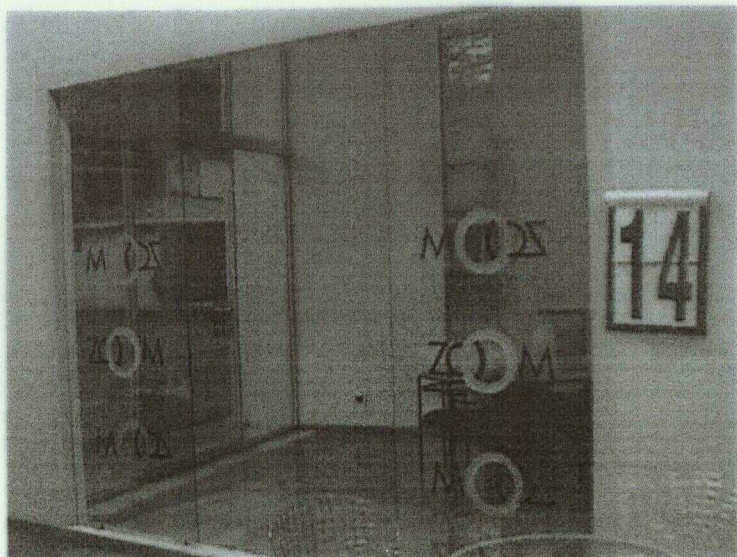
Zona pública: área de recepción, áreas de exhibición y área de cafetería.

Zona de servicios: baños y bodega.

- Diagrama de funcionamiento/Matrices de relaciones:

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DESPACHO DEL "ARQ. PEDRO DEL CERRO"

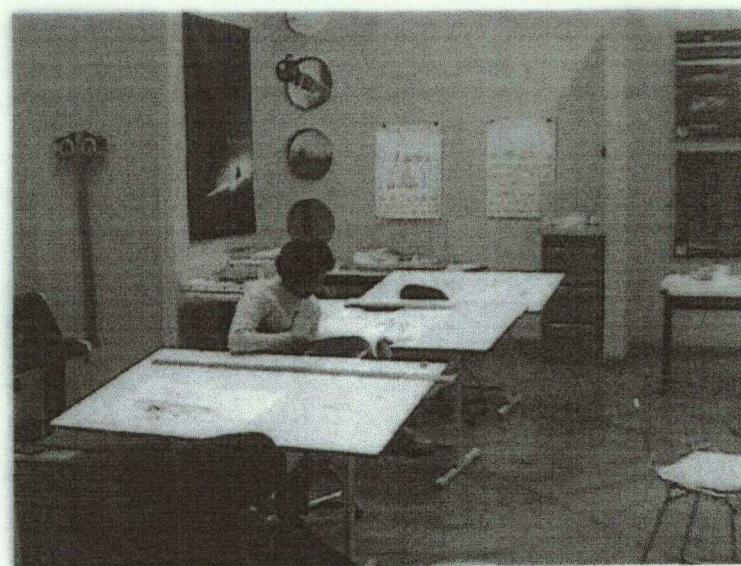




El vidrio y la madera en la Galería de Arte



Comunicación entre la Galería y El Taller



Los talleres de dibujo

Análisis formal (plástica) de la volumetría del edificio.

La composición de este proyecto arquitectónico revela una clara preocupación estética basada en un dinamismo formal minimalista.

La transformación que experimentan los volúmenes es señalada en su interior y remarcada en el punto final de la creación arquitectónica; en donde el refinamiento de formas y acabados responde de manera fiel al uso interno que de igual forma subraya la atención en sus espacios internos.

El uso del vidrio, el acero y la madera forman parte fundamental de su plástica.

En este Taller el juego de alturas se remarca en la sala de exhibición la cual maneja una doble altura y es la que atrae la mayor atención en el inmueble.

El color predominante es el blanco y las texturas son en su mayoría finas y lisas. Un interesante manejo de la luz y la sombra; realzando los elementos más interesantes de este Taller, la luz natural como la artificial jugaron un papel importantísimo dentro del desarrollo del proyecto.

Este Taller de Arquitectura tienen un carácter muy definido en cuanto a diseño. La planta es de forma regular y cuadrada; en ella el arquitecto buscó la sencillez en cuanto a formas y decorado. Este es uno de los pocos talleres arquitectónicos cuyo inmueble refleja la modalidad de su función; es decir, se percibe una forma diferente de arquitectura que finalmente señala el objetivo primordial de la imagen que se pretende transmitir: la búsqueda de un espacio de formas sencillas, innovadoras y frescas. En este edificio se consigue un equilibrio notable. Esta estabilidad estética es lograda a partir de la utilización de muros de vidrio en lugar de muros de concreto (al exterior y al interior); la combinación acero y madera, y en general el manejo de los espacios que permiten un contacto con su contexto natural más próximo (sin afectar la intimidad de las diversas áreas).

CAPITULO CUATRO: TALLER DE ARQUITECTURA Y GALERIA

P

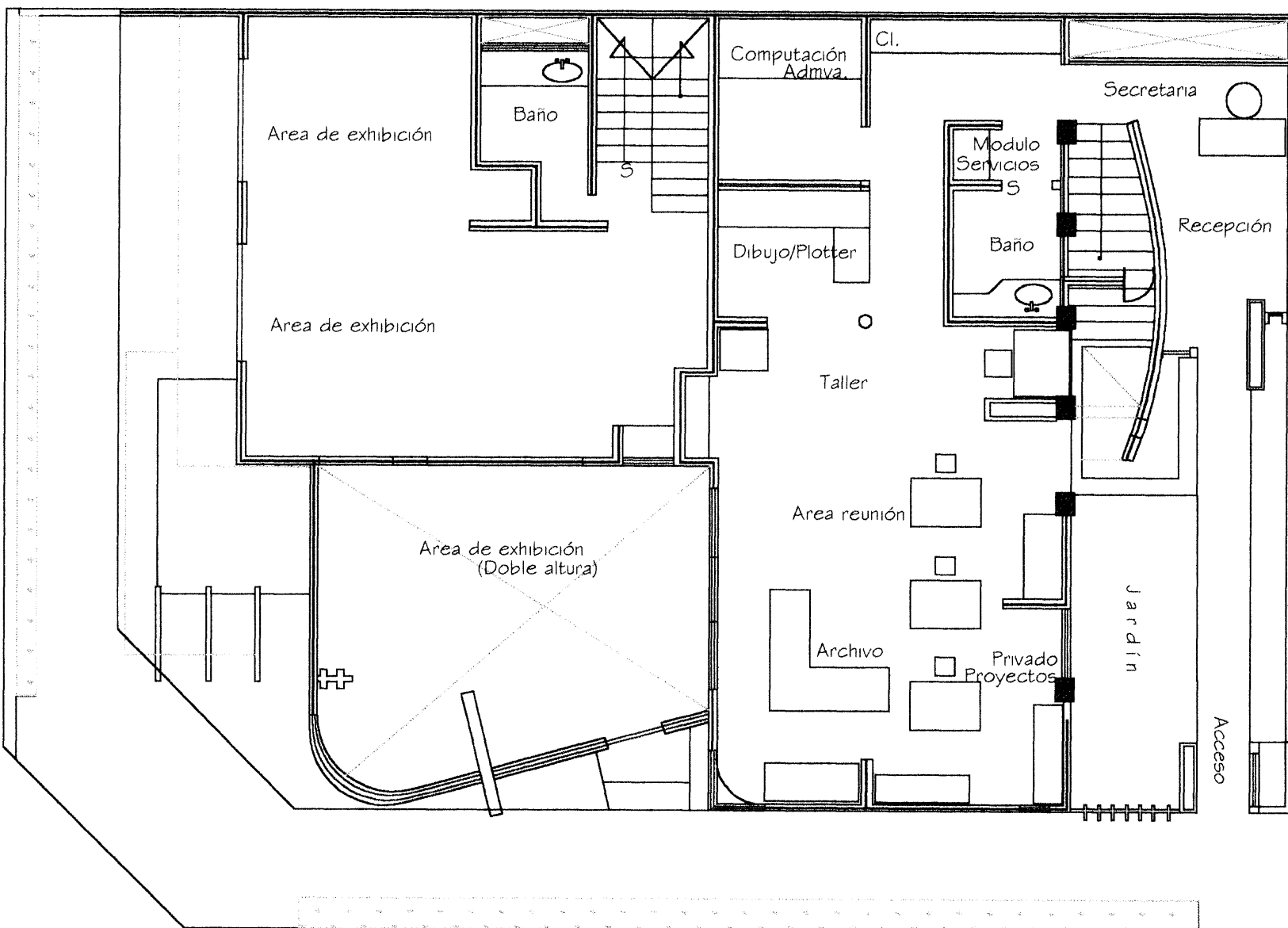
L

A

N

O

S



Planta Arquitectónica Baja

ESC. s/e

P

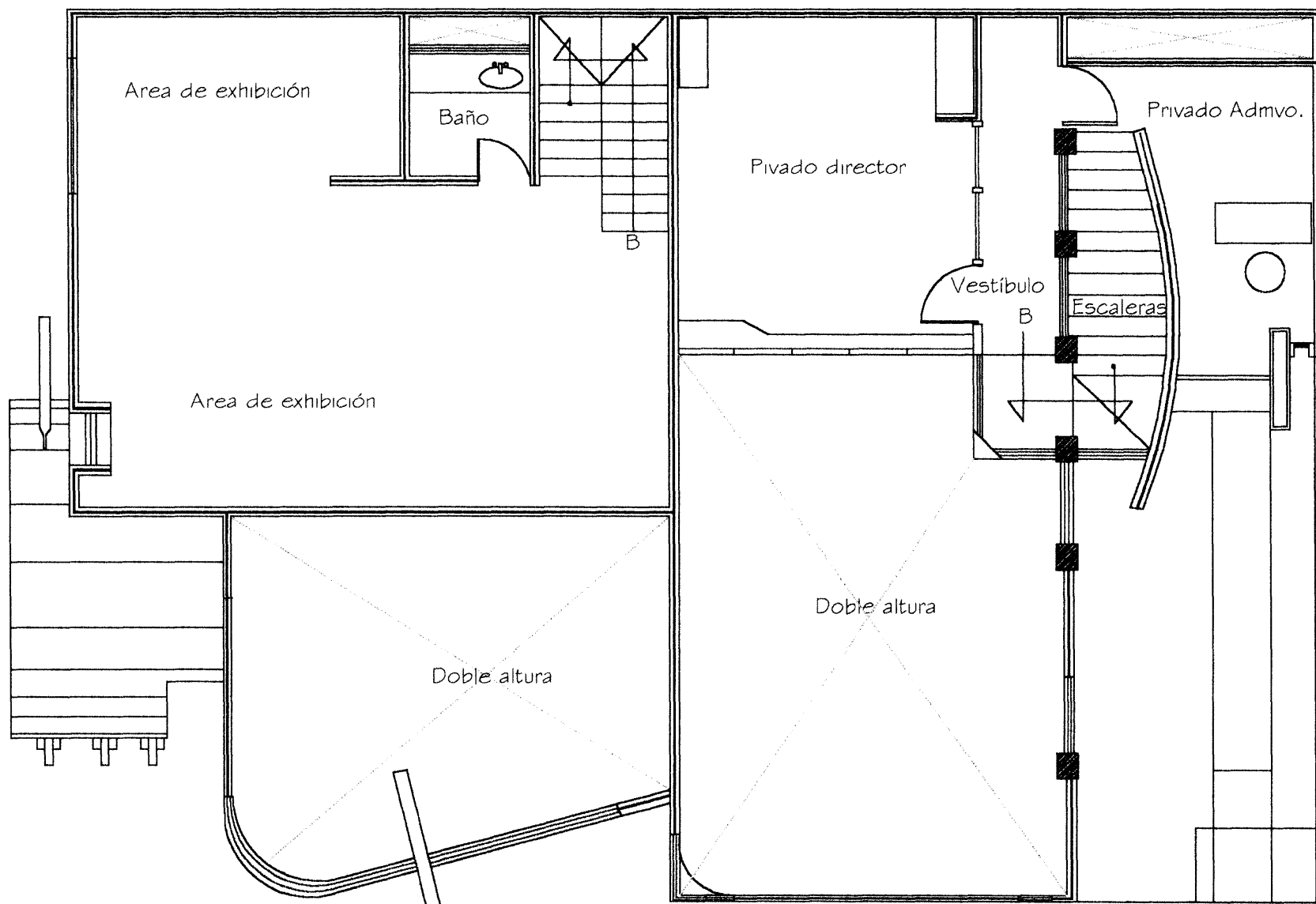
L

A

N

O

S



Planta Arquitectónica Alta

ESC. s/e



Restaurante Entre Gozos (área de comensales al aire libre)

4.4 ANALISIS ARQUITECTONICO DEL RESTAURANT ENTREGOS

Datos generales del edificio

- **Genero del edificio:** Restaurante
- **Estilo, corriente o tendencia arquitectónica con la cual se diseño el inmueble:** Arquitectura poblana actual.
- **Año de inicio y terminación del inmueble:** 1998-1998
- **Lugar de construcción del edificio:** Interior rancho "La Noria", Puebla, Pue.

Acerca del diseñador

- **¿Cuál es la característica principal de este arquitecto?**
Creado por Grupo Taller de Arquitectura S. C. (Arq. Elías Adam y Arq. José Robredo). La creatividad, integración y adaptación al medio natural en que se desarrolla su arquitectura; buscando siempre nuevas formas de expresión, diferentes materiales y matices, tratando siempre de ir al margen y no quedarse rezagados.
Existe un fuerte compromiso ético con la arquitectura, reflejado en el perfeccionismo y alta calidad de diseño, así como en la ejecución de sus obras.
- **¿Qué es más importante para él: la forma o la función?**
Para estos arquitectos la forma y la función presentan la misma jerarquía en la realización de un proyecto arquitectónico; es decir son subsecuentes tanto una como otra. Forma y función creadas para el desarrollo del hombre.
- **¿Genera algún tipo de ambiente, en los espacios interiores?**
El compromiso de crear ambientes de libertad y flexibilidad, característica primordial de sus espacios, por la gran cantidad de lenguajes que han usado, en la maduración de su expresividad y el progreso del contenido en su Arquitectura.

También cabe mencionar la variación que generan en cuanto a sus ambientes; según el tipo de edificio que se pretenda crear; pues no son los mismos ambientes que se crean para un restaurante que a los de una casa; pero si tienden a un mismo fin (ser agradables para el hombre).

La creación de espacios iluminados, abiertos, claros y definidos son aspectos primordiales de sus arquitectura.

- **¿Cómo es la geometría y composición de sus proyectos?**

En cuanto a la geometría tiende más a las formas simples y regulares, también crean desfases con estas formas pero siempre con un orden y relación del espacio.

La composición es libre, clara, sincera y franca; existe una clara preocupación por la distribución particular pero a su vez integral de cada espacio; así como la importancia de la zonificación la cual consideran de suma importancia.

- **¿Usa varios volúmenes o uno solo?**

Integra varios volúmenes, pues de ahí parte a que su arquitectura sea integral; es decir cada elemento es parte del todo.

Análisis compositivo del edificio

- **Forma general de la planta arquitectónica**

El proyecto arquitectónico del restaurante entre gozos se desarrolla de una forma regular y cuadrada. El espacio destinado para el restaurante era un patio abierto, de ahí parte la distribución de todos y cada uno de los espacios; con el fin de añadir frescura, sonido y un paso libre a la luz natural; esta última peculiaridad nos ayuda a reducir los costos de la iluminación artificial.

- **Propiedades de forma en la planta arquitectónica**

Posición: El inmueble fue concebido en un patio abierto entre una hilera de casas, y una galería de arte contemporáneo por lo que el terreno urbano se encuentra en la parte central de estos inmuebles anteriormente mencionados; teniendo por lo tanto un solo frente. De topografía plana y el logro consistió en unificar estos edificios de lenguaje tan disparatado en un espacio central que contuviera al restaurante y a su vez se mantuviera por sí solo.



Detalle de jardinera y cuerpo de agua, con vista desde el área de comensales interior y exterior

Orientación: Con respecto al frente del restaurante se encuentra al noroeste.

Inercia visual: En este proyecto se logra un equilibrio visual entre los espacios interiores y los espacios a cielo abierto; provocando diferentes sensaciones con un mismo fin (comodidad) en ambas partes. El elemento principal lo constituye un muro aislado que, en forma semicircular da cuerpo al espacio del patio y a su vez lo divide del área interior de comensales formando un nodo de integración entre uno y otro espacio.

Adición: Del tipo cara-arista; la cara del volumen que contiene el área de comensales interior con la arista del volumen que contiene al área de comensales al exterior, dispuesta a manera de terraza.

Principios ordenadores de la composición arquitectónica

- **Simetría**

Con respecto al conjunto arquitectónico, se puede decir que es asimétrico, esto a pesar de que la planta arquitectónica presenta las características de ser cuadrada y de forma regular.

Con respecto a las formas de la planta arquitectónica en su mayoría tienen simetría (cuadrados y rectángulos).

Los volúmenes, al ser ortogonales, tienen simetría, al menos en 2 dimensiones.

- **Jerarquía**

Ciertamente las área de comensales tanto interior como exterior son las que poseen mayor jerarquía, esto debido a la función del restaurante, el cual busca que sus clientes se sientan en espacios agradables para poder desarrollar la actividad principal (comer).

Después por consiguiente la cocina es la que ocupa la segunda importancia de este inmueble; pues de ahí desprenden todos los procesos de elaboración (alimentos) para que el restaurante funcione.

En cuanto a volumen y tamaño la principal jerarquía es la del área de comensales.

- **Ritmo / Repetición**

Este restaurante debido al desarrollo de su planta arquitectónica contiene ritmo y repetición: el diseño del inmueble en planta esta compuesto por el desfase gradual de formas cuadradas y rectangulares la secuencia de las formas esta dada por la transformación y diferenciación gradual del tipo de forma. El área que se desfase en este caso es el área de comensales.

- **Pauta**

Cómo se logra la reunión y organización de las formas, espacios y volúmenes que integran el edificio, que elementos se usan para lograr la transición de espacios (líneas, planos o volúmenes)

La transparencia entre diferentes volúmenes, esto debido al material que fue utilizado (el vidrio) el cual permite la vista a través de él y nos muestra claramente los elementos que lo respaldan como: la madera, el acero, jardineras interiores, espejos de agua; etc. Esta mezcla de materiales y elementos lograron darle a cada uno de los espacios un ambiente peculiar.

- **Transformación**

Si el diseño del edificio permitió una construcción por etapas o no se puede construir por etapas. Es decir si su diseño esta basado en un sistema modular. Este proyecto del Restaurante Entre Gozos pudo haber permitido una construcción por etapas ya que su diseño es modular y muy sencillo. Pero no fue concebido de esa manera.

Análisis funcional del edificio

- **Análisis del usuario**

Personal que labora en el restaurante: 3 meseros, 2 cocineros, 1 persona de limpieza, 1 barman, 1 lava platos, 1 gerente general, 1 administrador y los clientes; de diferentes edades (entre los 20 y 38 años) ; ambos sexos.

- **Programa arquitectónico**

1 área de comensales interior, 1 bodega, 1 cocina, 1 barra (bebidas, caja de cobro, pasa platos), 1 area de comensales al exterior, 2 baños: 1 para caballeros y otro para damas.

- **Zonificación**

Zona de servicios: cocina, barra y bodega.

Zona privada: baños de caballeros y damas.

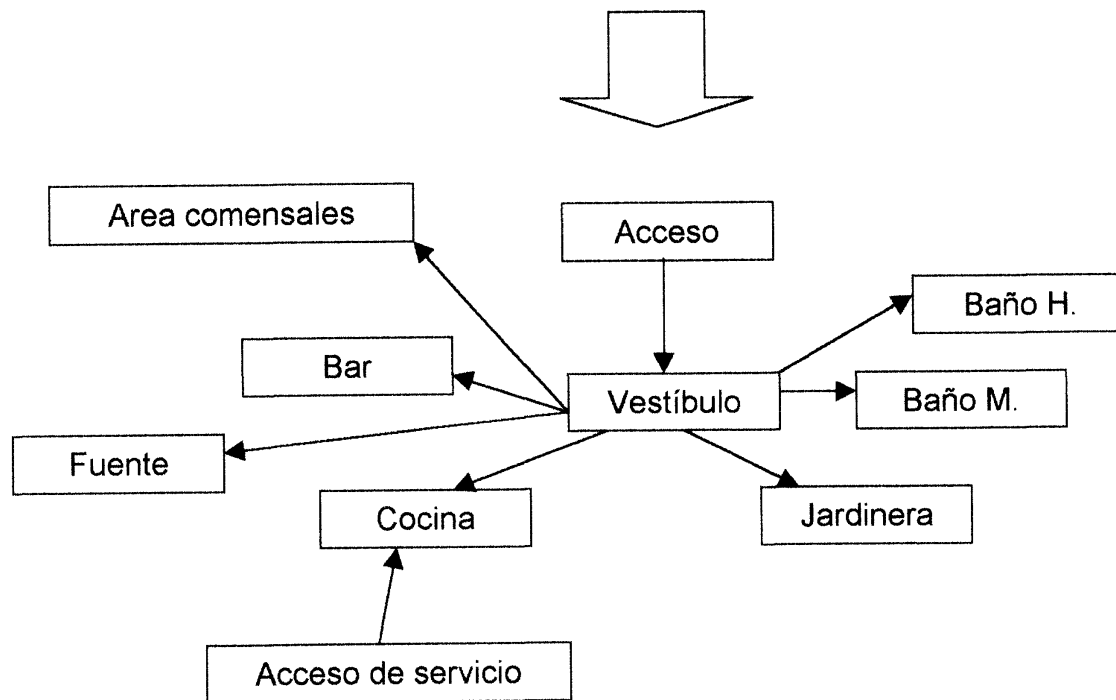
Zona de estar: comensales al interior y al exterior.



Detalle de entrada de luz en área interior

- Diagrama de funcionamiento/Matrices de relaciones.

DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO RESTAURANT "ENTREGOZOS"



Análisis formal (plástica) de la volumetría del edificio.

Este proyecto arquitectónico del Restaurante Entre Gozos revela una clara preocupación estética y formal, basada en un desarrollo sencillo pero bien definido; por su ubicación remite serenidad en el ambiente.

La transparencia que nos ofrece este edificio, se basa en la aplicación del vidrio y la estructura de acero, el volumen que crea esta sensación es el que nos da la jerarquía del edificio. En el desarrollo de la planta se nota la jerarquía principal otorgada al área de los comensales y resalta la importancia que se le otorgó a la volumetría en este proyecto.

Se manejan en su mayoría espacios medianos abiertos; tanto interiores como exteriores. La adaptación al medio natural en el desarrollo del proyecto fue de suma importancia pues ese era el espacio destinado para el restaurante; el cual se respeto.

El acero (al oxido), el vidrio, la madera se manifiestan en la concepción de este proyecto; así como otros elementos empleados para crear diferentes sensaciones, como fueron el estanque con la jardinera. Domos de vidrio fueron utilizados para producir un efecto a cielo abierto; colocados estratégicamente para resaltar ciertas áreas por medio de luz natural. Un parasol hecho a base de una placa de acero perforada para evitar la excesiva incidencia solar.

El color predominante es el verde, en un tono suave patinado; también existen tonos café claros combinados con los colores naturales de los diferentes materiales utilizados; como la madera en un muro, el acero oxidado y el vidrio.

Otras características son la vasta iluminación (tanto por luz del ambiente como la artificial) y la simplicidad en texturas (en su mayoría lisas). El juego interesante de luces y sombras, reflejadas en elementos interesantes del lugar; favoreciendo la percepción del mismo y proporcionando a su vez un ambiente cálido, acogedor y apacible; cualidades necesarias en un restaurante.

P

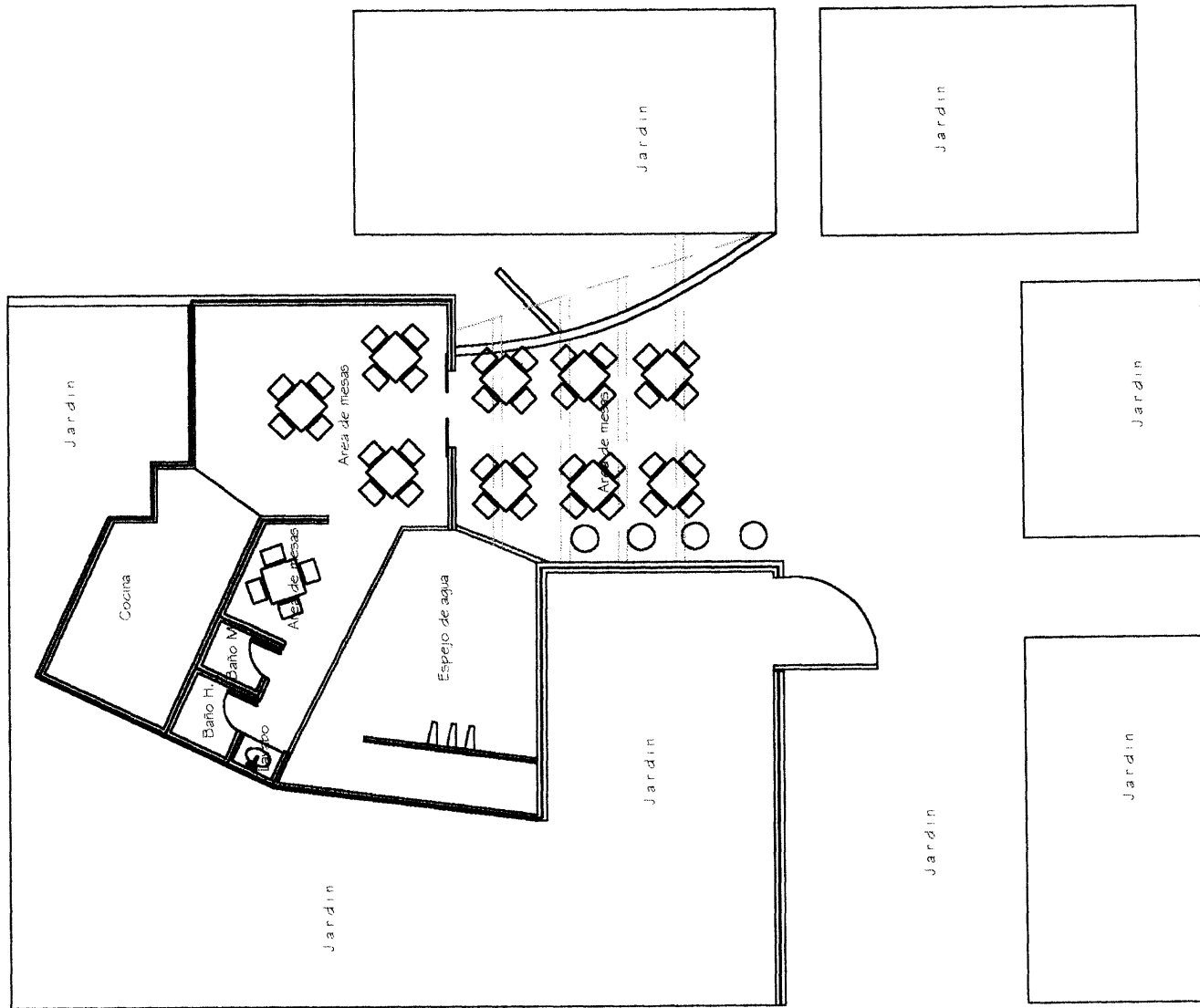
L

A

N

O

S



Planta Arquitectónica

ESC. 1/50

P

L

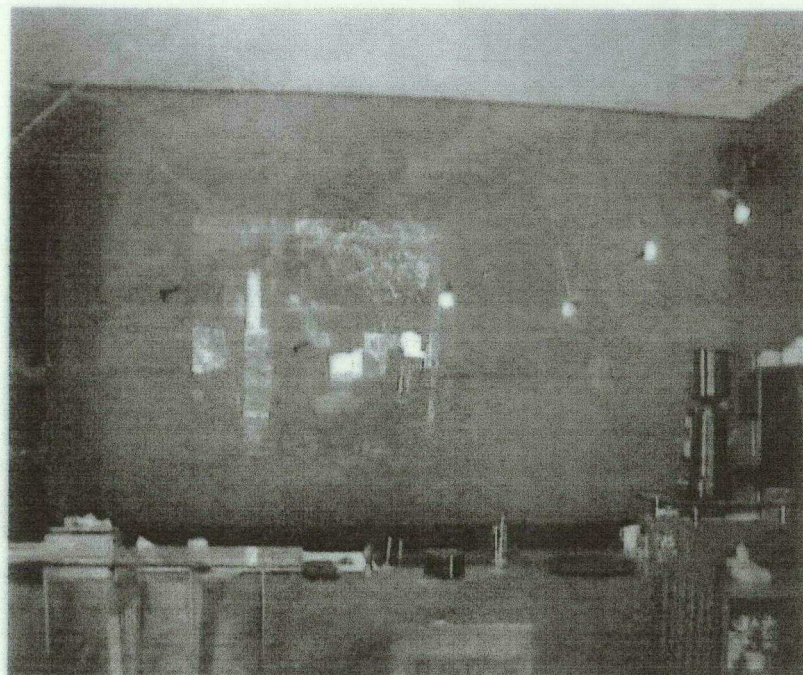
A

N

O

S

Detalle del cristal esmerilado detrás de la barra del restaurante



Detalle interior con panel de madera en área de comensales interior



V CONCLUSIONES

La utilización de materiales que se proponen, producirán una arquitectura fresca y flexible, es decir, no recargada y que presente sencillez en las formas, generando así un minimalismo arquitectónico. Esta propuesta no es la solución a todas las exigencias en diseño; se plantea en este trabajo recepcional como una opción más que se ha venido utilizando en la arquitectura contemporánea.

Estos materiales tienen la posibilidad de cambiarse fácilmente sin poner en riesgo la esencia del inmueble (como puede ocurrir en las remodelaciones). El vidrio y el policarbonato por ejemplo permiten visualizar más aún los espacios y crean la sensación de contacto con el exterior y la naturaleza, mejor aprovechamiento de espacios y de luz natural, lo que permite un influjo térmico que contribuye al ahorro de energía. El policarbonato, tiene diversas cualidades (térmico, acústico y de bajo costo); presenta tonalidades varias, lo que genera versatilidad visual y además cuenta con resistencia mecánica, irrompible, no requiere mantenimiento. El vidrio por su parte y el tratamiento para moldearlo es de muy alto costo razones por las cuales, en muchos de los casos se a sustituido por el policarbonato cuya aparición en el mercado mundial es prácticamente reciente (7 años); pero sería difícil concluir que el vidrio va a ser remplazado en su totalidad, este material va a seguir siendo utilizado por muchos años más.

El metal proporciona ligereza, a pesar de ser un material pesado. Ha sido utilizado ya anteriormente en las tendencias del art nouveau y en la arquitectura virreinal; pero en las construcciones actuales da cierto toque de renovación que se manifiesta en los diferentes tipos de acabados utilizados actualmente (esmerilados, patinados, oxidados, carbonizados). Estos efectos se logran sin alterar la esencia del material, que ofrece diversas ventajas: es muy maleable, tiene alta resistencia mecánica, su mantenimiento es mínimo y permite crear efectos de tensión y fragilidad; características estéticas básicas de la construcción metálica. Es un material que ha sustituido poco a poco la arquitectura maciza por la construcción de entramados que hace posible erigir edificios de gran altura y en un tiempo mínimo; pero el costo aunque ya ha bajado sigue siendo elevado.

La madera es un material resistente, denso y rígido, de fácil adquisición en el mercado, de costos diversos de acuerdo a las necesidades de la construcción, y con una amplia gama de posibilidades para su utilización –regulan la

temperatura, ofrece diversas tonalidades, texturas- La madera tiene un efecto cálido y combinada con los materiales mencionados anteriormente crea un espacio equilibrado propicio para las áreas comunes.

Lo que se ha venido construyendo en la ciudad de Puebla, a pesar de las nuevas tendencias en diseño y utilización de materiales, se ha encasillado a grandes rasgos, en una falta de innovación arquitectónica.

Las pocas construcciones en la ciudad de Puebla que han utilizado estos materiales no se han aceptado ampliamente e incluso, han sido criticadas por la sociedad en general y sobre todo por los que tienen una estrecha relación con este campo (arquitectos, ingenieros civiles, diseñadores; etc.).

Para la concreción de nuestro estudio, como se ha expuesto a lo largo del trabajo, se escogieron varios inmuebles que respondían a este tipo de arquitectura.

Partimos de un método de análisis formal de los edificios. De esta manera, se fueron depurando cuáles eran los indicadores para entablar el estudio. Se necesitaba contar con las plantas arquitectónicas, fachadas y poder establecer contacto directo con los diseñadores respectivos. A partir de este análisis se concluyeron los siguientes puntos con base en las hipótesis manejadas.

La propuesta arquitectónica de estos inmuebles intenta romper con lo manejado convencionalmente en México (colores primarios, contrastes, elementos recargados, etc.) En definitiva, un estilo preconcebido de lo típico mexicano (arcos, tejas, macetas, uso excesivo de la piedra, etc.). El asunto primordial a tratar a lo largo de esta tesis fue que este estilo ha sido sobreexplotado e incluso, malamente imitado, en algunos casos.

En este sentido podemos inferir que las costumbres de las personas en una ciudad se ven reflejadas en la arquitectura existente.

“En cuanto a ser social el individuo no es un mero reflejo de la sociedad. Desde luego, renuncia a su autonomía al desarrollar el el entrelazamiento social. Pero esto no significa que se transforme en un



Restaurante las Espadas: juego de luces y sombras, el acero y el cristal

resonador pasivo, en una mera ejemplificación de pautas y papeles, sino que la socialización se basa en el acuerdo y el diálogo entre el individuo y la sociedad”¹²

Es lógico que el hombre, en este caso el arquitecto, que nace, crece y se desarrolla en una sociedad, sea producto de la misma. Y siendo el arquitecto el que desarrolla la arquitectura, él se proyecta y a su vez proyecta a la sociedad. La sociedad se proyecta en la arquitectura a través del arquitecto.

La arquitectura actual en Puebla se ha visto viciada y confundida por la tradición y la historia las cuales han confundido a muchos arquitectos y artistas, para los que la búsqueda de una identidad regional se ha convertido en una carga tremenda que ha ensombrecido una gran dosis de creatividad y talento, (como si la arquitectura sufriera una proyección en serie) lo que ha producido un estancamiento en el desarrollo de las tendencias actuales de la arquitectura.

“La rutina; la repetición de problemas y soluciones semejantes llegan a fastidiar al arquitecto a destruir la frescura de su inventividad y de su imaginación. Es necesario viajar, asistir a reuniones, conocer en otras partes el trabajo de otros arquitectos; discutir lo que se hace, estudiar, meditar; renovarse apasionadamente. Todo ello contribuirá a formarnos, nos permitira formar en conciencia a quienes dentro de la escuela esperan de nosotros algo más que formas, fórmulas o definiciones.”¹³

Pero la intención no es del todo negativa ni pesimísta; sino al contrario ahora más que nunca, cuando la ciencia y la tecnología están alcanzando su moderna meta, desapareciendo las fronteras entre nuestros países; es cuando, es ahora que debemos buscar un lenguaje arquitectónico abierto y universal en el que la herencia historica y cultural deje de ser un ancla para convertirse en una plataforma de lanzamiento hacia la búsqueda de una arquitectura con una visión capaz de proporcionar un nuevo significado a nuestras tradiciones.

La utilización de estos materiales no limita la innovación del diseño arquitectónico, al contrario, permiten finalmente la concreción de las formas preconcebidas.

¹² Teófilo R. Neira, tesis: “El arquitecto hoy: la teoría de la Arquitectura”, Ma. Teresa Olmos A.

¹³ Mauricio Gómez Mallorga, tesis: “El arquitecto hoy: la teoría de la Arquitectura”, Ma. Teresa Olmos A.

Los que están haciendo este tipo de arquitectura de antemano definen en qué espacio son recomendables estos materiales, cómo pueden ser utilizados y qué novedad visual aportan.

Este tipo de construcciones reflejan actualmente las búsquedas de expresión arquitectónica que se han manejado a nivel mundial. Esto es posible en gran medida con los materiales mencionados (madera, metal, vidrio); que forman parte de la solución a necesidades de construcción, siendo los elementos básicos para lograr las manifestaciones arquitectónicas actuales.

Nuestro análisis se enfoca a cuatro inmuebles específicos: Empresa Automotriz AUDI, el Taller de Arquitectura y Galería, Casa habitación Feldman y el restaurante Entregosos.

Casa Feldman:

Esta casa logró manifestar su completa estructura, mediante la simplicidad de las formas, subsecuentes con la función. No se necesitó el color, los materiales al natural dieron la atmósfera adecuada, los juegos de luz (natural y artificial) permitieron dar vida y armonía a cada espacio exaltando ciertos objetos, así como también la proyección de sombras.

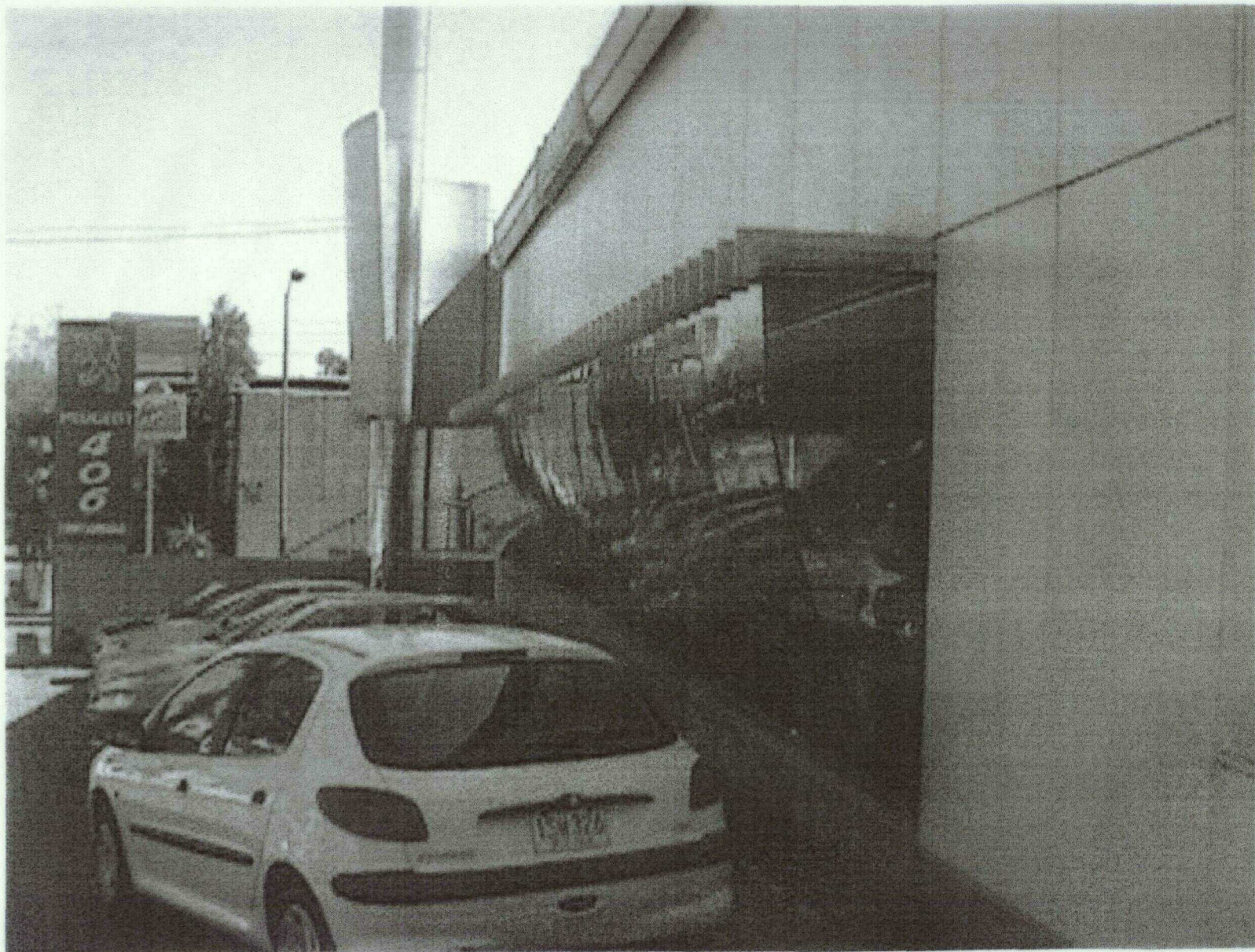
Esta casa denota la importancia en la jerarquización de sus espacios tanto interiores como exteriores, pues los espacios se encuentran predelimitados. La volumetría formó parte importante en la concepción de esta casa y los espacios fueron pensados de acuerdo a las personas que iban a habitarla. Aunque esto debería de ser una característica primordial para el desarrollo básico de un espacio, muchas veces es olvidada, por lo que llama la atención la percepción que se tuvo de las necesidades específicas contempladas en este proyecto.

AUDI

Esta agencia automotriz pretende captar la atención de un sector del mercado muy específico: la clase alta. El diseño del edificio en planta estuvo compuesto por el desfase gradual de formas rectangulares. La estructura esbelta y con mucho vidrio permite al público la apreciación de los autos. El lugar escogido es muy bueno, la construcción (situada en una esquina), no tiene distractores.



Estructura, ITR y cubierta de acero



Vista de la sala de exhibición de la Agencia Peugeot

La composición rebela una clara preocupación estética al lograr una vasta iluminación, simplicidad en texturas y colores. Una agencia automotriz tiene como jerarquía principal la sala de exposición de autos. En Audi, esta área es novedosa; maneja la intersección de dos elementos, por un lado el elemento plano inclinado y por otro, la cubierta curva. Se utilizaron como materiales el vidrio y el acero. El vidrio permite una visualización completa del inmueble, este material permite la protección de los autos y refleja la integración de los autos con el exterior. La combinación que mantiene el cristal con el acero da una sensación de balance logrando un equilibrio visual en el inmueble. Este juego de materiales en esta edificación le da a la ciudad un toque fresco a la ciudad, de arquitectura en busca de nuevas tendencias.

El Taller de Arquitectura y Galería (VERTICE)

En este edificio se muestra claramente la diferenciación de los materiales mencionados. Estas oficinas tienen un carácter muy definido en cuanto a diseño. La planta es de forma regular y cuadrada; en ella el arquitecto buscó la sencillez en cuanto a formas y decorado. Este es uno de los pocos talleres arquitectónicos cuyo inmueble refleja la modalidad de su función; es decir, se percibe una forma diferente de arquitectura que finalmente señala el objetivo primordial de la imagen que se pretende transmitir: la búsqueda de un espacio de formas sencillas, innovadoras y frescas.

En este edificio se consigue un equilibrio notable. Esta estabilidad estética es lograda a partir de la utilización de muros de cristal en lugar de muros de concreto (al exterior y al interior); la combinación acero y madera, y en general el manejo de los espacios que permiten un contacto con su contexto más próximo (sin afectar la intimidad de las diversas áreas).

Restaurante “Entregozos”

Su ubicación remite una tranquilidad en el ambiente. Se manejan espacios medianos, abiertos. La adaptación del medio natural en el desarrollo del proyecto es una de sus características principales. El acero, el vidrio, la madera se manifiestan en la concepción de este proyecto. Los domos utilizados (vidrio), producen un efecto a cielo abierto. En el desarrollo de la planta se nota la jerarquía principal otorgada al área de los comensales y resalta la importancia que se le otorgó a la volumetría en este proyecto.

Por otro lado, el juego de luces (naturales y artificiales), proporciona un ambiente cálido, acogedor y apacible; cualidades necesarias en un restaurante.

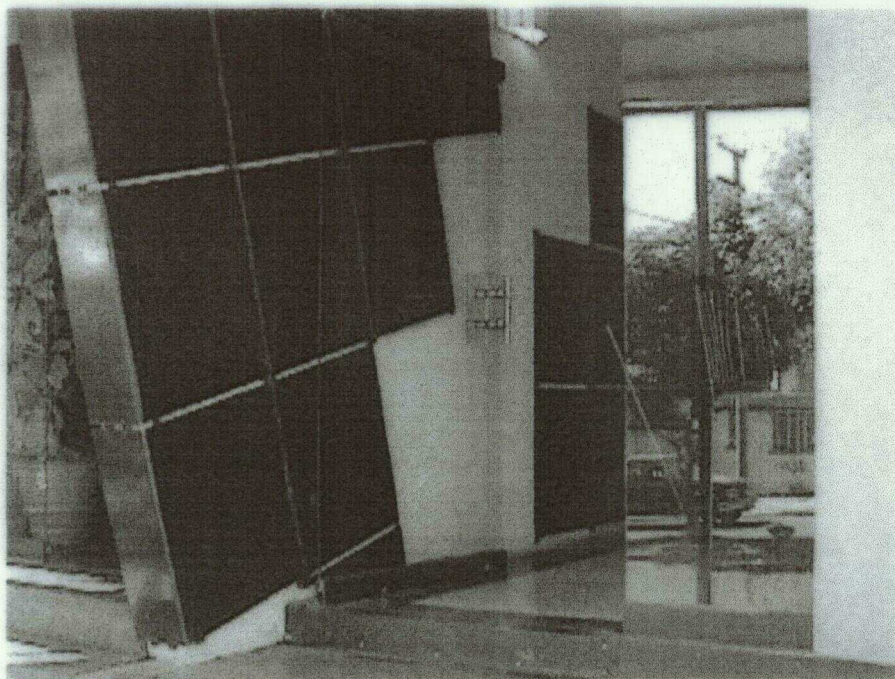
En conclusión general podemos decir que la aplicación de estos materiales es en la Cd. De Puebla aún escasa a pesar de la vanguardia que existe en cuanto a diseño arquitectónico en diferentes ciudades aledañas a la Cd. De Puebla.

Uno de los factores que influyen en la escasa aplicación de estos materiales es el costo, no es posible aplicar estos materiales en construcciones que a largo plazo no serán redituables.

Otro de los factores es la libertad que le dan al arquitecto a la hora de presentar su proyecto, existen clientes que todavía no están convencidos de aplicar estos diseños, los arquitectos entrevistados para la realización de esta tesis, nos dijeron que el factor que más les ayudo a desarrollar sus proyectos y aplicar los materiales fue la confianza de sus clientes.

Las costumbres de esta ciudad, todavía afectan mucho a la decisión de tener un proyecto de vanguardia con la utilización de estos materiales.

La presencia del acero y el vidrio en el acceso al
Restaurante las Espadas



Fachada frontal del Restaurante las Espadas

Acceso al la Agencia Automotriz Peugeot



VI ANEXOS

“EL VIDRIO LAMINADO/DUPONT”

La naturaleza y su fuerza, manifestada ya sea en fuertes lluvias, vientos y movimientos telúricos han derribado nuestras casas, puentes carreteras, edificios, y muchas veces las casas que construimos pueden llegar a convertirse en peligrosas, particularmente por el vidrio. Es por eso que el vidrio laminado es de suma importancia para la arquitectura, pues brinda una mayor seguridad.

LUZ, ESPACIO Y VIDRIO LAMINADO.

Existen otras razones además de “seguridad” que brinda el vidrio laminado. A través de los siglos la arquitectura ha luchado con la luz en contra de los obstáculos impuestos por la gravedad.

La imagen de la arquitectura antigua a base de puro vidrio ha inspirado a generaciones de arquitectos a esforzarse por construir edificios que parezcan más ligeros que el aire.

El reto del vidrio es su fragilidad pero con avanzadas y nuevas tecnologías han hecho posible que se pueda crear un vidrio estructural; el vidrio laminado es la nueva oportunidad.

La arquitectura a base de vidrio laminado tiene la capacidad de mantenerse integral aun al haberle aplicado una fuerza mecánica así como también permite la visión al cielo abierto.

El vidrio laminado es el material de mejor opción cuando se trata de color, vidrios en techos y paredes.

La pirámide de Louvre es un ejemplo de un domo para un espacio localizado a nivel sótano.

En Cambera, Australia, la empresa “Mitchell Jurgela”, en sociedad con el arquitecto Australiano Richard Thorpe, han diseñado y creado una nueva sede el parlamento con una capacidad para 3,500 personas contenidas en

400 cámaras con techos y paredes de vidrio laminado. Encima de la cámara de los miembros del parlamento una pirámide de vidrio laminado claro, forma el pináculo del edificio.

El edificio cuenta con paredes interiores, ventanas y domos de vidrio laminado.

El vidrio laminado es preferido en Australia (en muros de cortinas) sobre el vidrio natural, por que tiene una línea limpia y elegante que expresa dinamismo.

La torre de 53 pisos de Melbourne, Australia, fue diseñada por "Godfrey & Powers" y es el segundo edificio más alto del país.

Las paredes cortinas que utilizan vidrio laminado, cubren unos 170,000 pies cuadrados. En el lobbie en las faldas que rodean el edificio a nivel de calle, y por todo el edificio el vidrio laminado se utiliza para mantener el edificio cálido e iluminado mientras se reduce el efecto directo del sol.

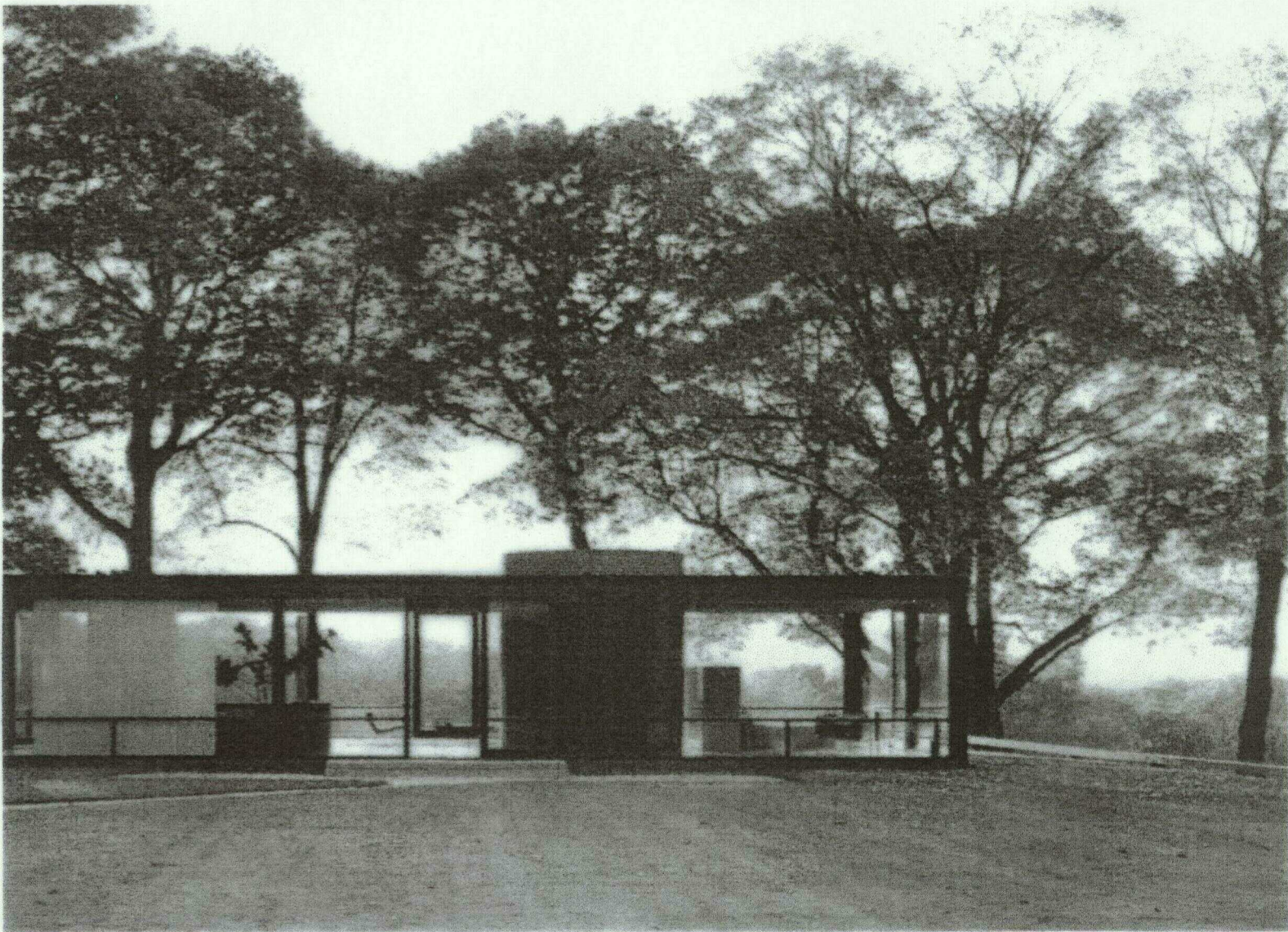
El edificio del banco central estatal, diseñado por la empresa Pepple-Thorpe hace uso del vidrio laminado para enfatizar la durabilidad y el poder de su gran inquilino.

En el "Crown Center" en Kansas City, e pasillo elevado llamado "The link" fue diseñado por "Zimmer Gunzel Co.", con la meta de crear una estructura iluminada y fresca, fue complicado por mucho ruido del tráfico durante las horas pico.

Las dos capas de vidrio laminado solar claro por dentro y verdoso por fuera controlan el clima interior y reducen considerablemente el ruido.

El uso de la luz natural hace que se reduzca en costos la energía economizando un 15% del gasto total.

El vidrio laminado además reduce el ruido ocasionado en el exterior, así como también provoca la sensación de amplitud en espacios abiertos.



La casa de cristal en Connecticut 1949, por Philip Johnson muestran la transparencia y flexibilidad en la arquitectura

Estas plantas tropicales no podrían soportar la temperatura ambiente de Sydney, Australia, por lo cual fue utilizado el vidrio laminado, así como sensores operados por computadoras para mantener más de cinco tipos diferentes de micro climas en un mismo espacio.

Como elemento decorativo el vidrio laminado ofrece las características de poder cambiar de tono si así se desea, esmerilarlo y muchos otros elementos artísticos.

Los cuartos hechos a base de paneles de vidrio laminado, pueden cambiar instantáneamente a dar privacidad por medio de controladores eléctricos instalados dentro de las hojas laminadas.

El vidrio laminado tiene las características de poder ser moldeado a las exigencias del diseño sin problema alguno.

También el vidrio laminado es utilizado para mostradores de todos tipos de mercancía, incluso las joyas de alto valor están totalmente protegidas por un tipo especial de laminado óptico de múltiples hojas que es prácticamente impenetrable.

Es recomendable para museos ya que no permite la degradación de las pinturas ocasionada por los rayos ultravioletas sin sacrificar la belleza de los espacios iluminados naturalmente.

Imaginen las posibilidades por todo el mundo, ahora no sólo los techos y las paredes de los edificios pueden ser de vidrio, sino incluso también los pisos; el vidrio puede ayudar a controlar el calor ocasionado por el sol, y el ruido de los aviones y el tráfico, se puede iluminar un espacio, añadir texturas, incluso pueden cambiar su claridad con el solo toque de un controlador.

“Las posibilidades son infinitas, la batalla que Le Corbusier describió contra la gravedad ha terminado y el hombre y la luz han ganado”.

VIDRIOS INTELIGENTES

Entre los materiales más antiguos en la historia de la humanidad está el vidrio, resultado de la fusión de arena, sosa y piedra caliza a temperaturas relativamente bajas que pueden alcanzarse hasta en una fogata de madera. No se sabe con exactitud cuándo se descubrió pero de acuerdo con hallazgos seculares, su existencia se remota a siete mil años a.C., en el período neolítico. Paulatinamente se perfeccionó el proceso de fabricación, y aunque en el Renacimiento se lograron calidades convenientes para su uso en instrumentos ópticos, el vidrio plano para las ventanas aún era raro y hasta 1900 se pudo disponer de los métodos idóneos para su producción mecánica, sin la que no hubiera sido posible satisfacer las demandas del vidrio arquitectónico generadas en el siglo XX.

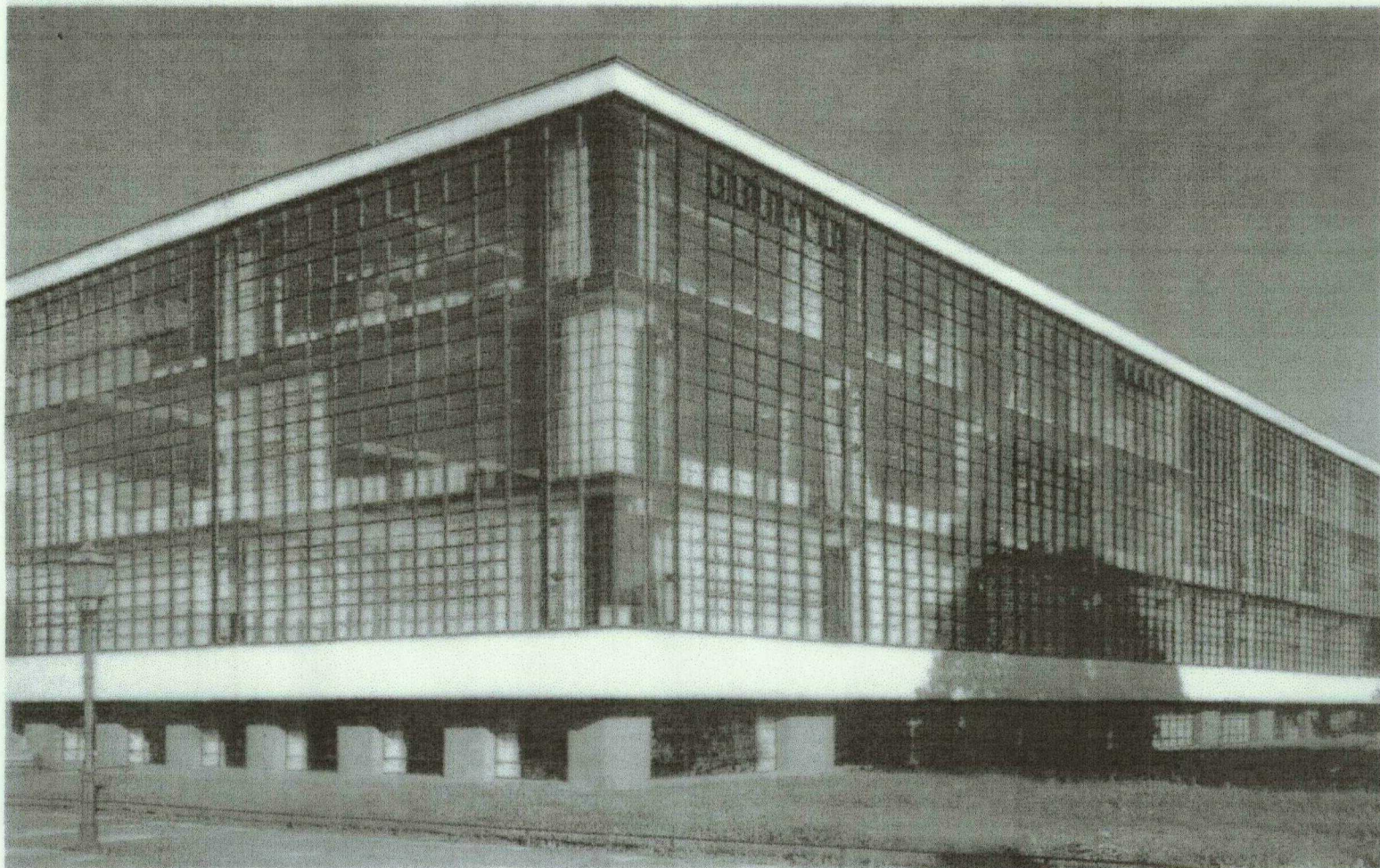
En 1916 se mecanizó la producción del vidrio plano con el método del estirado, pero hasta 1950 se desarrolló en Inglaterra el método de flotación. Desde entonces, para que este material cubra con creces aspectos funcionales y de diseño se han ensayado distintas técnicas, como templarlo para hacerlo apto en fachadas y grandes claros. La seguridad no quedó fuera de los requerimientos; hoy, el vidrio resiste hasta los impactos de bala (gracias a las películas de seguridad) y se realizan ensayos para otorgarle diversas tonalidades que cumplan con requisitos estéticos específicos. Sin duda, también se mejoraron sus propiedades térmicas y el avance más reciente en las propiedades del vidrio es la inteligencia que puede ser aplicada a este añejo material.

El vidrio inteligente se desarrolló desde mediados de la década de los sesenta en Estados Unidos cuando los investigadores evolucionaron la tecnología del cristal líquido o PDLC (*Polymer Dispersed Liquid Crystal*), y los efectos de estos cristales al reaccionar con la corriente eléctrica.

La cantidad de luz transmitida a través de un vidrio inteligente, también llamado de privacidad, puede regularse eléctricamente sin el uso de persianas o cortinas para graduar la luminosidad u obtener la discreción deseada.

Una ventana inteligente se construye al encerrar entre dos capas de cristal una delgada película plástica recubierta a su vez con una suspensión líquida de color azul oscuro, la cual presenta dos características primordiales: conduce la electricidad y es transparente. En la superficie se encuentra una gran cantidad de diminutas gotas de dicha suspensión formada por cristales que absorben la luz o la dispersan de manera aleatoria.

La Bauhaus de Walter Gropius 1925-1926 con su famoso muro-cortina de cristal y sus barandillas de hierro al exterior



El grado de transparencia depende del voltaje aplicado, pues el flujo de electricidad propicia la alineación de los cristales suspendidos. Así, a mayor voltaje se transmite más luz; por luminosidad en los espacios. Específicamente, la transparencia y los diversos rangos de emisión de luz de la ventana en funcionamiento dependen de la alta o baja concentración de las partículas.

Las películas más oscuras no son vehículos de luz tan efectivos cuando trabajan en la condición activada, por lo que la capacidad de reflejar un porcentaje significativo de la energía calorífica incidente infrarroja es mayor. Una ventana inteligente debe ser capaz de bloquear toda la radiación ultravioleta incidente para evitar que, con el transcurso del tiempo, dicha radiación decolore de manera severa algunos acabados interiores como la tapicería, la pintura o incluso, los elementos decorativos.

En el mercado comercial, el uso más común del vidrio inteligente se ha centrado en las salas de conferencias y, en general, en las oficinas corporativas; en ambos casos es de gran importancia porque la privacidad es un elemento determinante. Entre sus ventajas destaca el aprovechamiento de la luz natural en los espacios interiores de trabajo, sin que la oficina principal pierda privacidad, haciendo posible prescindir de cortinas o persianas.

Por otra parte, como superficie estéril, el vidrio no aloja bacterias, lo que resulta esencial en los centros hospitalarios. Los tragaluces o fachadas de cristal inclinados se pueden oscurecer a voluntad y pueden tener un control térmico graduable que permita o rechace la entrada del calor provocado por los rayos solares. Cabe recordar que desde la instauración de esta técnica se han ensayado nuevas partículas que toleran temperaturas tan altas como 121 grados centígrados durante períodos prolongados.

En la fabricación de este componente se utiliza cristal reforzado dada la alta sensibilidad de la película encerrada y se tiene especial cuidado al hacer el laminado. El vidrio inteligente debe amarse en una sala limpia para impedir que algunas partículas de polvo contaminen la película, pues una sola brizna bastará para volverla inservible ya que se necesita obtener una superficie sin defecto alguno. Éstas son algunas de las razones que aún encarecen este insumo.

PROS Y CONTRAS

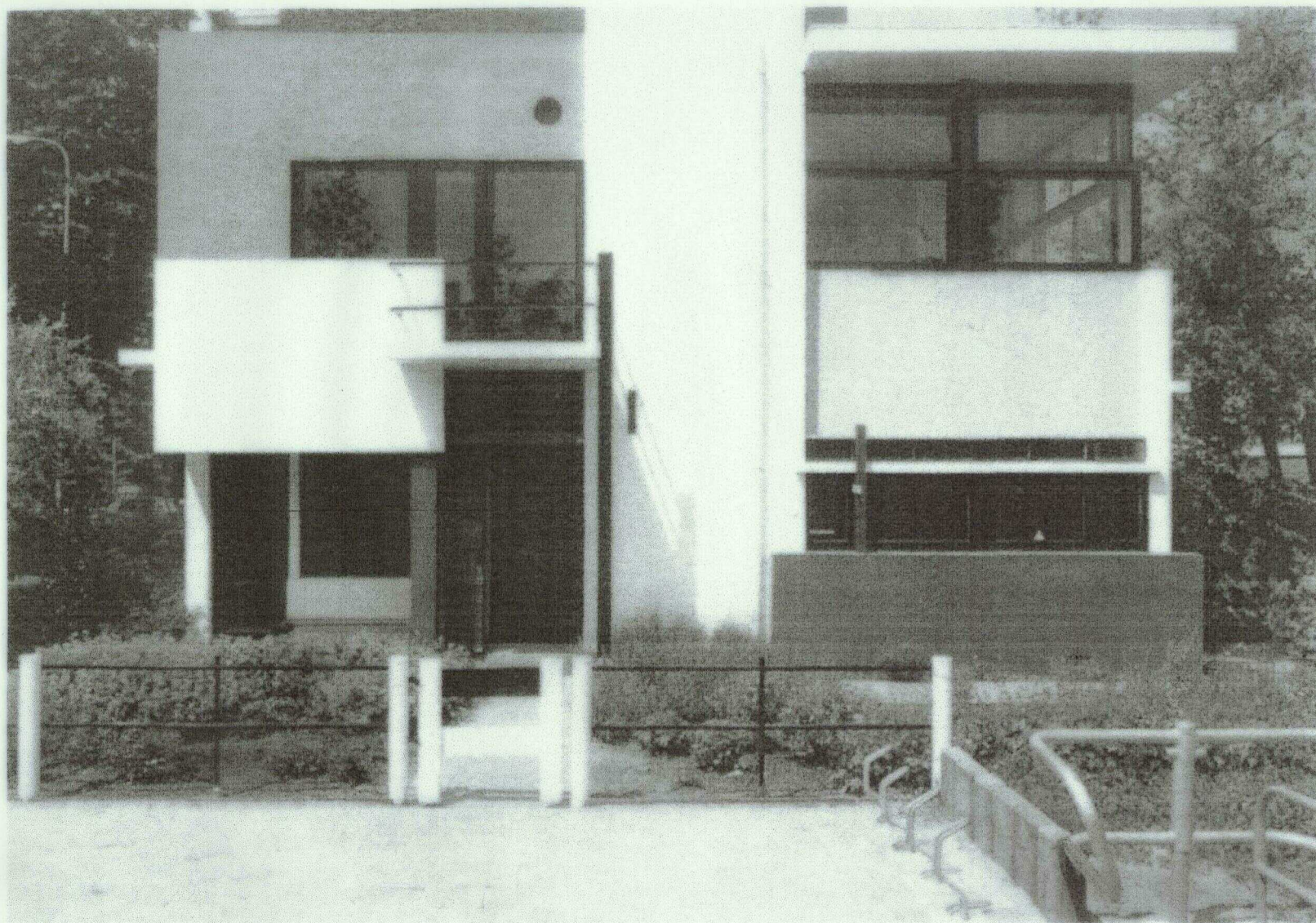
Algunas compañías que venden este producto señalan que el panel de vidrio terminado no siempre es un cristal transparente y que por su construcción se ve diferente a las hojas estándares.

Actualmente, el vidrio transparente se utiliza en interiores nuevos, pero se investiga la posibilidad de aplicar la película a vidrios ya fabricados, a pesar del alto grado de dificultad que ello implica, pues la película debe encapsularse para estar debidamente protegida, además de que requiere tableros de control eléctricos para activar el efecto de privacidad.

Quienes han trabajado con este material recomiendan que la instalación eléctrica sea realizada por un profesional calificado en la materia que cuente con el respaldo de un vidriero experto.

Debido a su novedad, sólo se dispone de pruebas empíricas de la durabilidad; sin embargo, en laboratorio se han explorado sus potencialidades extremas para garantizar la confiabilidad en el producto. Si bien se espera que el volumen de producción crezca de manera importante, las opciones de que el precio baje de manera proporcional inversa aún son lejanas.

Gerrit Thomas Rietveld, la Casa de la Silla 1924 (acero, madera y cristal)



TECNOVIDRIO (VIDRIO LAMINADO)

El objetivo de instalar vidrio laminado es el de proporcionar seguridad y reducir con alta eficiencia la intensidad del sonido, además de que presenta una gran versatilidad de usos y es extremadamente estable. Al romperse, las láminas de vidrio quedan adheridas al material plástico que las une, permitiendo de esta manera evitar accidentes, amén de que el claro permanece cubierto hasta la reposición del mismo.

Laminado de color

En el proceso de laminado, se puede agregar colores a la película, dándonos una gama de usos para decoración y aislamiento térmico.

El vidrio insulado se utiliza básicamente para dos funciones:

- Reducir la transferencia de calor o frío, al disminuir la penetración de calor durante el verano y la pérdida del calor interior en el invierno.
- Reducir la intensidad de ruido (dB), lo que va a depender de la frecuencia del sonido (Hz) y del espacio de aire.

La fabricación de este producto se hace combinando dos o más láminas de vidrio separadas con un espaciador perfectamente sellado. Estos espacios de aire generalmente son de 10 a 12mm. El aire atrapado entre los cristales se deshidrata con un desecante que se integra al mismo espaciador. Debido al aislamiento térmico, hay una reducción considerable en el consumo de energéticos, siendo de gran aplicación en edificios con grandes áreas de cristal, o en domos cuando se combina con cristales de seguridad, refrigeración comercial y ventanería en general, entre otras aplicaciones.

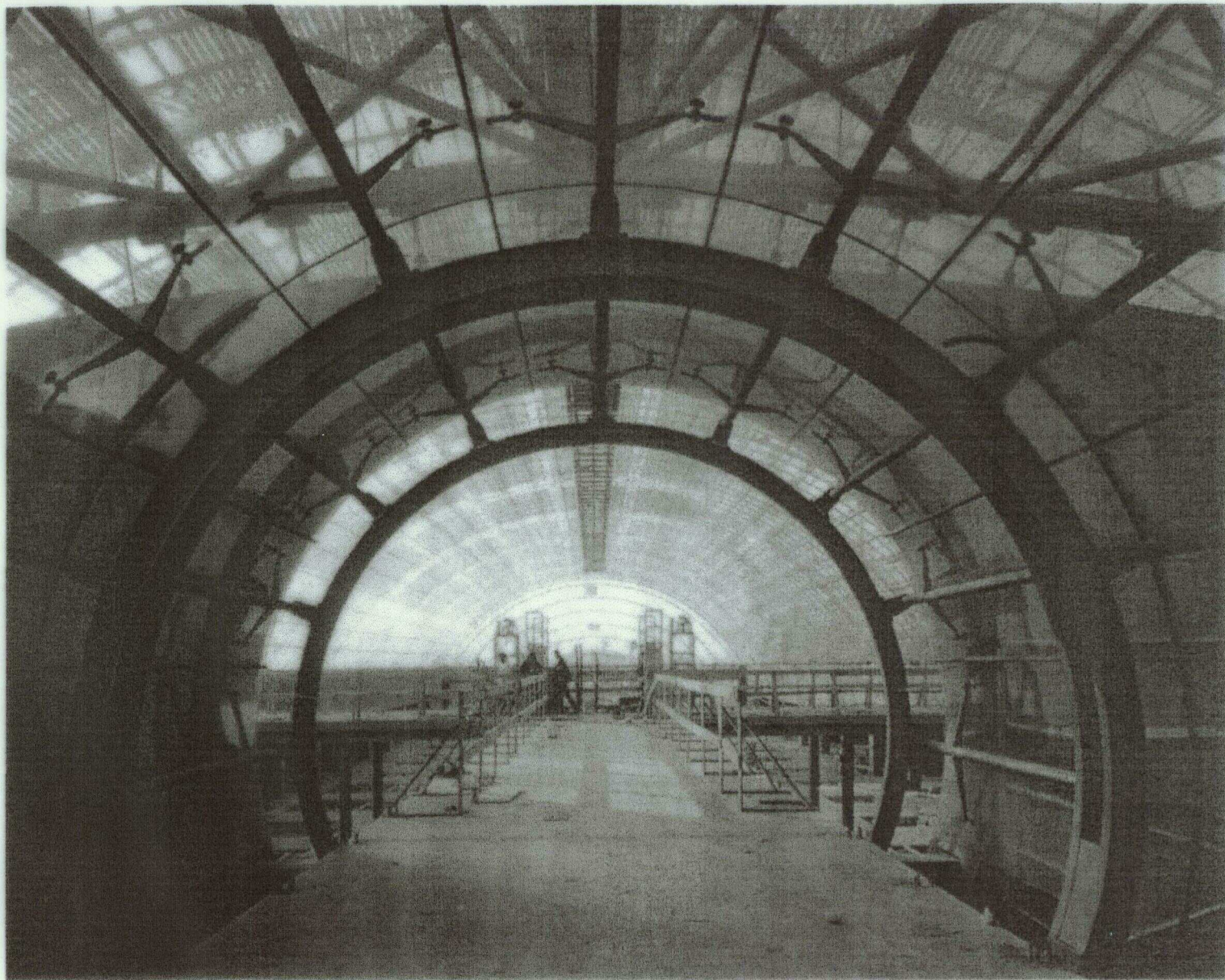
El vidrio templado - en comparación con el recocido de igual tamaño, espesor y calidad- es de cuatro o cinco veces más resistente a la fractura o rompimiento cuando se ve sometido a cargas de viento, tensiones térmicas, impacto de proyectiles o cualquier otra carga. De esta manera, este tipo de vidrio se puede utilizar en ventanas, paredes, cancelas, puertas o barandales, que aunque limitan los espacios, no limitan el campo de visión.

El vidrio templado juega un papel muy importante en la arquitectura, pues le permite tanto a los arquitectos como a los diseñadores superar los problemas de seguridad relativos a la instalación de grandes láminas en estructuras comerciales, residenciales, edificios panorámicos, interiores, etc.

En las puertas fabricadas en cristal templado para interiores y exteriores se utilizan diversos sistemas de instalación, tanto para uso rudo como de decoración. Además, al cristal se le pueden realizar distintos trabajos para satisfacer las necesidades de los diferentes mercados tales como el arquitectónico y el decorativo, manteniendo al mismo tiempo la funcionalidad. Estos trabajos que se realizan antes del templado, incluyen: bisel interno o inserción, esmerilado, grabado a bajo relieve, serigrafiado total o gráfico, etc.

En caso de fractura el vidrio templado se fragmenta en partículas inofensivas que no causan daños o lesiones mayores cumpliendo así con las especificaciones de los vidrios de seguridad.

Fachadas: Gracias al cristal templado se puede lograr en la actualidad grandes claros y fachadas, teniendo así una mayor gama en diseños arquitectónicos, obteniendo espectaculares resultados, como las fachadas integrales, suspendidas, planas, entre otras



Gerkan, Marg y H. Nienhoff: pabellón de ferias 1993

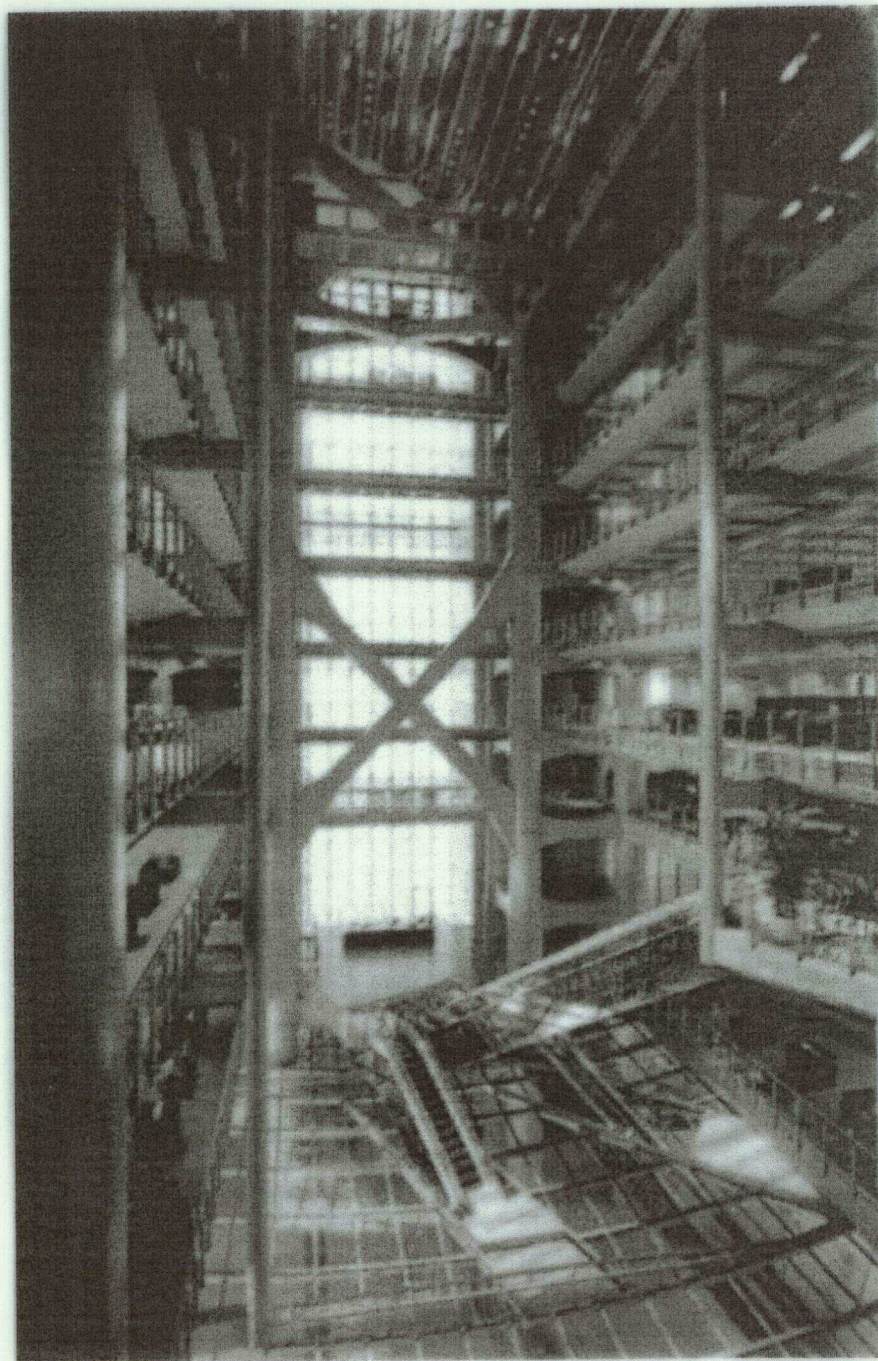


Area de comedores Televisa, Mexico. D.F. Por Enrique Norten



Edificio de investigación Hysolar de la Universidad de Stuttgart por Behnisch 1987

Norman Foster, Ove Arup y socios: el Banco Hong Kong y Shanghai;
en Hong-Kong 1979-1986



- Revista "OBRAS" Enero 1999, volumen XXV, Num. 313
- Revista "COLD-FORMED STEEL STRUCTURES", Marzo 1998, volumen V, Num. 93
- Historia de la arquitectura, "DE LA ANTIGÜEDAD A NUESTROS DIAS", Jan Gypmel, edit. KÖNEMANN, 1996.
- Enciclopedia "ENCARTA", 1999, volumen 1 y 2.
- Manual del Aluminio, Luis Carlos Suárez Salazar y Carlos Hinojosa Salazar
- Diseño de estructuras de acero, comportamiento y diseño, Oscar de Buen y López de Herrera.
- Manual del acero, Instituto Mexicano de la construcción en Acero
- Revista "ENLACE" Arquitectura y diseño, monográfico de Puebla, Agosto 1999.
- www.construmix.com
- www.enconstruccion.com
- Enciclopedia Básica Visual, Editorial OCEANO, tomos 1, 6, 8, año 1981