

REPOSITORIO ACADÉMICO DIGITAL INSTITUCIONAL

ENERGÍA SOLAR Y ARQUITECTURA

Autor: MA. ELENA HERNÁNDEZ REYES

Trabajo de investigación

**Nombre del asesor:
Tomas Botello**

Este documento está disponible para su consulta en el Repositorio Académico Digital Institucional de la Universidad Vasco de Quiroga, cuyo objetivo es integrar, organizar, almacenar, preservar y difundir en formato digital la producción intelectual resultante de la actividad académica, científica e investigadora de los diferentes campus de la universidad, para beneficio de la comunidad universitaria.

Esta iniciativa está a cargo del Centro de Información y Documentación “Dr. Silvio Zavala” que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados.

Esta Tesis se publica bajo licencia Creative Commons de tipo “Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada”, se permite su consulta siempre y cuando se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras derivadas.





**INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES
"VASCO DE QUIROGA"**

FACULTAD DE ARQUITECTURA

ENERGIA SOLAR Y ARQUITECTURA.

REALIZACION:

MA. ELENA HERNANDEZ REYES.



INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES
"VASCO DE QUIROGA", A. C.
PROL. V. DE MENDOZA 1678 TEL. 4-13-35
MORELIA, MICH.

El presente trabajo de
Investigación Biblio-
gráfica se realizó ba-
jo la dirección del
Arquitecto Tomás Bote
llo .

A mis padres:

Sr. Ing. Armando Hernandez E.

Sra. Ma. del Socorro Reyes Vda. H.

A mis abuelos:

Sr. Benito Hernández Albarrám.

Sra. Manuela Escamilla De Hernández.

Sr. Felipe Reyes Pacheco.

Sra. Emilia Garibay Serena De P.

A mis hermanos:

Magdalena

Armando

Ramón

Benito

C O N T E N I D O .

CAPITULO PRIMERO.

I GENERALIDADES

I.1 El Sol

I.2 Formación del Sol y los Planetas

I.3 Constitución del Sol

I.4 El Sol en la Antigüedad

CAPITULO SEGUNDO.

2 ENERGIA SOLAR

2.1 Qué es Energía

2.2 Qué es Energía Solar y su aprovechamiento

2.3 Proccendencia

CAPITULO TERCERO.

3 SOL Y ARQUITECTURA

3.1 Posiciones respectivas del Sol y de la Tierra

3.2 Eje de la Tierra y Rotación

3.3 La Influencia de la Atmósfera

3.4 Balance Energético del Suelo Terrestre

3.5 El Clima

3.6 El Paraje: Microclima

3.7 El Paraje: La Intensidad y Cantidad de radiación recibida

- 3.8 Arquitectura Solar
- 3.9 Cambios de estado del Agua
- 3.10 Envolturas Habitables
- 3.11 La Forma
- 3.12 Cualidades de las Paredes
- 3.13 Diferencia de temperaturas
entre las dos caras de una
Pared.
- 3.14 Infiltraciones

CAPITULO CUARTO

4 LA VIVIENDA SOLAR

- 4.1 Cómo definirla
- 4.2 Los Criterios y los términos
- 4.3 Urbanismo y Sol
- 4.4 Principio de la Orientación
Solar
- 4.5 Energía Solar para Calefac-
ción
- 4.6 Artículo Especial:
"Modern House, Ancient Architec-
ture".

CAPITULO QUINTO

5 EJEMPLOS

- 5.1 Casa Sherwood
- 5.2 Casa Egri
- 5.3 Casas en Aramon

INTRODUCCION:

En medio de la diversidad de climas y variaciones propias de cada uno de ellos, el hombre se preocupa por conservar la vida, esforzándose en proseguir todas sus actividades.

El vestido y la vivienda son artificios que ayudan al cuerpo a dominar su energía y permitirle reposo o producción. Su evolución ha permitido al hombre aprovechar al máximo su tiempo y producir más, y se olvida demasiadas veces de que el abrigo, al igual que el vestido, son instrumentos y prolongamientos del hombre antes que los soportes sin alma de una moda.

Y así es como la casa, a medida que se vá llenando de lujo y de símbolos, se ha convertido en este objeto estereotipado, cada vez menos confortable para quien ha de habitarla. Extraño a su vestido y abrigo, por más que haga la publicidad, el hombre se asombra y desconfía cada vez que le hablan de energía solar.

Parece indiscutible la evidente paternidad del sol sobre toda la vida terrestre.

En este trabajo bibliográfico, se tratará de explicar cómo puede el hombre utilizar y aprovechar el Sol, eligiendo el vector energético que sea mejor, el menos agotable y que no tenga consecuencias que vengán a modificar peligrosamente el ecosistema.

OBJETIVO GENERAL:

Definir y explicar las bases fundamentales de una arquitectura que se ha propuesto ser íntegra y bastarse a sí misma para volver a ser el abrigo del hombre sin ninguna clase de desafío tecnológico. Al mismo tiempo que conocer la gran importancia que tiene el sol como fuente de luz y calor.

OBJETIVOS INTERMEDIOS:

- Tener una base de conocimientos generales sobre lo que es el sol desde el punto de vista científico y religioso.
- Sintetizar y confirmar los conocimientos sobre lo que es el Sol desde el punto de vista científico y la energía que éste irradia, al mismo tiempo que saber su importancia.
- Analizar la influencia que tiene el sol sobre la tierra para determinar el habitat y relacionarlo con su vivienda.
- Conocer los dos criterios principales para la concepción de un proyecto solar.

I N D I C E .

	Pags.
CAPITULO PRIMERO.	
El Sol	1
Formación del sol y los Planetas	4
Constitución Del Sol	7
El Sol en la Antigüedad	10
CAPITULO SEGUNDO	
Energía	15
Energía Solar	16
Procedencia de la Energía Solar	18
CAPITULO TERCERO	
Posiciones respectivas del Sol y de la Tierra	21
Eje de la tierra y Rotación.	22
La Influencia de la Atmosféra	22
Balance Energético del suelo terrestre	24
La radiación Solar	24
La radiación terrestre	26
El Clima	26
El Paraje:Microclima	29
Variación de las aportaciones	29
Variación de la Emisión del suelo	30
Influencia de la capacidad de almacenamiento	30
Movimientos del aire	31

Atmosfera y latitud	33
Dirección de la radiación ...	34
Diagramas solares	36
Arquitectura Solar	40
Distintos fenómenos térmicos.	40
Absorción	41
Reflexión	41
Emisión	41
Cambios de estado del agua	44
Envolturas habitables	45
La Forma	47
Cualidades de las Paredes	49
Diferencia de temperatura entre las dos caras de una pared	51
Infiltraciones	52

CAPITULO CUARTO

La vivienda Solar	53
Vivienda solar "Vivienda"	54
"Solar"	55
Hacia el Bioclimatismo	57
Los criterios y los tér- minos	60
Bioclimatismo	60
Tecnologismo	61
Principio Activo	64
Principio Pasivo	64
Principio Solar	64
Principio Solarizada	64
La Concepción bioclimática ..	65
La Concepción tecnológica ...	66

Urbanismo y Sol	68
Principio de la Orientación Solar	70
Energía solar para calefacción ..	74
Artículo Especial	81

CAPITULO QUINTO

Casa Sherwood	84
Casa Aramon	88

CAPITULO PRIMERO

I.I EL SOL:

El Sol es un astro luminoso, centro de nuestro sistema planetario, que desde la tierra se percibe como el más potente foco de luz del firmamento y que por razón de su masa y fuerza de atracción mantiene girando a su alrededor a los planetas de nuestro sistema y a un gran número de asteroides y de meteoros. Es en verdad una estrella más bien pequeña comparada con otras. Tiene luz propia, y si a nuestros ojos aparece como una gigantesca bola de fuego, ello se debe a -- que es la más próxima a la tierra. Su luz nos alcanza en poco más de 8 minutos, -- mientras que la luz de Beltageuze (es -- una estrella de la constelación de Orión incomparablemente más grande que el Sol) emplea 300 años en llegar a la tierra. Sin embargo, al expresar en medidas humanas la distancia que media entre el Sol y la tierra, sentimos que la imaginación se resiste a concevirlo. Un avión que volara a la velocidad del sonido (1200 Km por Hr.) tardaría unos 14 años en su solo viaje de ida. Hablando en cifras se sabe que la distancia media del sol a la tierra es de 149,504,000 Km. Cabe preguntarse cómo ha sido posible determinar esta cifra con tanta exactitud. Su explicación pertenece a las altas matemáticas -- que utilizan la paralaje solar (el ángulo que formaría el radio terrestre visto desde el sol). Para reducir luego esta --

distancia a kilómetros se toma como base la distancia de la tierra a Eros (Pequeño asteroide que es el que más se acerca a nuestro planeta) proporcionando una excelente base de medida. Por lo que nos daría una idea más impresionante de lo lejos que estamos del sol, es considerar su volumen (más de un millón de veces el de la tierra) y su masa (más de 300 mil veces mayor que la terrestre). Ello, no obstante, lo vemos en el cielo no más grande que la Luna, la cual es más pequeña que la tierra, y está mucho más cerca de ésta. ¿Cómo desde tan lejos el hombre ha podido conocer la masa del Sol? Se ha comprobado que nuestro planeta, debido a la fuerza de gravitación, está desviándose continuamente de la línea recta que seguiría sin la atracción de esa fuerza. Esta desviación es de 2.82 Km/seg. tiempo que emplea en recorrer unos 30 Km. Ahora también, la masa del sol tiene que ser -- 332,000 veces la de la tierra para ocasionar en ella tal velocidad de caída. De este modo ha podido también determinarse que el diámetro del sol es de 1,392,000 Km, o sea, casi 110 veces el diámetro terrestre. Usando una imagen de Wells, diremos que si la tierra fuera una bolita de 25 mm de diámetro, el sol sería un globo con un diámetro de casi 3 mts., o sea, llenaría el espacio de un dormitorio común. En razón de estas dimensiones, la fuerza de gravedad del sol es de 28 veces la --

la gravedad de la tierra, de modo que un hombre de 70 Kg trasladado al astro rey, pesaría dos toneladas. No sería capaz de levantar una mano o mover un pié, aunque no necesitaría, claro está, de tales ejercicios, pues se evaporaría en el acto, debido a las enormes temperaturas solares: 6000 grados Centígrados en la superficie y unos 10,000,000 en su interior.

INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES
"VASCO DE QUIROGA", A. C.
PROL. V. DE MENDOZA 1678 TEL. 4-13-35
MORELIA, MICH.

I.2 FORMACION DEL SOL Y LOS PLANETAS:

Acerca de los astros son muchos los conocimientos que podemos obtener por visión directa, o auxiliados por instrumentos como los telescopios. Podemos determinar las orbitas de los planetas, sus tamaños, si tienen o no satélites, etc. En cambio, por medio de la observación de los hechos actuales, no podemos saber directamente cómo se originaron el sol y los planetas. Acerca del origen del sistema solar sólo nos queda el recurso de hacer conjeturas, que deberán apoyarse en los conocimientos que poseemos. Esas conjeturas en concordancia con los otros conocimientos bien comprobados que se tienen, se denominan hipótesis. No todas las hipótesis que se emiten acerca de un asunto son verdaderas; algunas son superadas cuando se obtienen conocimientos más exactos, otras son totalmente descartadas y por último hay otras que tienen el mérito de confirmarse. Sin embargo, todas cumplen la misión de acercar cada vez más al hombre hacia el conocimiento de las verdades fundamentales respecto al universo.

Según la hipótesis enunciada por el filósofo alemán Kant, desarrollada después por el físico y astrónomo francés Laplace, el sistema solar se originó en una gran nebulosa formada por gases incandescentes, que en su principio estaba

animada de lento movimiento de rotación. Al transcurrir el tiempo la nebulosa se fué enfriando y, por consiguiente, se fué contrayendo, razón por la cual aumentó su movimiento de rotación. Cuando este movimiento rotatorio fué suficientemente rápido, comenzaron a desprenderse de su zona ecuatorial, por efecto de la fuerza -- centrífuga, una serie de anillos de materiales ígneos al fragmentarse en trozos dieron origen a los numerosos cuerpos -- del sistema.

Otra hipótesis sobre el origen del sistema planetario, debida al físico Inglés Jeans, considera que en un principio el gran globo solar estaba solo en el espacio, sin la compañía de los planetas -- que hoy conocemos. En cierta oportunidad, otro astro de gran tamaño pasó por las proximidades del sol, arrancando de su superficie, por atracción gravitatoria, un gran filamento gaseoso que, al fragmentarse, originó los distintos planetas. Los fragmentos más pequeños resultantes de la ruptura dieron origen a los satélites que permanecieron gravitando en torno de los cuerpos mayores.

Existe todavía otra hipótesis, más reciente, según la cual los planetas no surgieron del globo solar, sino que se formaron a partir de la materia cósmica que existía en torno del sol. La rotación de esa materia en torno del astro central -- tuvo como resultado la formación de gran

des torbellinos, parecidos a los que se forman en el agua o en el humo. Los planetas se formaron en los torbellinos, mientras que los satélites se originaron a partir de los torbellinos más pequeños que quedaron entre los mayores. Con el correr de los milenios, los planetas ya formados terminaron de traer hacia sí todos los restos de materia cósmica que los rodeaban, hasta el momento en el que el espacio interplanetario quedó vacío.

Con lo expuesto nos habremos dado cuenta de que no es nada fácil rehacer la interesante historia del sistema planetario.

I.3 CONSTITUCION DEL SOL:

El sol es una esfera, como podemos deducirlo a simple vista, y en ella se encuentran más o menos los mismos elementos que en la tierra: hidrógeno, helio, nitrógeno, oxígeno, calcio, magnesio, hierro, y gran parte de los demás metales. Pero dista mucho de tener la solidez de la esfera terrestre. Si recortáramos del sol un volumen igual al volumen de nuestro planeta y comparásemos sus pesos, veríamos que la porción solar sería mucho más liviana. Esto se debe a que en alguna parte del sol los elementos conocidos se hallan en estado sólido ni líquido. Todo en él (como ocurre en cualquier estrella de su tipo) es un tumultuoso vórtice de gases supercalentados. El mismo tungsteno, metal que por su resistencia a las altas temperaturas se emplea en los filamentos de las lámparas eléctricas, se evaporaría en la superficie del astro, pese a que es su parte más fría. Por eso la densidad del sol es de 141 veces la del agua, mientras que la de la tierra es de 5.5 veces. Esta naturaleza gaseosa del sol queda bien demostrada en su movimiento de rotación. Porque (pese a su firmeza con respecto a nosotros) tiene como la tierra un movimiento en torno a su eje, que difiere del terrestre en que su velocidad no es igual en todas sus partes. Como todo en él, es un fluido incandescente, el ecuador gira más rápido

que los polos. En esa zona el periodo de rotación dura 246 días terrestres, mientras que en la latitud de 35 grados dura 266 días; el sol tiene además un movimiento de traslación junto con el grupo de estrellas de que forma parte, y arrastra con él a todos los planetas de su sistema. Por eso cada vez que en la tierra celebramos un año nuevo, no lo hacemos ya en el mismo sitio del espacio en el que nos hallábamos el año anterior en igual fiesta, sino unos 680 millones de kilómetros más lejos. Quizás demos una vuelta completa a la galaxia en unos 200 millones de años. Es posible discernir algunos rasgos de la fisonomía solar, aunque a simple vista nos resulta muy difícil, debido a que el fulgor de su superficie nos cega por sus vapores incandescentes, fuente de luz y calor. Con todo, el alba y el atardecer, podemos ver esa misma superficie con aspecto de un disco rojo al que los astrónomos llaman fotosfera. Sobre esta distinguimos las capas exteriores formadas casi totalmente por hidrógeno y calcio vaporizado, que a causa de su color, ha sido llamada cromósfera. Hay aún una nueva envoltura, que configura un hermoso halo llamado corona. Hay grandes remolinos o explosiones de hidrógeno y vapores de calcio, visibles como rojizos relieves nebulosos que reciben el nombre de protuberancias solares. Por último viene un fenómeno que ha apasionado a la as

tronomía desde Galileo, y que tiene influencia sobre la tierra y sus planetas hermanos, el cual parece ser muy apreciable: la presencia de manchas en la superficie solar. Estas manchas son el centro de potentes campos magnéticos que influyen sobre el magnetismo terrestre. Esto resulta evidente si se considera que la variación que se advierte en el magnetismo de nuestro planeta es mucho mayor durante los periodos de manchas solares -- máximas que durante las mínimas.

INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES
"VASCO DE QUIROGA", A. C.
PROL. V. DE MENDOZA 1678 TEL. 4-13-35
MORELIA, MICH.

I.4 EL SOL EN LA ANTIGÜEDAD.

EL DIOS SOL:

Desde la más remota antigüedad el sol ha sido objeto de adoración religiosa por los pueblos más heterogéneos y distantes, que le han erigido templos y lo han ensalzado en sus himnos.

El sol, para los hombres primitivos, era una liberación, y saludaban jubilosos con hogueras la llegada del sol. El monumento majestuoso de Stonehenge, al sur de Inglaterra, levantado hace unos 3500 años oculta muchos enigmas. Se supone que sirvió para el culto del sol, puesto que está orientado hacia la salida del sol en el día del solsticio estival.

Los Egipcios tenían al sol como uno de sus objetos de culto. Lo adoraban como a un Dios, dándole el nombre de Osiris o Dios Sol, y Horus o Dios del Sol Naciente. Osiris recorría el mundo en su carro de oro, cuando su hermano Set le salió al paso y le dió muerte, arrojando sus pedazos en todas direcciones. Entonces Isis, la Luna, salió a buscarlo y recogió los pedazos amorosamente, los unió y Osiris recobró la vida para ser Dios de los muertos.

Osiris parecía marchar triunfante por el firmamento, pero después, al llegar al ocaso, parecía que cada vez le faltaba un pedazo mayor, era Set, las tinieblas matan

do a su hermano.

En Mesopotamia, los Dioses habitaban - en los astros y uno de ellos era el sol, llamado Schamash o Dios de la Luz.

Una leyenda dice que mucho antes del Diluvio ya existía Babilonia; y que un -- Dios, mitad pez y mitad hombre, salía del mar rojo todos los días al amanecer y regresaba al oscurecer para enseñar a los hombres semisalvajes a gobernarse, cultivar la tierra y construir sus edificios. En esta alegórica leyenda el personaje - principal simboliza al sol y su carrera. Los nombres dados son: Ninib (Sol), Ningirsu (Sol guerrero), Anu (Sol), Marduk (Sol) y Nergal (Sol). El dios Schamash era el - más importante.

Los Asirios adoraban también al sol - pero en un segundo plano. El sol influía en la vida del hombre, así como otros astros y planetas.

Así mismo, en Fenicia le rendían culto al sol en un primer termino, al cual le - daban el nombre de Dios Baal.

En La India, durante el periodo védico, se rindió culto al sol mediante dos divinidades llamadas Agni y Surya, la primera es la figura principal en torno a la que se constituye el culto del fuego (de ma-

nera indirecta al sol) y la segunda representaba directamente al sol.

En China no hay un culto muy directo al sol en sí, sino más bien a algo así -- como su antecesora que viene a ser Hi-Ho la madre del Sol.

En el Japón el culto central era el cielo, con la Diosa Amaterasu, la cual representa al sol, de donde descienden los emperadores. Este culto se dió durante un primer periodo llamado Shintoísmo.

En la mitología Griega se tenía un dios relacionado con el sol, que lleva el nombre de Phoibos o Febo, o mejor conocido como Apolo, que era una divinidad protectora en Delfos, lugar del famoso santuario y gran centro de piedad griega.

En Roma, debido a la influencia Griega a través de las colonias establecidas en la Italia Meridional y en Sicilia, se introdujo a Apolo que es el Dios Sol.

Los Celtas le rindieron culto a Belenus Dios de las Artes, relacionado con el Sol y comparado con Apolo.

Los países Eslavos correspondientes a los pueblos Balcanes, Europa Central y -- Oriental. Estos adoraban a un Dios Cielo que engendró a dos hijos, de los cuales -- uno era Daglog que simboliza al sol.

Por otro lado, en otro continente, el - Americano, los Aztecas rinden culto a di-
vinidad Tonatiuh que simboliza al sol, in-
tegrante del panteón y objeto de culto -
preponderante y asiduo.

Los Mayas rindieron culto a un Dios -
hijo llamado Itzmaná, que es un dios del
cielo en su doble aspecto diurno y noc-
turno. Cuando toma el aspecto diurno y so-
lar cobra entonces el nombre de Kinich -
Ahau, en donde es un culto directo al sol.

Los Incas del Perú, centran principal-
mente su culto al sol, objeto de ritos o-
ficiales, junto al cual subsistían las --
formas populares. El Inca era considerado
representante del sol en la tierra. El so-
berano era el único que podía rendir tri-
buto al sol. Los cultos en honor al sol -
se celebraban especialmente en los sols-
ticios y en los equinoccios. El Inca sólo
se confesaba ante el sol. Los Incas fue-
ron el pueblo más devoto al sol, como que
sus reyes se decían descendientes de --
Manco Capac y Mama Occllo, hijos del sol,
que recibieron de su padre la misión de
fundar el imperio.

Por el avance en todos los aspectos,
el hombre poco a poco fué cambiando sus
creencias hasta adorar o rendir culto, ya
sea de un modo monoteísta o politeísta,
a divinidades humanas o espirituales, pe-
ro ya no materiales. Es por esto que, a --
partir del periodo de los hebreos (en --

donde se originó el culto monoteísta a -
un solo Dios llamado Jehová), el culto al
sol pierde toda fuerza, pues no se permi-
te representar bajo la figura plástica o
material a la divinidad. Entonces el sol
ya no es tomado en cuenta desde el punto
de vista religioso, sino mas bien funsio-
nal.

donde se originó el culto monoteísta a - un solo Dios llamado Jehová), el culto al sol pierde toda fuerza, pues no se permite representar bajo la figura plástica o material a la divinidad. Entonces el sol ya no es tomado en cuenta desde el punto de vista religioso, sino mas bien funcional.

CAPITULO SEGUNDO

2.1 ENERGIA:

Desde el punto de vista físico, generalmente se le llama fuerza a todo lo que es capaz de actuar sobre una cosa cualquiera; la "energía" representa la manera como actúa una fuerza o la fuente de la cual emana (en este caso el Sol); indica la potencia de la fuerza o su rapidéz de acción. Es una noción abstracta, ligada a todas las manifestaciones de calor entre otras.

INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES

"VASCO DE QUIROGA", A. C.

PROL. V. DE MENDOZA 1678 TEL. 4-13-35

MORELIA, MICH.

2.2 ENERGIA SOLAR:

El notable astrofísico Hans Bethe sostiene que el sol es una gigantesca pila atómica en la que continuamente los átomos de hidrógeno (el elemento más simple de la esfera solar), se están transformando en átomos de helio, elemento que le sigue en abundancia y complejidad. La energía empleada en este proceso (cuya extinción puede ocurrir dentro de 10 millones de años) es enorme y sólo un 3% de ella se defiende por el espacio en forma de luz y calor. De este 3% la tierra, dado su tamaño y la gran distancia a que se encuentra, recibe sólo dos billonésimas partes. Estas bastan, sin embargo, anualmente 480 millones de toneladas de agua en los océanos y ríos, vapor que sube a condensarse en nubes a una altura de casi 2 kilómetros y se resuelve luego en las lluvias fecundantes, dando al planeta la totalidad de su vegetación y dejando aún libres millones de caballos de fuerza en los grandes cursos y caídas de agua.

El hombre ha ideado utilizar directamente este poder y ha construido para ello máquinas de muy diversos tipos:

La máquina más antigua inventada por el griego Arquímedes en el siglo III antes de Cristo, consiste en unos espejos cóncavos que concentran los rayos del sol, de tal modo que es fácil hacer arder

con ellos una materia combustible. Este procedimiento (similar al de la lente que une los rayos del sol en un punto) es utilizado todavía en las máquinas modernas.

En otras regiones se usaron espejos giratorios, que por medio de un mecanismo de relojería giran junto con el sol, para aprovechar así todas sus radiaciones. Un ingeniero francés, Marcelo Moreau, construyó en California (E.U.A.) un aparato formado esencialmente por una superficie metálica recubierta por cerca de 2000 espejos pequeños, los cuales estaban dispuestos de tal modo que los rayos solares por ellos reflejados, incidían todos en una caldera tubular, con agua. El vapor -- así engendrado era utilizado para mover un motor. Los aparatos construídos posteriormente no difieren mucho de éstos aunque son aún más eficaces.

Como se puede observar la energía solar es transformada y aprovechada: en la naturaleza animal y vegetal como energía química; industria como energía nuclear y mecánica sirviendo para las centrales -- eléctricas, y la radiación solar utilizada en Arquitectura y origina la vida en nuestro planeta.

2.3 PROSCEDENCIA DE LA ENERGIA SOLAR:

Día tras día, año tras año, el sol lanza raudales de energía sobre la tierra. No sólo emite la energía que nosotros recibimos, sino que la luz y el calor suministrados por el sol se esparcen en todas direcciones. El sol se comporta como una colosal fuente de energía. La procedencia de esta energía ha inquietado al hombre en todas las épocas. Hasta nuestros días no ha sido posible dar una contestación adecuada.

En un principio se pensó que, al formarse, el sol estaba constituido por un globo incandescente que, en el transcurso del tiempo, iba perdiendo calor. Un simple calculo nos muestra que el ritmo de emisión que lleva el sol, tendría que estar frío desde hace muchísimo tiempo.

Más tarde se supuso que el sol no era mas que un horno en el que se verificaba una combustión continua de carbón u otro combustible, lo cual obligaba a suponer la existencia de suficiente cantidad de oxígeno para activar fuertemente ese proceso químico. Fácil es comprobar lo inadecuado de esta teoría, pues de ser así el sol se habría quemado totalmente en pocos años.

Una fuente más eficiente de energía es la que se deriva de una contracción gravitacional. Cuando un cuerpo grande se contrae por la acción de su propia gravedad, los puntos exteriores caen hacia el centro y la energía de esas masas en mo-

vimiento se convierte en calor y luz. Bajo esta hipótesis, es decir, suponiendo -- una contracción continua, hace 20 millones de años, el sol habría sido por lo menos tan grande como la órbita de la tierra, y para este tiempo es posible que en nuestro planeta ya hubiese vida.

Modernamente se ha comprobado que una extraordinaria fuente de energía es la -- conversión de materia en energía, idea -- que Einstein concibió y que ha sido probada satisfactoriamente. Según esta teoría, en cada segundo deberán transformarse en energía 4,200,000 toneladas de materia. Esta cantidad es pequeñísima comparada con toda la masa solar.

El proceso en virtud del cual en el -- sol se puede convertir materia en energía es la siguiente: Cuando se descubrieron las sustancias radiactivas, como el radio y el uranio, que producían calor en su emisión, se pensó en esta fuente de -- energía para el sol. Tampoco en este caso sirve la hipótesis, pues los materiales -- radiactivos no alcanzarían a mantener el gasto, producido por el sol. La explicación del proceso de emisión energética -- se ha de buscar en el mecanismo de las -- reacciones nucleares. A una temperatura -- las partículas que constituyen el sol se agitaran extraordinariamente llegando -- hasta desintegrar átomos. Otras veces varias partículas se unirán al chocar, originándose otro elemento de masa mayor -- que los constituyentes, liberando el resto de la masa en radiación energética. Pa

rece ser que en el sol este proceso en -
cadena consiste en la combinación de cua-
tro átomos de hidrógeno para formar un -
núcleo de helio y emisión de una radia-
ción llamada "gama". Un cálculo relativa-
mente sencillo nos indica que un gramo -
de masa de sol puede liberar 55 mil Kv.
Ahora, si se consume todo el hidrógeno, pa-
ra iniciar esta reacción en cadena se ne-
cesitan millones de grados. Esta tempera-
tura tan elevada, la puede obtener el sol.

En la tierra pueden obtenerse tempera-
tura y presiones análogas en el momento
de la explosión de una bomba de hidróge-
no.

INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES

"VASCO DE QUIROGA" A. C.

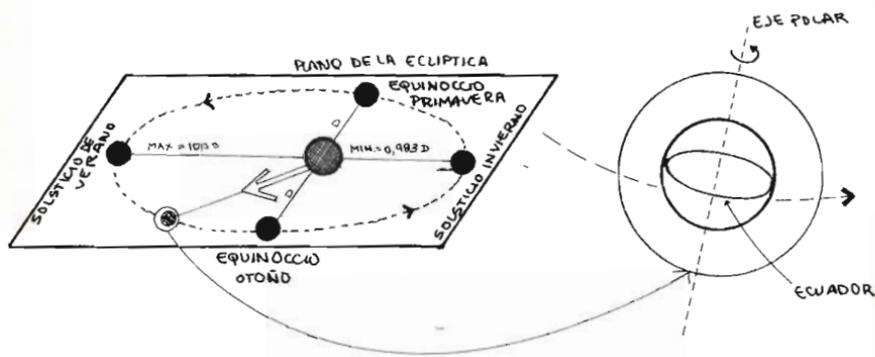
PROL. V. DE MENDOZA 1678 TEL. 4-13-35

MORELIA, MICH.

CAPITULO TERCERO

POSICIONES RESPECTIVAS DEL SOL Y DE LA TIERRA:

La tierra da vueltas alrededor del sol describiendo una trayectoria elíptica. La distancia Sol-Tierra varía — pues en el tiempo entre un máximo situado en el solsticio de verano y en el solsticio de Invierno (más o menos un 1.7 %) con relación a una distancia media a los periodos de equinoccios). La iluminancia energética de la Tierra varía a la vez más o menos un 3.5 % — alrededor del valor medio de 1400 W/m^2 .



Trayectoria y posiciones de la tierra al rededor del Sol.

EJE DE LA TIERRA Y ROTACION:

La dirección del eje de los polos, que permanece constante a lo largo de todo el año, corresponde a una inclinación de unos 23 grados con respecto a la vertical en el plano de la trayectoria elíptica de la tierra, y es la que determina las variaciones estacionales. Aparte de este movimiento general, la tierra está animada por un movimiento alrededor de su eje polar -- (una vuelta completa de 24 horas). Esta rotación determina las variaciones cotidianas de sol que originan las reparticiones día/noche por mitad de esfera terrestre.

LA INFLUENCIA DE LA ATMOSFERA:

Antes de llegar a la tierra, la radiación solar tiene que atravesar una masa gaseosa de representa aproximadamente 8 Km de atmósfera. Este último recorrido se traducirá por una disminución sensible del flujo energético por unidad de superficie, debido a fenómenos de difusión, difracción, absorción, refracción, ... de los gases de densidad creciente al aproximarse al suelo.

El contraste de la radiación solar en una gama de longitudes de ondas -- que van de 0.00001 mm a 0.5 mm pasando de lo visible a lo invisible, y más o menos caloríficas explican la diversidad de las reacciones y de las resultantes al tomar contacto con las

distintas capas de la atmósfera.

La difusión se produce en una longitud de ondas superiores a las dimensiones de las moléculas gaseosas que topan con la radiación. Este fenómeno es el que dá al cielo su apariencia azul.

La absorción se produce de forma selectiva en función de los gases -- atravesados y de las longitudes de ondas de la radiación.

La radiación así absorbida es transformada definitivamente y utilizada para calentar la atmósfera, al contrario de la difusión, que no hace más -- que volver a distribuir en todas direcciones la radiación interceptada.

La reflexión de una parte de la radiación depende de las partículas que están en suspensión en la atmósfera: granos de arena, motas, microgotitas, residuos de meteoritos...

La importancia y el efecto de estos fenómenos dependen del espesor de atmósfera atravesado por la radiación (variaciones cotidianas: Sol en el -- cenit o Sol poniente) y de la calidad de ésta (variaciones locales y estacionales: nubes, vapor de agua, motas,)

Por esto la energía recibida en -- la superficie del suelo es la resultante de varios tipos de radiaciones: radiación directa (que no ha sufrido modificaciones en su travesía por la atmósfera), radiación difusa y refleja, radiación de las nubes...

Sin embargo, las temperaturas, variables en diversas partes del globo y - sencibles en los ciclos cotidianos y estacionales provienen no solamente de esta energía recibida sino también de los intercambios térmicos más complejos con el suelo terrestre.

BALANCE ENERGETICO DEL SUELO TERRESTRE:

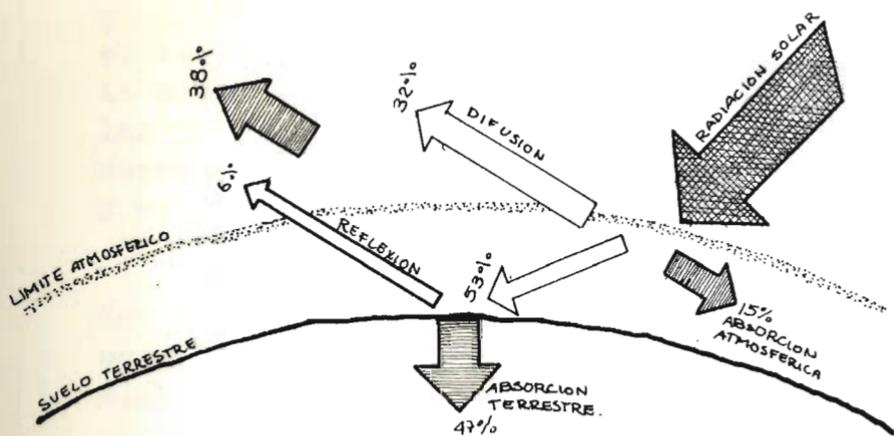
El conjunto constituido por la Tierra y la atmósfera que la engloba, aislado en el vacío del espacio, está sometido permanentemente al flujo energético procedente del Sol.

Es conveniente observar cómo funciona este flujo y cómo se establecen los equilibrios térmicos, ya que en definitiva en la escala de un año el balance energético de la tierra es nulo: la energía total devuelta al espacio por el sistema Tierra-Atmósfera es igual a la energía suministrada por el Sol. Así pues, por término medio ni la tierra ni la atmósfera se calientan.

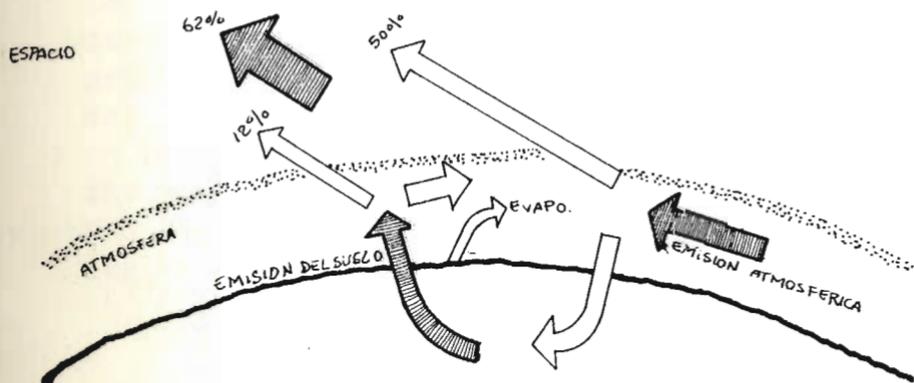
Pero los intercambios nunca son instantáneos y están sometidos a desfases variables. Hay que distinguir, -- pues, entre la radiación solar, y la radiación terrestre, que es su consecuencia.

La radiación Solar:

De la totalidad de la radiación que llega hasta el límite de la atmósfera, el 32 % es devuelto al espacio por difusión, y el 15 % es absorbido por la atmósfera.



RADIACION SOLAR: ALTERACIONES Y BALANCE



RADIACION TERRESTRE: BALANCE.

Del 53 % que llega al suelo, una pe queña parte (el 6 %) es devuelto y - el resto (el 47 %) es absorbido por - la superficie del suelo. Globalmente, - las 3/5 partes de la radiación son ab sorbidas por la tierra y la atmósfera y el resto es devuelto al espacio.

La Radiación Terrestre:

El 63 % - del flujo inicial (el 47 % y el 15 %) será restituido al espacio, principal- mente a través de la atmósfera. Esta - absorbe la emisión del suelo y los fe- nó menos de evaporación antes de irra- d iar al mismo tiempo hacia el espacio y hacia el suelo otra vez.

El balance final, nulo en un año, se establece en realidad en sumas punta les, ya que todos estos fenómenos de - intercambios son sencibles en las con diciones locales: diferencias entre -- los casquetes polares, y el ecuador, -- condiciones climáticas (nubes, bruma), estado, naturaleza, color, y temperatura del suelo terrestre...

En parte, estas desigualdades de -- las transmisiones son las que determi nan los fenómenos meteorológicos y -- los climas.

EL CLIMA:

Todos los fenómenos - termodinámicos y vinculados a la al- ternancia de los día y de las noches y al ciclo astronómico anual engen- dran cierto número de modificaciones

en el seno de la atmósfera: movimiento, calentamientos, condensación, transformaciones energéticas...

En una región determinada, los fenómenos meteorológicos, que caracterizan el tiempo (nubes, lluvia, nieve, tempestad) se derivan de la circulación general de la atmósfera y de los cambios regulados por el equilibrio energético del planeta.

Los principales elementos que constituyen el tiempo en un lugar determinado, observados durante un periodo de varios años consecutivos, muestran una constantes que se repiten con regularidad: es la definición misma del clima.

Para definir un clima hay que tener en cuenta varios parámetros:

- La presión atmosférica, que depende directamente de la altitud y cuyas variaciones son las que originan el viento.
- El viento que se caracteriza por su dirección, su velocidad y las turbulencias vinculadas a la rugosidad del suelo.
- Las temperaturas del aire: medias, -- máximas y mínimas, que intervienen en la evaporación, la radiación y los movimientos de las masas de aire.

- La humedad del aire:(contenido de agua) que influye sobre la radiación de la atmósfera y está relacionada con las precipitaciones y la evaporación.
- Las brumas y nieblas:(visibilidad) que intervienen en la transmisión de la radiación visible.
- La nebulosidad:(naturaleza y cantidad de nubes) que está relacionada con los periodos del sol.
- La radiación del sol:(directa,difusa,global) y la radiación total (solar,terrestre).

El análisis cuantificado de estos diferentes parámetros permite la división de la superficie del globo terrestre en grandes zonas climáticas que presentan unas características comparables en una misma sucesión temporal (climas mediterráneo,continental,templado ...)

Sin embargo, en la escala de una aproximación de la arquitectura a los problemas energéticos y climáticos, esta separación geográfica parece demasiado aleatoria. Muchas veces, fenómenos específicamente locales (valle, pueblo, vertiente,) influyen de una forma no despreciable en ciertos parámetros climáticos, y es conveniente, observar los elementos a pequeña escala y tenerlos en cuenta al analizar un paraje determinado.

EL PARAJE: MICROCLIMA

Los estados de la atmósfera están ligados a los intercambios radiactivos al nivel del suelo y al balance térmico que se establece.

Los rayos solares de onda corta atraviesan la atmósfera sin aportar mucho calor al aire. En cambio, calientan la superficie terrestre que emite a su vez radiaciones de onda larga.

Este ciclo de recepción/emisión (día/noche) puede sufrir alteraciones importantes con arreglo a caracteres muy localizados.

Variación de las aportaciones:

En general, las superficies inclinadas, salvo que estén orientadas al Norte, se calientan más que las superficies horizontales próximas. Por otra parte, la aportación diurna puede variar en función de la naturaleza del suelo y de su cubierta vegetal; la presencia de un bosque disminuye la llegada de la radiación al suelo y una superficie que tenga un gran poder de reflexión devuelve las radiaciones de onda corta a la atmósfera, (nieve).

Variación de la emisión del suelo:

Con frecuencia, las radiaciones de onda larga emitidas por el suelo atraviesan las primeras capas de la atmósfera y, al dispersarse sus efectos aportan poco calor a la capa de aire más baja. En presencia de una densa cu-

bierta vegetal, o de nieblas y motas - que reducen las pérdidas, los efectos caloríficos de estas radiaciones son más sensibles, sobre todo durante la noche.

Influencia de la capacidad de almacenamiento:

La capacidad de almacenamiento de calor varía según la naturaleza del suelo. En un suelo de gran conductividad térmica, el calor recibido durante el día se propaga en profundidad, lo que permite que se restituya lentamente durante la noche. Por el contrario, en un suelo de escasa -- conductividad térmica, el aire se calienta durante el día sin que haya almacenamiento, y durante la noche, al no haber restitución, hace más fresco.

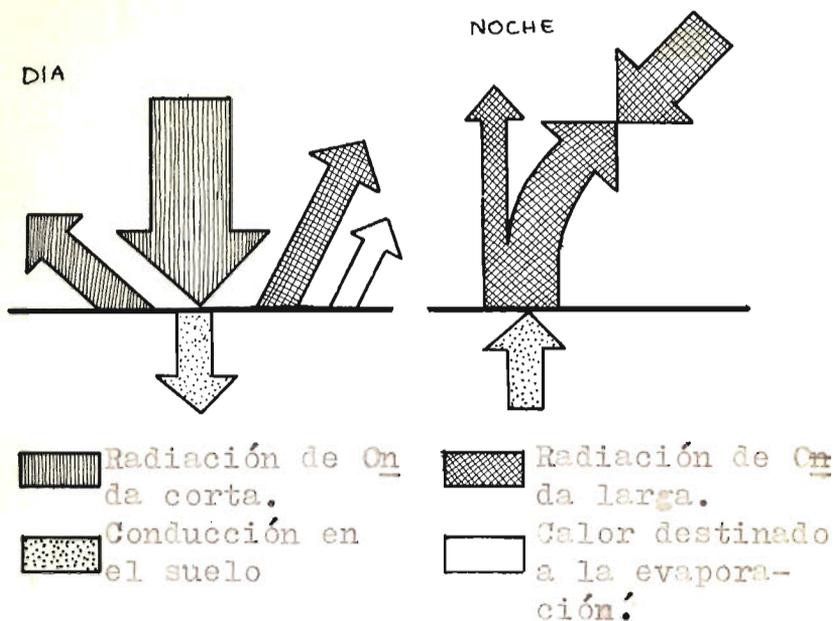
Movimientos del aire:

Por la noche, el aire enfriado aumenta de densidad y tiende a deslizarse hacia abajo y acumularse en las depresiones. Este estancamiento del aire aumenta los efectos de enfriamiento. En cambio, toda agitación del aire (vientos), por una mezcla con las capas menos próximas al suelo y por tanto menos frías, permitiendo atemperar estos efectos.

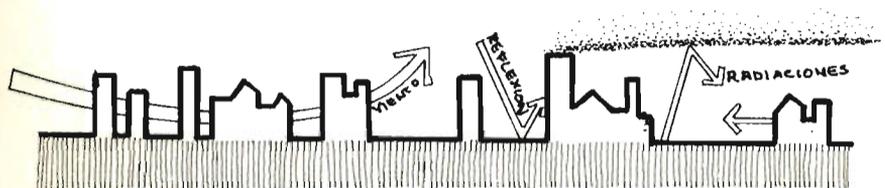
Se puede decir que toda porción de espacio tiene su propio microclima. Sin embargo hay ciertos medios donde las influencias locales tienen un importante papel.

Las ciudades presentan algunas particularidades. En primer lugar, ciertos perfiles rectilíneos favorecen los efectos de canalización de los vientos, lo cual puede ser más o menos confortable, según los climas. Y sobre todo las ciudades constituyen islotes de calor, principalmente por la noche. Los edificios y las superficies aquí tranadas tienen una gran conductividad y restituyen mucho calor, mientras el polvo de las ciudades reduce las pérdidas en radiaciones de onda larga.

Por otra parte, durante el día la radiación reflejada por el suelo es recuperada por las paredes verticales lo que hace aumentar las aportaciones.



Sentido y forma de los intercambios térmicos sobre el suelo terrestre.



Factores microclimáticos en una ciudad.

EL PARAJE: LA INTENSIDAD Y CANTIDAD DE RADIACION RECIBIDA.

Atmósfera y latitud:

La atmósfera - es un parámetro importante con respecto a la potencia energética de la radiación solar que llega a la tierra, ya que modifica sensiblemente la composición espectral de la radiación. Esta influencia, desde luego, es tanto -- más grande cuanto más espesa sea la -- capa de atmósfera atravesada: la cantidad de radiación absorbida aumenta -- con la masa atmosférica.

En la tierra en un momento dado, el trayecto de la radiación en la atmósfera varía en función del lugar y depende de su latitud. Cuanto más cerca esté de los polos el lugar considerado, más grande será la masa atmosférica atravesada, y menos potente será en tonces el flujo energético.

Para un mismo lugar, en una estación determinada, hay una modificación de -- la potencia disponible en función del momento del día y por tanto la posición del Sol.

En poniente el espesor atmosférico es muy grande y la potencia de la radiación tiende a aproximarse al valor cero.

Dirección de la radiación:

Para un flujo energético dado, la potencia disponible en un lugar depende de la dirección de la radiación.

Si la radiación llega al plano con un ángulo de incidencia importante, -- alumbrará una porción más grande que si el ángulo hubiese sido nulo (radiación perpendicular). Así pues, la potencia por unidad de superficie es mayor en una radiación que llega perpendicularmente a un plano.

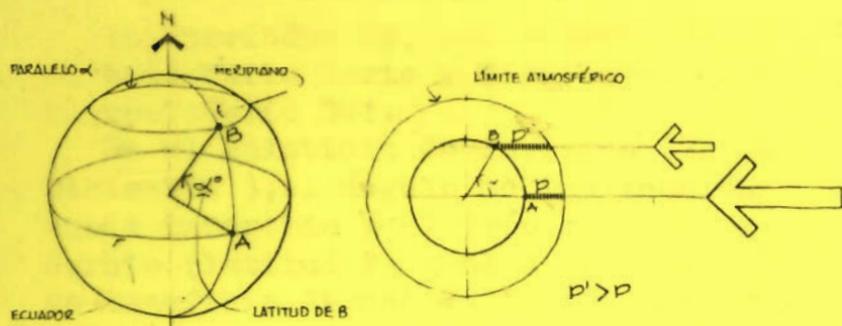
Para apreciar las direcciones de la radiación y sus modificaciones en el tiempo, hay que localizar la posición del sol en el cielo. Ésta se determina precisamente gracias a dos -- ángulos: el acimut y la altura.

Para un plano horizontal, cuanto mayor sea la altura del sol (ángulo próximo a los 90 grados), más efectiva será la radiación.

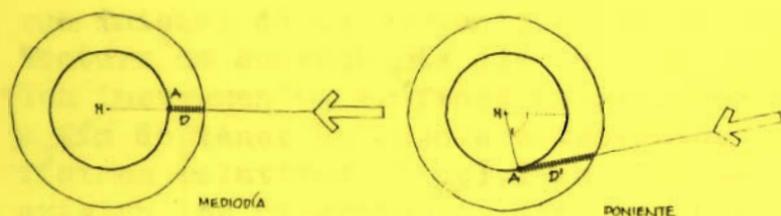
El acimut sirve para determinar -- las direcciones óptimas de los planos verticales destinados a recibir la radiación.

Estas características varían con las estaciones, que influyen también en los periodos cotidianos del Sol.

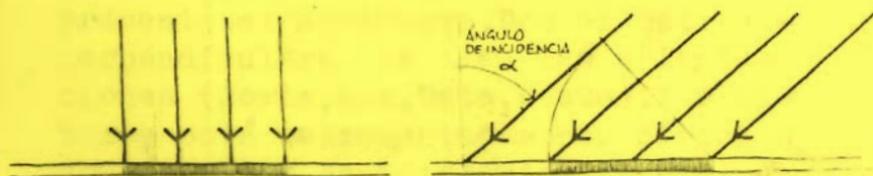
El solsticio de Verano (22 de Junio) el ángulo de inclinación del eje de los polos es máximo con relación a los rayos solares, y al mediodía estos son perpendiculares al trópico de Cáncer (latitud 23 grados 27 minutos Norte)



Latitud de un lugar y masa atmosférica
atravesada por la radiación.



Masa atmosférica atravesada por la radiación
al medio día y poniente.



Dirección de la radiación y potencia disponible.

Los periodos del sol aumentan en el hemisferio Norte y disminuyen en el hemisferio Sur.

En el solsticio de Invierno (22 de Diciembre), el ángulo de inclinación queda invertido y el trópico de capricornio (latitud 23 grados 27 minutos) se beneficia de una radiación perpendicular. Los periodos del sol son mayores en el hemisferio Sur.

En los equinoccios de Primavera y de Otoño (21 de Marzo y 21 de septiembre), a mediodía, la radiación es perpendicular al Ecuador (latitud cero) y los días y las noches son iguales.

Diagramas solares:

En todo enfoque inicial de un proyecto de arquitectura es conveniente disponer de los instrumentos gráficos necesarios a fin de tener en cuenta estos datos físicos relativos al Sol. Para ello -- existen los diagramas solares que, para una latitud dada (o sea, un lugar determinado), son una representación del recorrido aparente del Sol, en función del mes.

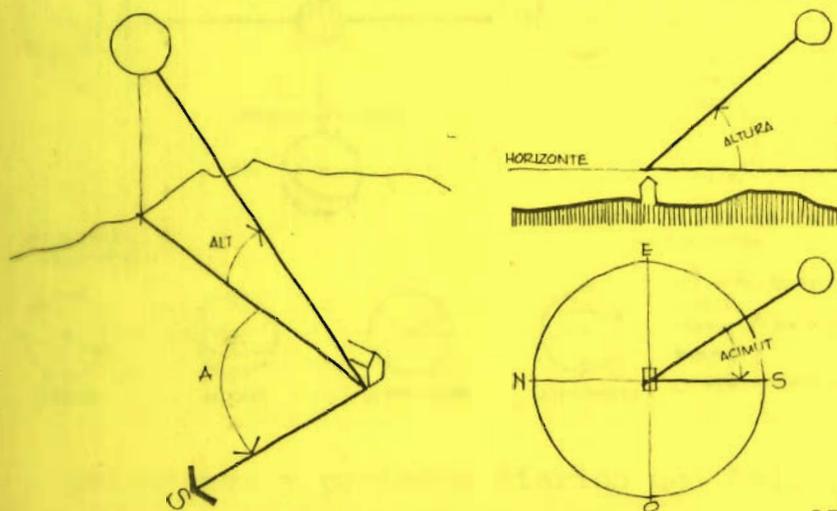
Los diagramas solares polares son una especie de proyecto en un plano -- en el interior de un círculo, que representa el horizonte. Dos diámetros -- perpendiculares señalan las orientaciones (Norte, Sur, Este, Oeste). Las alturas está representadas por círculos concéntricos equidistantes, generalmente sobre una base de 10 grados, y los

acimuts por los rayos.

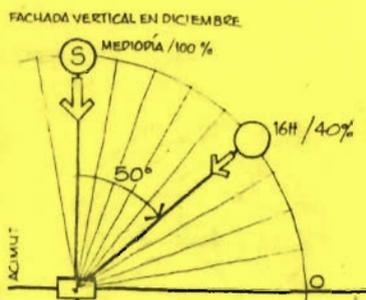
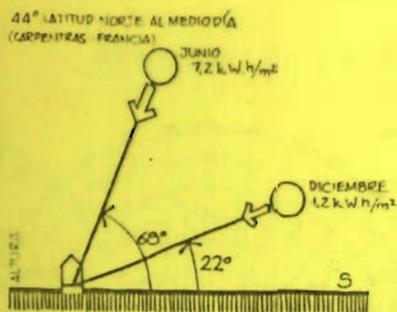
A partir de un diagrama así, con -- curvas para todos los meses del año, con un desglose horario, por la lectura directa se pueden saber los periodos del sol para un día determinado -- (por cielo descubierto), y el acimut y la altura para una hora determinada.

Una vista en sección establecida a partir de un diagrama polar, permite -- indicar con más facilidad las direcciones de los rayos que iluminan la fachada de un edificio.

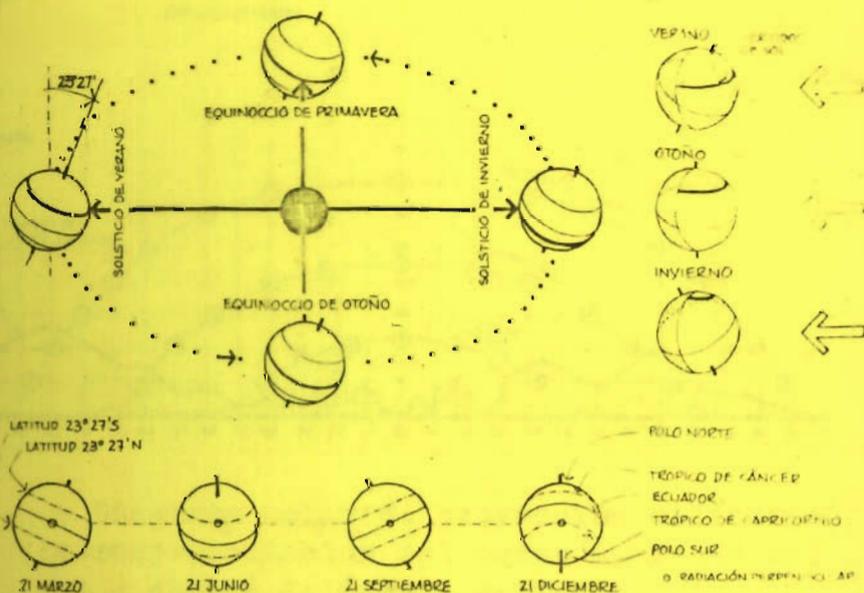
Otro sistema de representación -- más directamente visual que el anterior, utiliza una proyección desde el observador, gracias a unas coordenadas angulares: los acimuts en abcisas y -- las alturas en ordenadas. Además de -- las curvas aparentes del sol, de esta forma se puede representar el relieve de un paraje, así como las construcciones existentes susceptibles de hacer sombra y reducir los periodos del sol.



Localización de la posición del sol.



Variación de las aportaciones energéticas en función de la altura (Izq.) y del acimut (Der.)



Estaciones y periodos diarios del Sol.

Diagrama Solar Polar para una latitud 44°N

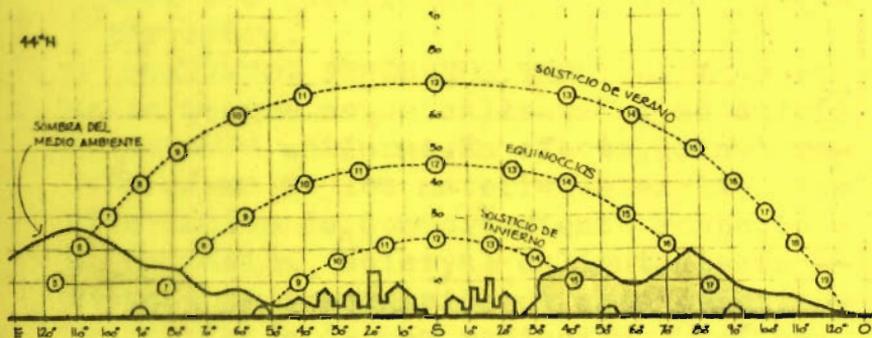
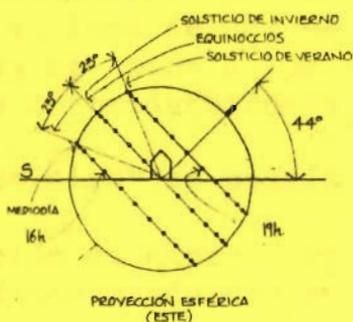
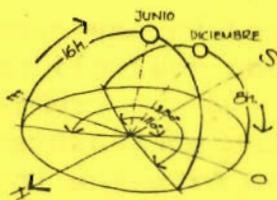
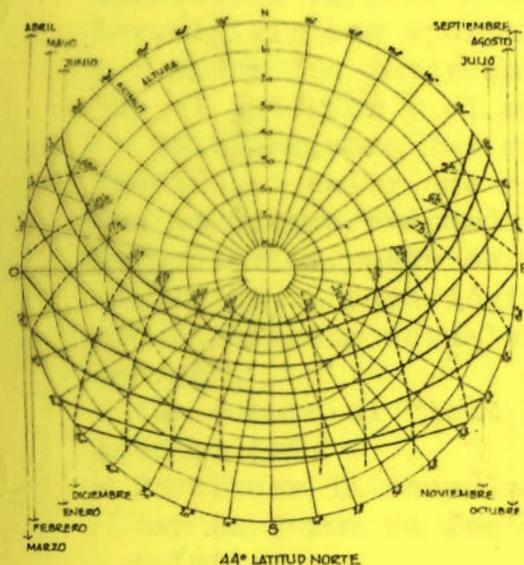


Diagrama solar de proyección cilíndrica: representación del curso aparente del sol y sombra del medio ambiente.

ARQUITECTURA SOLAR:

¿Qué significa?

Los principios simples de una arquitectura solar son: controlar (favorecer o impedir) la recepción de la radiación solar, dirigir sus aportaciones energéticas y dominar los intercambios térmicos entre el interior y el exterior.

Utilizar, para las necesidades de calefacción, el calor que el sol engendra sobre la tierra evitando al máximo los intermediarios, puede ser el lema de una arquitectura cuya lógica se opone a los procedimientos actuales de producción de energía.

En cuanto al "tout solaire" se podría esbozar así:

- Favorecer la acumulación de energía solar en forma de fenómenos mecánicos o químicos.
- Utilizar al máximo la energía que no hace más que transitar la superficie terrestre.

DISTINTOS FENOMENOS TERMICOS: La corteza terrestre no se calienta ni se enfría de un modo uniforme. En efecto, la naturaleza misma de los materiales explica las diferencias de comportamiento respecto a la radiación solar, al calentamiento -- mismo, a la transmisión de este calor, a la reemisión de una radiación... Así, según el material en contacto con la radiación solar, los fenómenos y su amplitud serán variables.

La radiación solar puede ser absorvida

da, transmitida o reflejada; siendo el flujo incidente igual a la suma de los flujos absorbidos, transmitidos y reflejados. Las diferentes reacciones que se producen ante la radiación son las siguientes:

- Absorción:

Es un proceso que depende de la facultad de un material para absorber una parte o la totalidad de la radiación solar. Se caracteriza por una relación entre el flujo absorbido y el flujo recibido, relación que por lo general es inferior a uno, cifra a la que sólo llega en casos excepcionales (caso del cuerpo negro perfecto).

- Reflexión:

Es un proceso que permite a un material reflejar una parte de la radiación en la misma longitud de onda que la radiación incidente. Esta reflexión se caracteriza por un factor, siempre inferior a uno e igual a cero en un cuerpo negro ideal, que es la relación entre el flujo reflejado y el flujo incidente. Esta relación es complementaria del factor de absorción y la suma de ambos valores es igual a uno.

- Emisión:

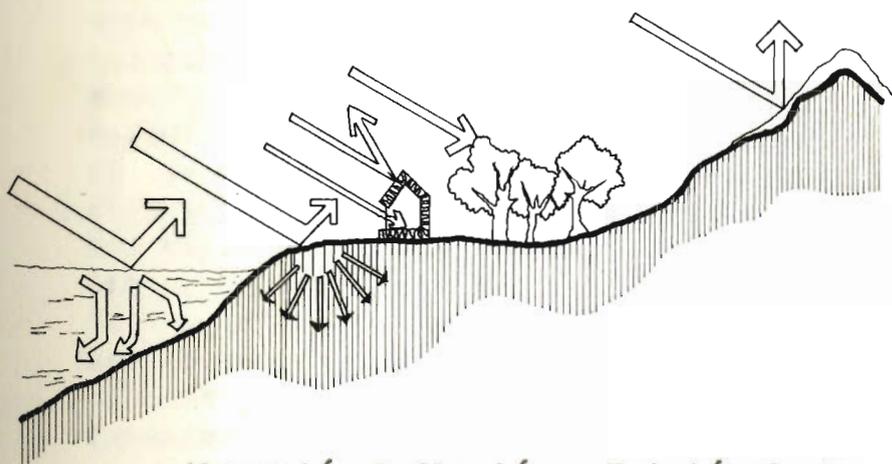
Todo material es capaz, igual que el sol, de emitir una radiación particular teniendo en cuenta su naturaleza y temperaturas propias, y esta emisión se caracteriza por un factor que relaciona la emisión de un cuerpo negro perfecto con la del cuerpo en cuestión. Este fac-

tor es siempre inferior a uno.

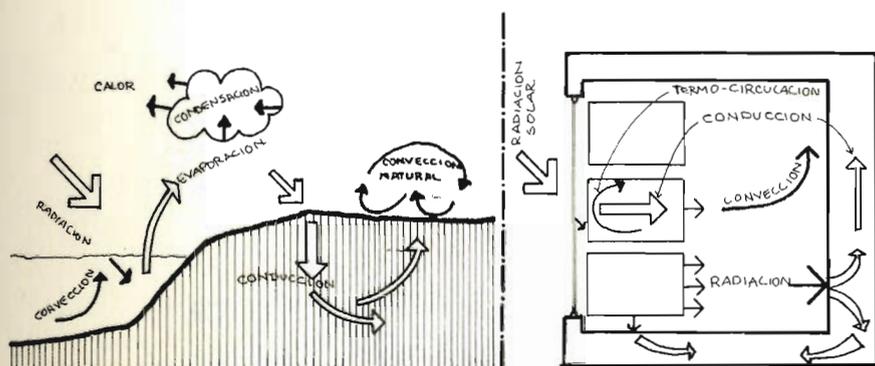
Así pues, cada material puede determinarse presición en función de estos tres tipos de comportamientos. Según la situación y el papel que se atribuyen a los elementos constitutivos de una vivienda, conviene elegir bien el material que responda adecuadamente al medio ambiente y a la radiación solar.

Quando un material recibe una radiación, teniendo en cuenta su capacidad de absorción, almacena cierta cantidad de calor; entonces tiene lugar:

- Una elevación de su temperatura
- Una acumulación de calor



Absorción, Reflexión, y Emisión de la radiación en el Medio Ambiente.



Diferentes modos de transmisión del calor. A la izquierda en el Medio Ambiente Natural; a la derecha en el caso de depósitos de agua colocados de lante de una vidriera.

CAMBIOS DE ESTADO DEL AGUA:

Denomina-
dos con frecuencia evaporación (vaporiza-
ción) o el fenómeno inverso condensación
(licuefacción), los cambios de estado del
agua son una fuente de transmisión de -
calor. Cuando el agua pasa al estado de -
vapor, lleva en sí cierta cantidad de --
energía que restituye en el momento en -
el que se produce el fenómeno inverso y
el vapor se condensa. Estos fenómenos, ra-
ras veces utilizados voluntariamente --
(salvo en la climatización tradicional -
de los países de oriente medio), pueden -
servir para un control climático, princi-
palmente en lo que se refiere a al en-
friamiento por evaporación.

INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES
"VASCO DE QUIROGA", A. C.
PROL. V. DE MENDOZA 1678 TEL. 4-13-35
MORELIA, MICH.

ENVOLTURAS HABITABLES:

La pared es por definición el límite entre el medio exterior variable y el medio habitable - en el que se desea crear y conservar el bienestar. Las paredes de una vivienda no son unos límites infranqueables al calor y a la radiación.

Con frecuencia, la idea que se tiene - de la casa es la de un objeto asentado - en un medio por lo general demasiado cálido o demasiado frío, y en el cual se - mantiene de forma artificial una temperatura agradable. Y frecuentemente también, la casa se imagina como una especie de - colador que se va llenando de calor para compensar sus pérdidas. Sin embargo, esta idea es más bien la consecuencia de una carencia arquitectónica que dá una regla intransgredible. Los progresos conseguidos en el campo del aislamiento de las - viviendas ha demostrado que las necesidades energéticas pueden ser reducidas limitando la pérdida gratuita y costosa de calorías hacia el exterior. Intentaré mostrar incluso que el solo hecho de imaginar una vivienda con necesidad de calefacción es un absurdo, ya que las aportaciones energéticas solares son los suficientemente importantes como para ser retenidas y manejadas oportunamente.

La importancia de la concepción misma de la envoltura habitable y las necesidades de calor limitadas que debe tener una vivienda, se consigue dando a la misma una forma que no favorezca los cam

bios térmicos, evitando las irregularidades y otras aletas que transformarían el edificio en radiador, haciendo paredes aislantes o inerentes, y disminuyendo la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, es decir, creando espacios-tapones que eviten que el aire exterior esté en contacto demasiado directo con el aire interior.

LA FORMA:

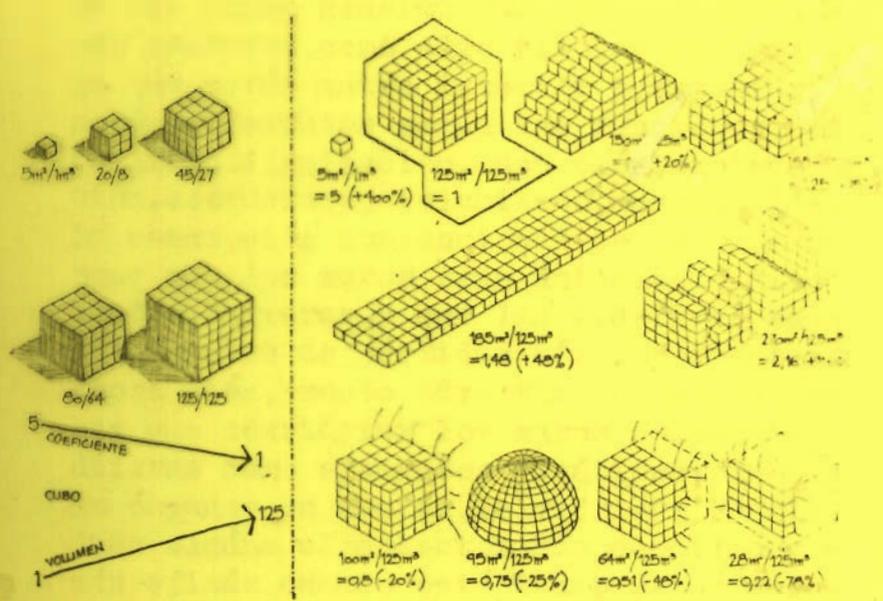
Determina cierta superficie de pared, que no es únicamente la fachada, y que puede estar cubierta por volúmenes exteriores. Si se procura disminuir esta superficie de contacto interior/exterior, se limitan las pérdidas caloríficas. Y veremos que al mismo tiempo se ha de estudiar la forma de lograr una calidad en las paredes y cierto aerodinamismo de la envoltura habitable.

Con el fin de conseguir la proporción de superficie de pared respecto al volumen habitable y así poder apreciar, de una forma aproximada, las superficies de intercambios, utilizaremos el coeficiente de forma. Este se obtiene relacionando la superficie de las paredes directamente en contacto con el exterior y el volumen habitable.

Este coeficiente de forma permite comprobar que, al aumentar una forma dada, la superficie de las paredes crece menos rápidamente que el volumen por ellas contenido.

Lo cual quiere decir que cuanto más importante sea el volumen, menor será la superficie de envoltura por metro cúbico interior. En proporción, una vivienda grande tiene menos superficie de pérdida que una pequeña.

Coefficiente de Forma.



A la Izquierda, variación del coeficiente de forma de un cubo al que se aumenta de volumen. A la derecha, evolución del coeficiente de forma de diferentes combinaciones de un volumen de 125 metros cúbicos.

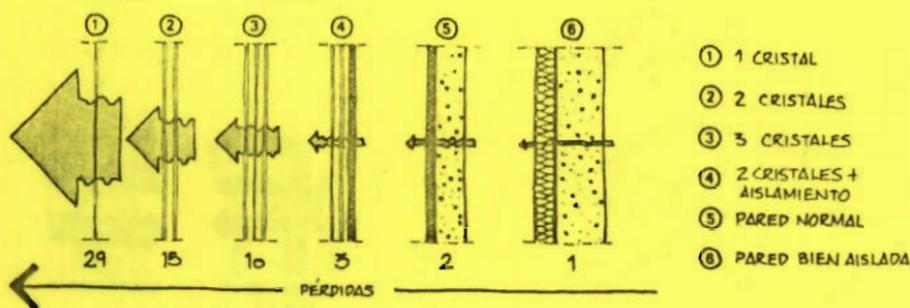
CUALIDADES DE LAS PAREDES:

Teniendo en cuenta la diversidad de las características de los materiales, las paredes de envoltura habitable deben concebirse con sumo cuidado. Veremos que cuando se pretende una mayor economía de energía y una mayor autonomía térmica, más importancia tiene la naturaleza de las paredes. De una forma general las paredes deben ser pensadas como algo vivo, es decir, algo que actúa entre interior y exterior. Y serán diferentes según las funciones que realicen: iluminación, captación, protección, estructura, aislamiento, acumulación. La concepción convencional de la casa supone que los muros sean únicamente aislantes, barreras, y que las vidrieras sean las fuentes de pérdidas más importantes. Ahora bien, pronto advertiremos que no hay que considerar los muros o las vidrieras como elementos estáticos, sino como órganos en acción. La vidriera es sin duda alguna el colector más sencillo y más eficaz cuando está equipada para esto, es decir, cuando está provista de oculaciones aislantes móviles.

La naturaleza de las paredes también debe ser estudiada en función del principio de climatización solar elegido, y principalmente en los casos de modelos bioclimáticos que exige por parte de los muros una retención calorífica importante.

Por ejemplo el aislamiento no hará el mismo papel respecto al interior según su posición sobre un muro macizo.

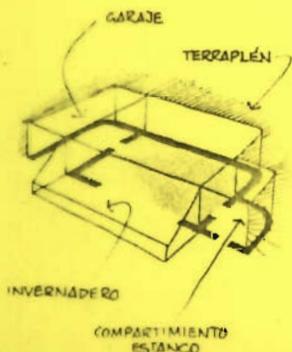
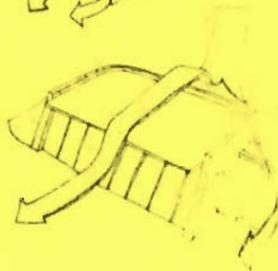
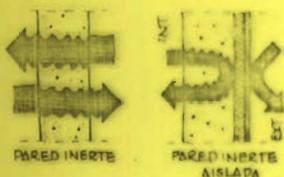
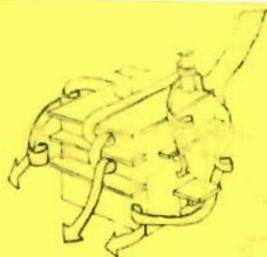
La noción de textura viene a completar las de forma y cualidad. Se trata de todas las asperezas salientes de la fachada que, cuando están asociadas a la estructura y son de la misma naturaleza,



Diferentes tipos de paredes y pérdidas correspondientes.

DIFERENCIA DE TEMPERATURA ENTRE LAS DOS CARAS DE UNA PARED:

Las pérdidas entre interior y exterior también dependen directamente de las temperaturas respectivas de ambos medios. Aunque no se pueda actuar sobre el clima del exterior, pueden crearse en cambio unas zonas intermedias entre el espacio habitable y el exterior, o colocar los armarios y las habitaciones con menos necesidad de calor contra las paredes más frías. Estas soluciones tienen la ventaja de crear tapones de temperatura intermedia y de atenuar las pérdidas de calor.



PAREDES, TEXTURA Y ESPACIOS TAPONES.

INFILTRACIONES :

Son las aportaciones involuntarias de aire fresco exterior que se producen a causa de las malas juntas entre elementos de construcción, de la mala aplicación de equipos o de la calidad mediocre de las juntas y burletes de las partes móviles. La mala concepción de las contraventanas, ocultaciones móviles que necesitan la abertura de las vidrieras, -- también provocan pérdidas.

CAPITULO CUARTO

LA VIVIENDA SOLAR

¿Cómo definirla?

Los efectos del sol sobre la tierra son una realidad, desconocida y a menudo, subestimada, lo cual explica sin duda alguna la forma descarada de tratar los recursos de la tierra cuyos periodos de renovación no guardan relación alguna con el tiempo necesario para dilapidarlos. El procedimiento mediante el cual los especialistas en calefacción acostumbran valorar las necesidades caloríficas de una vivienda es un claro ejemplo del desdén con que miran principalmente la energía solar, así como de la visión abstracta que tienen de lo urbano, imaginado sin relación con su entorno. En materia de calefacción es de buen tono considerar una vivienda como un medio cerrado que no reciba más energía exterior ni interior que la producida intencionadamente. Así, las aportaciones a través de los ventanales, de los muros macizos soleados, y las que provienen de las leces, que no son despreciables en los casos de almacenes de estudios (los focos de un almacén, las lámparas de los estudios,), o de las máquinas eléctricas o de los motores, la mayor parte de las veces se omiten. Así mismo en los parajes, que necesitan una climatización de ve-

rano, la casa es también muchas veces una caja isoterma (un termo) demasiado caliente a causa de la presencia humana y de las infiltraciones, y en la que el acondicionador del aire es el único medio pensado para refrescarla. Se olvida en tal caso el enfriamiento terrestre natural (radiación terrestre), la utilización voluntaria de la evaporación de agua sobre la cara exterior del edificio, o la ventilación natural que aprovecha las diferencias de presión entre las distintas fachadas de la casa.

"Vivienda Solar"

"Vivienda"

La consecuencia de este tipo de actitud es muchas veces la magnitud que llegan a alcanzar las instalaciones de calefacción y la tendencia de la arquitectura a seguir esta lógica y a concebir voluntariamente una vivienda totalmente aislada, separada del clima que la rodea, y todo esto (como ya hemos visto) aislando sin distinción todos los muros, y situando el aislamiento en la cara interior, -- desdénando así la masa de la envoltura hacia el exterior. Concebida como una envoltura isoterma, en un clima abstracto llamado de régimen permanente, la vivienda se coloca literalmente en un paraje; en el mejor de los casos se adapta al mismo, pero al ser cada vez más tipificada, prefabricada, y venderse "llaves en mano", su concepción --

no tiene en cuenta el lugar de implantación.

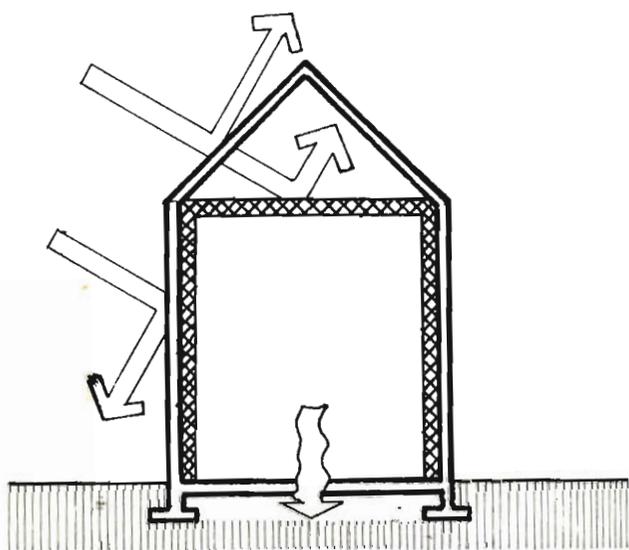
A pesar de ello los cambios de calor existen y pueden ser sabiamente utilizados a fin de obtener, por lo menos, un balance térmico favorable, que es uno de los principios básicos de lo que llamaremos Arquitectura Solar.

Por esa razón, parece interesante evocar los órdenes de prelación de los fenómenos térmicos.

Los cambios debidos a la radiación de la tierra, las transmisiones por conducción, los cambios por convección libre, todos estos cambios, no despreciables, corresponden a los diferentes movimientos de calor entre los materiales mismos, de una forma general entre la superficie terrestre y el espacio.

Cuando el balance es desfavorable, pueden ser equilibrados gracias a los combustibles fósiles o biológicos y a las aportaciones solares dirigidas. Ya se ha calculado la cantidad de energía solar interceptada por la tierra. "Solar":

La primera definición que haremos de una vivienda solar será la siguiente: Concebir una vivienda que administre de una forma óptima las aportaciones solares e intentar satisfacer de esta manera las necesidades en baja temperatura del sector residencial (menos de 110 grados).



Vivienda Convensional aislada en el interior.

El aislamiento impide la aportación exterior, y el calentamiento de la estructura del edificio no puede servir para temperar la atmósfera interior.

Pero esta definición llama inmediatamente a otra que completa la primera y ayuda a comprender las diferencias que pueden aparecer en las distintas realizaciones solares conocidas.

En lo que se refiere al dominio de las aportaciones solares, después de lo que se ha dicho sobre los balances térmicos, ni que decir tiene que se trata también de controlar las transmisiones de calor en los dos sentidos, es decir, tanto del interior hacia el exterior como a la inversa.

Parece evidente que concebir una arquitectura solar implica:

- Una concepción de la vivienda que tenga en cuenta el paraje y su clima;
- Una concepción de paredes que utilicen adecuadamente los fenómenos térmicos.
- Y, de un modo muy general, por parte de sus futuros ocupantes, una toma de conciencia de lo que es el confort y de los medios ecobiológicos para conseguirlos.

Hacia el Bioclimatismo:

Teniendo en cuenta el sol, la vivienda y su pared translúcida que permite producir el efecto de invernadero, la versión más sencilla de una arquitectura solar será aquella en que la radiación penetre directamente en la envoltura habitable calentando así la masa interior. Esta envoltura, concebida como una pared variable, se cierra ya sea para conservar el calor acumulado, o bien para preservarse del mismo.

Es importante recalcar que una gran parte de la concepción bioclimática se apoya en la concepción de paredes que sean realmente como pieles vivas. En efecto, hemos podido ver que un material calentado se enfría emitiendo, y que su balance puede ser nulo o negativo si recibe menos energía de la que dá. Crear una envoltura variable significa colocar un complejo de materiales (por ejemplo: vidriera + ocultación aislante interior y exterior), o bien un material autovariable, que permiten modificar la capacidad de transmisión de calor y de permeabilidad de las radiaciones según los momentos del día, y las necesidades.

Así pues, el objetivo de la arquitectura solar bioclimática es un dominio de balance térmico y de sus dos componentes: radiación solar y radiación terrestre, por medio de una envoltura habitable, lo más simple y lo más eficaz posible.

La expresión misma de una arquitectura solar bioclimática nos parece redundante, y la asociación de "solar" y de "bioclimática" deviene un pleonismo. La idea de la concepción bioclimática, tal como se ha definido antes, incluye forzosamente la utilización de las aportaciones solares, pero no se reduce estrictamente a esto.

En cambio, la estricta utilización de la radiación solar por medio de colectores sin un nuevo planteamiento - de la concepción de la vivienda, no es más que una reducción del bioclimatismo a nuestro parecer, interesante, desde luego, muchas veces indispensable. Por esto la arquitectura solar no es más que un paso parcialmente bioclimático que incluye aspectos positivos y otros ridiculos.

En torno al bioclimatismo se han - hecho varias experiencias globales, -- parciales, tímidas, con éxito o fracasadas, desde la idea de una ecosociedad, por fin imaginada, hasta fragmentos de experimentación como los colectores - solares industrializados que constituyen de hecho los elementos de rompecabezas y no la imagen acabada.

La arquitectura solar no es un fin sino una monstruosidad coyuntural. En cuanto al bioclimatismo, queremos que sea sinónimo de arquitectura hasta el punto que no formen más que una sola cosa.

INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES
"VASCO DE QUIROGA", A. C.
PROL. V. DE MENDOZA 1678 TEL. 4-13-35
MORELIA, MICH.

LOS CRITERIOS Y LOS TERMINOS:

La importancia de lo que se trata respectivamente en ambas tendencias, bioclimática y tecnológica, y las posturas fundamentales que las diferencian, provocan todavía cierto desconcierto debido a una terminología vaga o contradictoria muchas veces. Es raro encontrar una separación de los proyectos solares en dos tendencias: la mayoría de las veces incluso se reserva la denominación de arquitectura solar a los proyectos que comprenden colectores integrados, considerando sin duda que el bioclimatismo es demasiado evidente o demasiado arriesgado para ser marcado con la etiqueta solar. También hay pocos autores que hagan alusión a las construcciones vernáculas, que están bien concebidas y bien integradas.

La primera diferenciación en lo que concierne a la utilización de la energía solar se sitúa al nivel de la concepción misma de un proyecto. Se trata de estimar si se considera a la vivienda en relación con el paraje y el clima de si la solución es íntegra o parcial.

A este respecto se pueden enunciar dos criterios principales:

- Bioclimatismo:

Principio de concepción arquitectural que pretende utilizar, por medio de la arquitectura misma, los elementos favorables del

clima con objeto de satisfacer las --
exigencias del bienestar térmico.

- Tecnologismo:

Tendencia a integrar a
una arquitectura un conjunto de téc
nicas de helioingeniería destinadas
a satisfacer las necesidades de calefacción independientemente de la
reacción propia de la arquitectura.

Es necesario observar que el primer criterio es al mismo tiempo una
tendencia y un nivel de compromiso. Es
decir, que tanto lo emplearemos para
designar un objetivo límite (y teóri-
co) a lograr, como para la expresión -
coyuntural del mejor compromiso posi-
ble en un momento dado. En cuanto al -
segundo criterio, puede significar tan-
to un nivel de compromiso óptimo --
(cuando un programa no permite otra -
alternativa), como designar peyorativa-
mente una experiencia en la que se --
podría haber llegado más lejos.

La noción de bioclimatismo queda -
integrada en el concepto de "ecodesign"
es decir, una búsqueda fundamental ha-
cia un urbanismo y una arquitectura -
que tengan en cuenta un proyecto de -
sociedad a largo plazo, y más especial-
mente, que hagan el balance del coste
energético de cada operación que en-
tre en la concepción de un espacio, --
con el fin de escoger en cada paso la

solución (materiales, programa, paraje, modelo bioclimático) óptima en lo tocante a energía, a perjuicio social y sociológico, a duración y a descentralización.

El bioclimatismo puede considerarse como una ecoarquitectura cuando — tiene en cuenta tanto la construcción como la vida (duración y funcionamiento) de una envoltura habitable.

La concepción bioclimática es ante todo una especie de compromiso cuyas bases son un programa de arquitectura un paraje, una cultura, unos materiales locales, cierta noción del bienestar y del abrigo, y cuya síntesis es la envoltura habitable.

Compromiso también porque la arquitectura es tributaria de la lógica de la industria de la construcción, de la técnica y de los materiales favorecidos por esta producción, lo que muchas veces hace que el coste comercial (inmediato) se ponga fundamentalmente al coste ecológico (a largo plazo); ya — que la industria no favorece los materiales menos caros energéticamente o aquéllos que son poco industrializables.

También podría relacionarse el término bioclimático con el conjunto de paredes maestras y el tecnológico con la obra de tabiquería para comprobar

que, cuando se puede escoger, a menudo se refiere la solución de los colectores simplemente porque están prefabricados y muchas veces se colocan ya al acabar la obra de construcción, mientras que las vidrieras, los muros captadores, o los invernaderos exigen más intervención manual.

Hay dos criterios temporales que sirven para precisar sobre sí el sistema de utilización de la energía solar ha sido realizado al mismo tiempo o después de la construcción.

Concepción global:

Equipo y vivienda se tienen en cuenta simultáneamente.

Adaptación:

A una vivienda ya construida se le añade un sistema con el fin de asegurar una climatización solar.

Teniendo en cuenta estas tentativas conceptuales, parece evidente que pueden haber concepciones globales bioclimáticas o tecnológicas, pero la mayoría de las veces las adaptaciones son tecnológicas a causa de la casi imposibilidad de hacer una síntesis global vivienda/clima/bienestar en -- aquél momento.

Hay dos criterios de funcionamiento que sirven para determinar el tipo de relación existente entre las partes de la envoltura o entre los dis-

tintos equipos, a fin de asegurar un bienestar térmico.

Activo:

Se llama así al principio de captación solar, almacenamiento y distribución que necesita para su funcionamiento la aportación de una energía exterior y que implica unas tecnologías bastante pesadas (equipos).

Pasivo:

Se llama así al principio de captación, almacenamiento y distribución capaz de funcionar solo, sin aportación de energía exterior y que implica unas técnicas simples (equipos).

Hay dos criterios de aspecto que indican si los elementos del sistema de captación están o no integrados en la envoltura arquitectural, sin juzgar sobre la concepción.

Solar:

Arquitectura cuya concepción integra efectivamente los elementos del sistema de utilización de la radiación a la envoltura construída.

Solarizada:

Arquitectura cuya concepción no le debe nada a las técnicas solares y en la que sus componentes sólo han sido superpuestos a la envoltura sin que su forma tenga ningún carácter específico.

Solar pues, se aplica a aquéllas - concepciones bioclimáticas o tecnológicas cuya forma se deriva de una síntesis de componentes o de sistemas en el momento de su concepción.

En cambio, parece difícil realizar "adaptaciones" solares teniendo en cuenta la oposición fundamental entre añadir componentes y conseguir una realización global.

La concepción bioclimática:

Definida como aquélla que no utiliza más -- que soluciones arquitectónicas para -- lograr un bienestar térmico, hemos visto también que intenta ante todo conseguir un balance térmico ideal entre el interior y el exterior.

La principal fuente de aportación solar directa que concierne a la vivienda es la conversión térmica de la radiación, explicada por el calentamiento de un cuerpo absorbente expuesto al sol; fenómeno que se acentúa -- cuando se dispone una vidriera delante del cuerpo absorbente, provocando -- así un efecto de invernadero. Las diversas realizaciones se diferenciarán por los emplazamientos respectivos de la pared translúcida, del cuerpo absorbente, de la masa de almacenamiento y del espacio habitable.

La concepción Tecnológica:

Es --

aquella en la que existe una separación entre las funciones de captación almacenamiento y restitución y la envoltura habitable, y, por lo tanto, unos equipos distintos de esta envoltura -- propiamente dicha son los que desempeñan estas funciones. En este caso es -- necesario utilizar uno o varios flúidos conductores de calor entre el -- equipo de captación, el de almacenamiento y el de restitución. Veremos -- que la separación de las funciones no es incompatible con una integración -- de los equipos en arquitectura, y que los componentes pueden convertirse en elementos de la envoltura (techo-colector) sin que hablemos de bioclimatismo. Estos esquemas pueden resumirse por el esquema siguiente: Sol/Colector /Masa/Espacio.

Un sistema de climatización solar tecnológico se descompone en tres partes principales: Colector, Almacenamiento, y Restitución y en tres elementos secundarios: Flúido (transporte de calor), calefacción auxiliar e instrumentos de control.

En resumen, los diferentes modelos bioclimáticos y los sistemas tecnológicos pueden organizarse según un eje que vá de la mayor simplicidad técnica aliada al máximo de concepción arquitectónica hasta la mayor sofisticación aliada al mínimo de concepción arquitectónica y al máximo de estandarización.

El bioclimatismo tiende a la integración de una vivienda diferenciada en un clima particular y favorece la renovación de una arquitectura propiamente vernácula, mientras que el tecnologismo tiende a la industrialización de los componentes de la arquitectura y a una estandarización de las respuestas arquitectónicas.

INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES
"VASCO DE QUIROGA", A. C.
PROL. V. DE MENDOZA 1678 TEL. 4-13-38
MORELIA, MICH.

URBANISMO Y SOL:

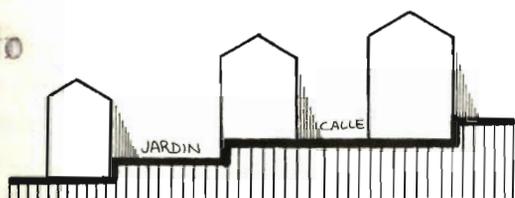
El derecho al sol no está inscrito en la Constitución, ni siquiera en los reglamentos de Urbanismo desgraciadamente, y cada vez que se evoca siempre oímos expresar los mismos temores con respecto al futuro de las densidades de ocupación del suelo.

Sin embargo, en el pasado podemos ver ejemplos donde se tuvo en cuenta de una forma espontánea o voluntaria el derecho al sol en el Urbanismo.

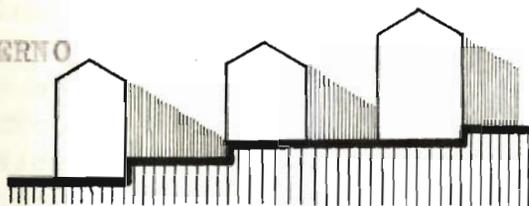
En el Urbanismo espontáneo, podemos citar numerosos pueblos del mediodía mediterráneo, de la Costa Azul al Rosellón, implantados sobre las vertientes sur de las colinas. Gracias a disposición, se podían conservar perspectivas muy apretadas al mismo tiempo que se garantizaba el derecho al sol de cada uno gracias a la propiedad privada vertical de las casas. Esta verticalidad permitía la migración estacional: en invierno, al hallarse el único punto de calefacción en la planta baja, se podía gozar durante el día de las aportaciones solares en los pisos superiores y retirarse durante la noche a las habitaciones inferiores mejor aisladas; en verano las habitaciones inferiores permanecían más frescas debido a su posición en una sombra permanente y la masa térmica de los pisos y de la proximidad, al ser muy pesadas las paredes.

Algunas fachadas, por el lado del jardín, podían incluso quedar totalmente expuestas en el invierno gracias a la pendiente del terreno.

VERANO



INVIERNO



PRINCIPIO DE LA ORIENTACION SOLAR.

El eminente arquitecto francés Le Corbusier dijo que la historia de la arquitectura ha sido una historia de lucha, -- de lucha por las ventanas. Por más de mil años el hombre se ha esforzado para hacer las ventanas del mayor tamaño posible, luchando contra las limitaciones de los métodos de construcción y de los materiales; cuando el hombre pudo superar -- estas limitaciones, luchó contra las distintas influencias reaccionarias de los estilos. Poco a poco las ventanas triunfaron, ganaron ser reconocidas no como un hoyo en la pared, sino como una parte -- transparente en la pared.

En los años treintas como consecuencia de esta victoria, las casas virtualmente comenzaron a tener paredes enteras de vidrio, por donde se podía apreciar el paisaje; estas estaban orientadas hacia -- donde se localizaba el mejor paisaje y -- hacia la luz, por ahí entraba el sol de invierno.

En nuestra época, propensa a etiquetar todo, estas casas calentadas por el sol, se les etiquetó bajo el nombre de casas solares.

Pocos han sido los avances arquitectónicos que se han interesado en diseñar -- casas del tipo de las casas solares. Estas casas en esencia, son construcciones orientadas y diseñadas para admitir durante el verano la mínima cantidad de ra

yos solares directos y durante el invierno la máxima. Esto generalmente, se logra con largas ventanas, espacios abiertos y pendientes o cualquier otra traza que dé sombra, colocados con estrategia. Durante el verano, cuando el sol está en una posición muy alta, las ventanas reciben sombra; y durante el invierno cuando el sol está en una posición muy baja los rayos del sol entran directamente.

El control solar se facilita cuando las ventanas dan hacia el sur verdadero, también las casas solares se pueden construir con la orientación de las ventanas ligeramente hacia el este o el oeste del sur verdadero.

El calor solar que se obtiene será mayor durante la mañana si la ventana se orienta hacia el este del sur verdadero; y obviamente si la ventana está orientada hacia el oeste del sur verdadero se obtendrá más calor durante las tardes.

Una ventana que esté correctamente orientada para recibir insolación en invierno y evitarla en verano, será además de confortable, más económica debido al ahorro en energéticos que por concepto de calefacción y aire acondicionado requieran sus locales.

La luz del día o luz natural es un independiente recuso de luz efectiva. La luz del día se vé con un nuevo énfasis, debido al incremento en los costos y en las manufacturas.

Se estima que el 20% de la electricidad consumida en edificios para oficinas fábricas y habitaciones, se podrá ahora ahorrar, usando eventualmente los recursos de la luz, los de la iluminación y la tecnología con la que contamos actualmente.

Para reducir el gasto de energía, tomando en cuenta las ventajas psicológicas de la luz natural, una solución es -- usar vidrios de alto rendimiento en las ventanas para que la luz artificial se use menos, éstos contienen ciertos productos que reducen el calor del sol y en algunos casos, vidrios que absorben la energía del calor.

La ganancia del calor solar o de energía solar se define en terminos generales como "Observador y transmisor de -- Energía Solar", una identificación diseñada para limitar calor, es menos costosa -- de construir cuando usamos sistemas pasivos de aprovechamiento de energía solar.

El mantenimiento y el equipo son más económicos que en el caso de usar sistemas activos de aprovechamiento de energía solar, por lo que se recomienda para diseños de aprovechamiento de energía solar procurar evitar sistemas mecánicos y reorganizar, optimizando los elementos naturales como muros, techos, fachadas, cielos, paredes interiores, etc. con el objeto de aprovechar en forma natural y

y pasiva el mayor y mejor rendimiento y aprovechamiento del sol.

ENERGIA SOLAR PARA CALEFACCION:

Los dispositivos para absorber y utilizar la energía solar para calefacción se basan en la transparencia del vidrio claro a la radiación solar de onda corta y en su opacidad a la radiación de onda larga emitida por la superficie que se calienta para aprovechamiento detrás del vidrio. Las disposiciones usadas comprenden 1) Grandes superficies de vidrio dando cara al sur 2) Absorvedores de tejado o de pared recubiertos de vidrio y aislados por detrás, que consisten en dos o tres planchas de vidrio separadas por espacios de aire colocadas sobre una superficie metálica ennegrecida a la que se unen tubos para la circulación del medio transmisor de calor, generalmente agua 3) Absorvedores de tejado cubiertos de vidrio y aislados por detrás que consisten en planchas de vidrio separadas y dispuestas en forma de ripias o tejamanís, con parte de las planchas ennegrecidas con aire entre las planchas para absorber el calor que circula entre ellas 4) Serpentes de tubo através de los cuales se hace circular agua, embebidos en los pisos de hormigón sobre los que incide la energía solar.

La "constante solar media" es la incidencia sobre la superficie externa a la atmósfera terrestre, normal al rayo solar y a la distancia solar media. Esta constante equivale a 2 calorías pequeñas por cm cuadrado por minuto, o bien, 28,800 calorías grandes por metro cuadrado al día

aumentando 3.5 por ciento en Diciembre, y disminuyendo 3.5 por ciento en Junio. El efecto de la latitud, hora del día, época del año e inclinación de la superficie, además del ángulo de incidencia θ , del rayo solar con la normal a la superficie, es dado por:

$$\cos \theta = \sin(\phi - \beta) \cdot (\sin \delta) + \cos(\phi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega.$$

de donde:

ϕ = es la latitud

β = la inclinación de la superficie apartándose de la horizontal hacia el sur y hacia el norte en el hemisferio sur.

δ = es la declinación del sol (+ 23.5 grados en los solsticios, 0 grados en los equinoccios).

ω = el ángulo horario a partir del medio día solar (15 grados por hora).

La disponibilidad de energía solar en cualquier punto de la tierra puede ser visualizada con la ayuda con la gráfica de insolación que se presenta aquí, la cual da la radiación solar relativa total diaria sobre una superficie horizontal o vertical orientada hacia el sur y hacia el norte en el hemisferio sur, externa a la atmósfera terrestre. La inmensa ventaja da una superficie vertical para recoger calor en invierno es evidente; es aún mejor una superficie inclinada alrededor de grados hacia el ecuador ($\phi + 15$).

La multiplicación de los valores de la gráfica por la constante solar de 24 horas y por la transmisibilidad local media de la atmósfera de la tierra da la incidencia diaria sobre una superficie vertical u horizontal. La transmisibilidad o transmitancia atmosférica para la radiación solar total varía primordialmente con el contenido de humedad de la atmósfera, el contenido del polvo y la masa del aire (definida por la relación de la masa de aire en la trayectoria de la radiación a la masa de aire a lo largo de una trayectoria vertical hasta el nivel del mar). La variabilidad de la transmisibilidad media a una sola latitud es indicada por registros de las estaciones; los valores medios para las semanas que incluyen el 21 de marzo, 21 de junio, 22 de septiembre y el 21 de diciembre son, respectivamente, 0.45, 0.43, 0.43, 0.39 y 0.55, 0.51, 0.52, 0.50 según el lugar.

Los cálculos exactos de los funcionamiento de los colectores solares deben basarse directamente en registros piroheliométricos de la Oficina Climatológica. Los valores aproximados de insolación sobre una superficie horizontal pueden estimarse, para estaciones meteorológicas que no registren datos solares, a partir de la diferencia Δ (grados C) entre las temperaturas de ampolla o bulbo seco al sol y a la sombra, por la relación.

INTENSIDAD SOLAR TOTAL= I.S.T.

I.S.T. = $7.8\Delta + 1.08\Delta^2 + 41$ cal. por m^2 por hora.

Esto es mejor que las estimaciones basadas en registros de nublados.

El "Calor neto" útil ganado por un colector solar de los tipos (1), (2), (3) es expresado por : (Insolación sobre el vidrio exterior) x (Transmitancia del sistema de planchas de vidrio para radiación solar) x (Absorbilidad de la superficie receptora de calor) - (perdida de calor de la superficie absorbente calentada através del sistema de planchas de vidrio) - (Aumento del contenido de calor del sistema colector desde el comienzo hasta el final del período de interés tal como desde un período de nubes densas a otro).

En la gráfica de la transmitancia de la plancha de vidrio de doble resistencia y de bajo contenido de hierro y de vidrio para las ventanas, de resistencia sencilla y de doble grado A, para la radiación solar total. La absorbilidad de la superficie receptora de calor varía con el color y el ángulo de incidencia; para una superficie bien ennegrecida a ángulos de 0 a 60 grados, puede tomarse como 0.96 y 0.88, respectivamente. Las "pérdidas de calor" del sistema dependen de la temperatura media del colector t_c , de la media aritmética de las temperaturas del agua a la entrada y a la salida si el colector es enfriado por agua; de la

téperatura de la habitación si es del tipo (I), de la temperatura exterior t y de los factores que afectan al coeficiente general de la transmisión de calor, U , de la relación:

Pérdida de calor a la atmósfera = $q/A = U(t - t_a)$, Cal, por metro cuadrado por hora.

El coeficiente de transmisión para un sistema de planchas "n" con inclinación de 30 grados sobre la horizontal la da, dentro del 3 % la relación:

$$U = \frac{0.29 + 4.1 + (3.2 + 0.016 t)(0.01 t - 0.1)}{n}$$

El valor se aumenta alrededor del 7 % para una superficie horizontal, y se disminuye un 8 % para una vertical.

La insolación media diaria sobre una ventana orientada hacia el Sur en un lugar con 42.4 grados latitud Norte, por el periodo de 6 meses de Noviembre de 1977 a Abril de 1978, fué de 2400 calorías por metro cuadrado. De éstas el 59 % fué transmitido através de dos planchas de vidrio estriado y absorbido por una superficie ennegrecida, el 22 % se perdió desde la superficie a la atmósfera durante el periodo de 8 horas de irradiación útil, y un 20 % adicional se perdió durante las demás horas (3) que fueron 16, durante las cuales se puso una cortina pintada de aluminio entre la superficie ennegrecida y el vidrio. El rendimiento de recolección neta útil para un sistema con calor alma-

cenado lejos del colector es entonces de 37 %. Debe observarse que un incremento -- del 20 % en la insolación elevaría el -- rendimiento del colector del 37 al 41 %, ya que no variaría la pérdida de calor a la atmósfera.

El calentamiento de agua por medio de energía solar se utiliza ya en México -- en muchas regiones que requieren de este servicio. Los calentadores caen en la cla-- se (2) anterior. Si se emplean instalacio-- nes con circulación forzada se pueden -- predecir sus resultados con facilidad -- por el procedimiento estudiado anterior-- mente. Si están basadas en la convección natural, las pérdidas al iniciar su funci-- onamiento pueden ser serias y su funci-- onamiento quedará considerablemente -- por debajo de los valores del tipo dado en el ejemplo anterior.

Los calentadores comerciales consis-- ten en uno o varios serpentines tubula-- res dispuestos en una caja cubierta de -- vidrio colocada sobre el lado sur de un tejado. Los tubos están dispuestos por -- lo general en varios serpentines en zig-- zag colocados justamente encima de una plancha que sirve de fondo o soldados a ella. Los serpentines y la plancha son -- pintados de negro. Para permitir la circu-- lación por termosifón se coloca un con-- ducto que vá a un depósito de almacena-- miento aislado en la parte superior del local cubierto por el tejado. Con el ser-- pentín absorbedor colocado debajo del de-- pósito, cesa la circulación con el enfrí-- a-

miento del agua del serpentín, en la noche. En las instalaciones grandes se emplea circulación forzada. Por lo general, se incluye calefacción auxiliar de gas o eléctrica.

Como los absorvedores de energía solar son efectivos durante los meses de invierno, se debe prestar atención a la congelación del agua en el absorvedor cuando se presentan en la noche temperaturas inferiores a 0 grados centígrados. Se han inventado absorvedores que utilizan una solución anticongelante que se hace circular a través de un intercambiador de calor para transmitir el calor al agua del depósito. Con unos cuantos decímetros de carga estática de líquido entre el intercambiador y el absorvedor, se pueden usar absorvedores de plancha ligera, que recolectan más calor que los serpentines de tubo.

Pg. 1862 - 1863.

La casa está orientada hacia el sur, -- para que las ventanas admitan radiación del bajo sol del invierno, mientras el techado sobrecae y los toldos excluyen el alto sol del verano. Esta calefacción solar pasiva es aumentada por un invernadero, piso y pared de masiva albañilería, y una cama de piedra debajo. Las piedras y la albañilería absorben calor durante el día y lo irradian durante la noche. El -- cristal del invernadero admite ondas de radiación solar más cortas, pero el calor de las ondas largas de radiación ultrarroja lo atrapa. Ventiladores en la pared y -- ventanas operables alientan convección -- del paso del aire que ayuda a calentar en invierno y enfriar en el verano.

El lado norte de "Geohouse" está estancado con el suelo, de la cual su temperatura cambia poco, ayudando a mantener -- el interior fresco en el verano y moderado en el invierno, mientras bloquea las -- rafagas del aire del Norte.

SOMBRA.--

El toldo voladizo, es la forma más sencilla para reducir la radiación -- solar, y es fácilmente ajustable. Aquellos de tejido pálido o plásticos traslucientes también admiten luz suave y difundida mientras bloquea calor intensivo.

ACUMULACION DE AIRE.--

Aunque más sencillo en concepto que el túnel de propósitos múltiples en un iglú, un vestíbulo -- sirve a uno de los mismos fines, prote-

giendo el interior de un empuje de aire frío y una precipitación de aire caliente o tibio.

SITIO.-

Protegido del norte por un risco, un pueblo mira hacia el sol de invierno. Para efectiva calefacción de solar pasivo, una casa debería mirar hacia el sur dentro de 25 grados.

VENTILACION.-

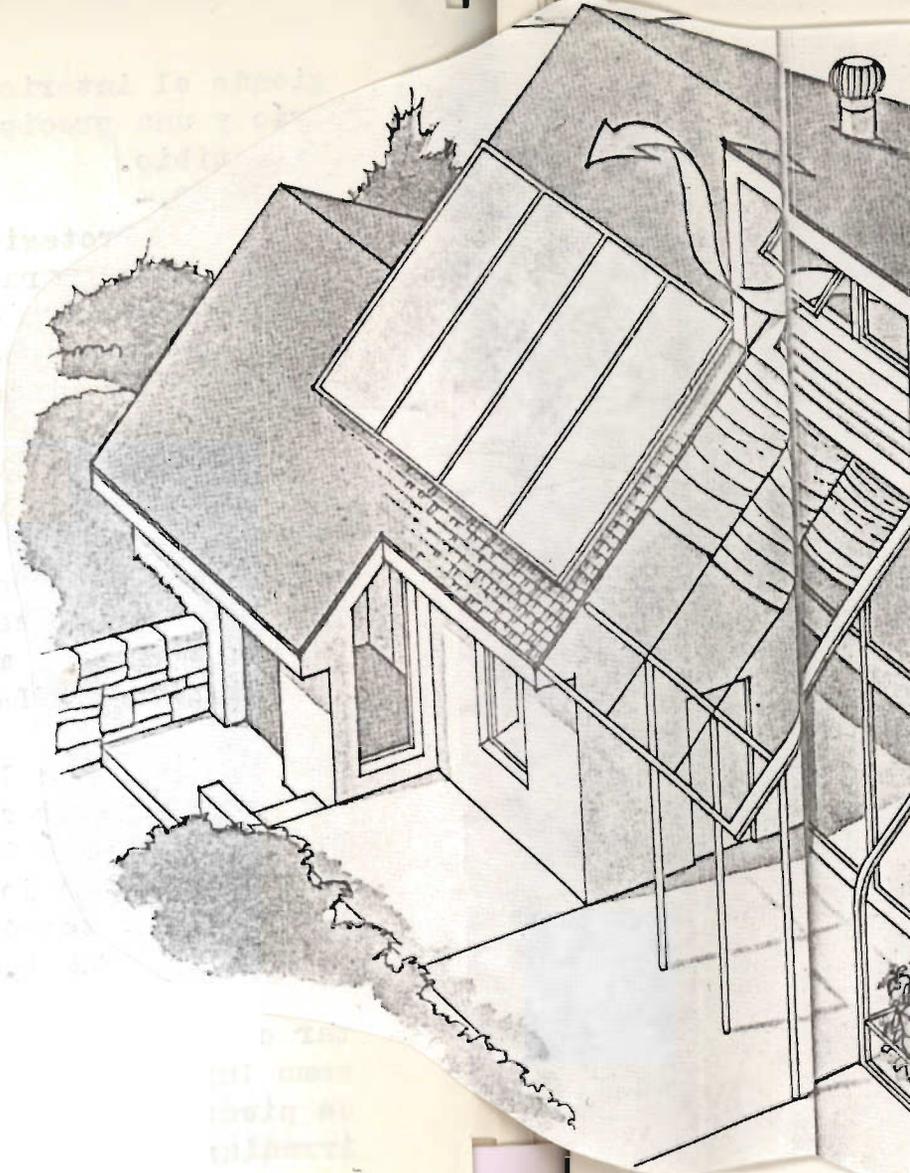
En los trópicos, las casas son elevadas y abiertas hacia brisas prevalecientes. En "Geohouse", ventanas, ventiladores y ventilas en las paredes del invernadero aseguran adecuadamente el intercambio y mezcla del aire.

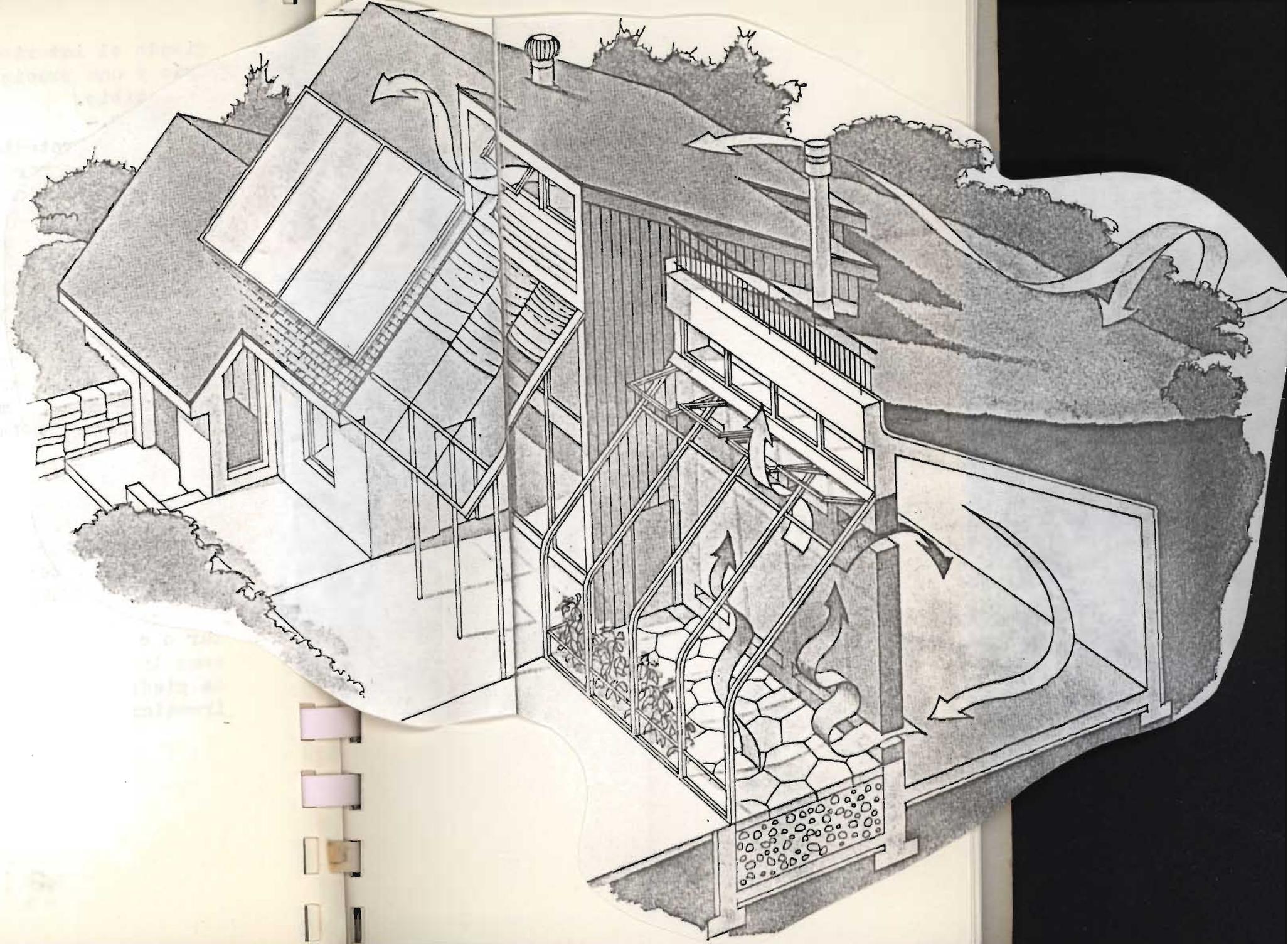
RESGUARDO DE LA TIERRA.-

Casas cubiertas de césped de las grandes llanuras -- ayudan a enfriar en el verano y calentar en invierno. Algunas variantes modernas son puestas debajo de la línea de helada en donde las temperaturas ondean poco.

INERCIA TERMAL.-

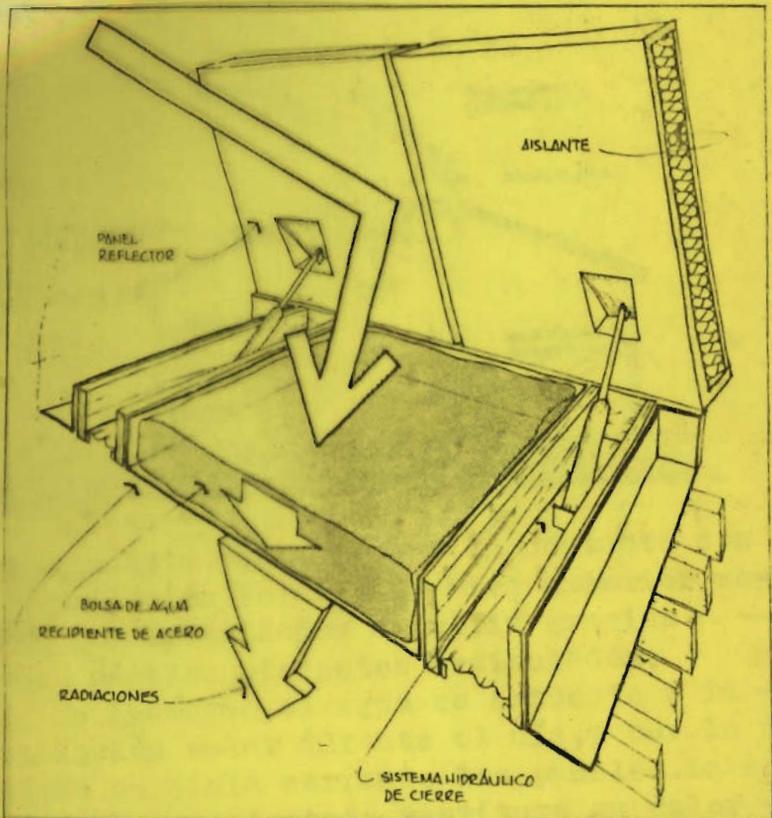
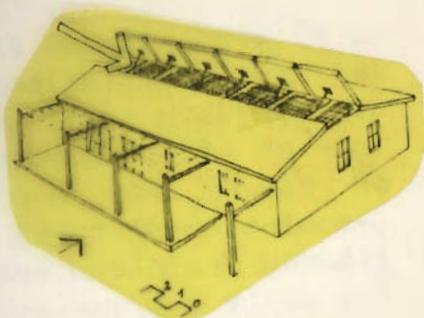
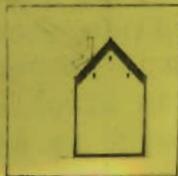
Despacio para calentar o enfriar, casas desérticas de adobe, como las paredes gruesas, pisos y camas de piedra, absorbe el calor del día para irradiarlo en la noche.





CAPITULO QUINTO

Casa Sherwood



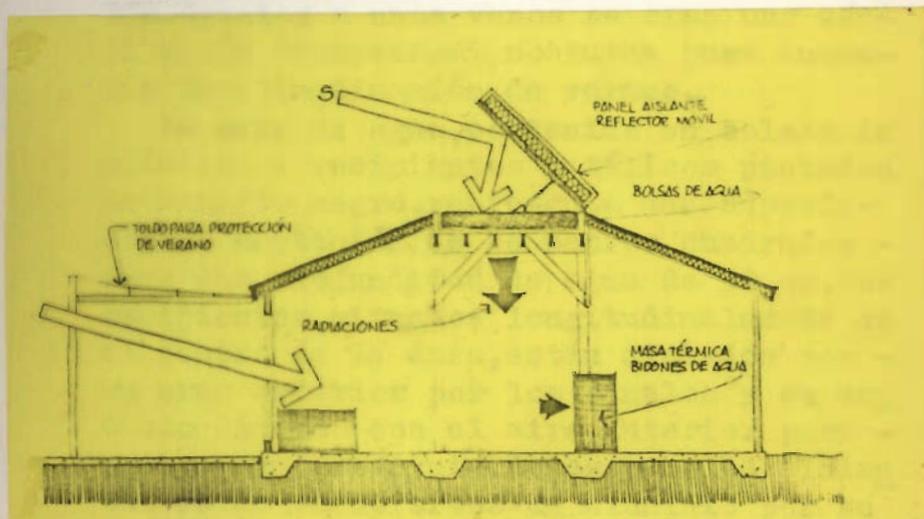
Casa Sherwood - 1975 - Winters, California (EE.UU.) - 38° latitud Norte.
Sherwood, propietario - J. Hammond (Living Systems), arquitecto e ingeniero.

167 m² de superficie habitable, 420 m³ de volumen habitable.

26 m² de superficie de captación, 8 m³ de volumen de almacenamiento (+1 m³ de agua en bidones).

El sobrecoste debido a la concepción solar es de 28 000 F (1975).

Este proyecto es la demostración de una de las numerosas posibilidades que ofrece el principio del techo macizo, hasta ahora el menos utilizado. Se trata de una masa de agua contenida en unas bolsas de película de plástico translúcida, colocadas en unos recipientes metálicos herméticos, sostenidos a su vez por las vigas del



tejado. Esta masa se pone en contacto con la radiación solar y el aire exterior según las necesidades a cubrir gracias a unos paneles aislantes articulados.

En Invierno, el agua es expuesta a la radiación solar durante el día, y por la noche se aísla cerrando los paneles. La masa de agua calentada restituye su calor por radiación hacia el interior de la casa. En verano el procedimiento es inverso: el agua se descubre durante la noche para que se enfríe emitiendo hacia el cielo, y se aísla con los paneles durante el día; de esta forma la masa de agua absorbe el calor interior diurno lograndose así una

Esta casa está concebida con un plan interior bastante abierto que facilita -- la penetración del sol por la fachada sur y la buena circulación del aire calentado por los recipientes de agua del tejado.

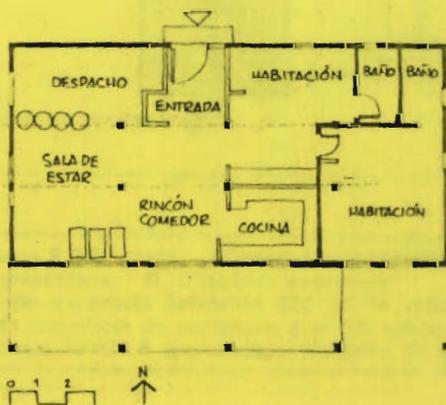
El confort de verano queda completado en la parte sur de la casa mediante un -- toldo móvil, de ocultación temporal regulable. Gracias a unos vanos se crea una ventilación transversal nocturna para aumentar la climatización de verano.

La masa de agua, contenida en bolsas de plástico y recipientes metálicos pintados de asfalto negro, representa una superficie de captación de 26 metros cuadrados -- para una profundidad de agua de 30 cm. Los recipientes, situados longitudinalmente en el centro de la casa, están aislados por -- su cara exterior por los paneles y en contacto directo con el aire interior para -- que puedan restituir. Estos paneles aislantes están recubiertos de aluminio por su cara interior a fin de hacer de reflectores cuando están abiertos y acentuar la -- captación; son accionados por unos pistones hidráulicos que se ponen en marcha de manera automática. Se han colocado 8 bidones metálicos llenos de agua (115 lts.) y pintados de negro para aumentar la masa -- térmica (cinco de los cuales se hallan de bajo de los recipientes de agua y tres de -- trás de un ventanal en la parte sur). Por último, la losa de hormigón del suelo, casi siempre soleada, también hace papel de almacenamiento. En cambio, las paredes están

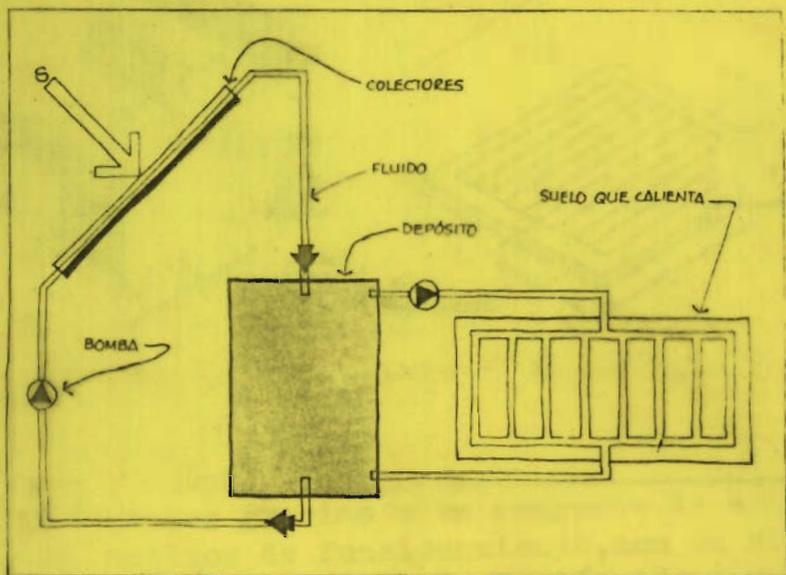
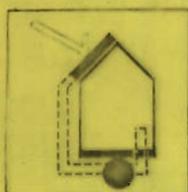
aisladas y no son macizas, son de armazón de madera.

El sistema de paneles aislantes que hacen de reflectores sirven para aumentar la captación cuando el sol está bajo y en posición cerrada aísla muy bien la masa de agua.

La elección de este sistema ha sido motivada por el interés por conseguir tanto el confort de invierno como el de verano. En este caso, el techo macizo garantiza una calefacción, y gracias a la posición horizontal de la masa, consigue una climatización de verano eficaz. La climatización queda asegurada en un 110 % y la calefacción en un 90 %. Este proyecto muestra también la conveniencia del techo macizo plano para las latitudes medias (38 grados N) cuando está provisto de paneles reflectores.

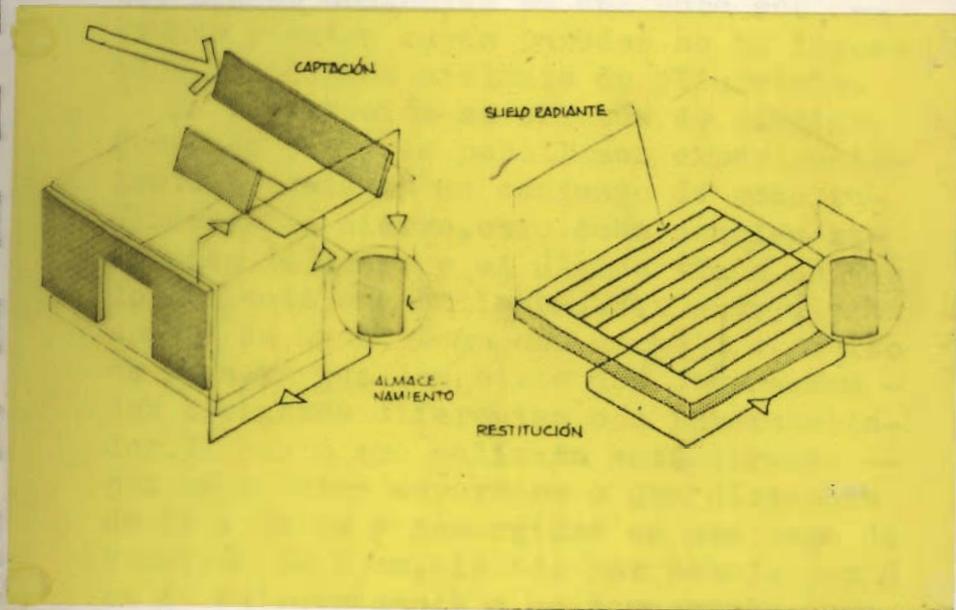


Casas en Aramon



Tres casas E.D.F. - 1976 - Aramon, Gard (Francia) - 43,5° latitud Norte.
E.D.F., propietario - G. Chouleur, arquitecto.
110 m² de superficie habitable, 380 m³ de volumen habitable.
45 m² de superficie de captación, 6 m³ de volumen de almacenamiento.
Sobrecoste: 70 000 F (por todo el conjunto de equipos) (1976).

Las experiencias de E.D.F. en Aramon - se dividen en dos operaciones: la primera es la que afecta a cinco pabellones con calefacción parcialmente solar, y la segunda está constituida por tres pabellones con calefacción íntegramente solar, situados cerca de la central termeléctrica de Aramon. Uno de estos tres pabellones es un ejemplo de la utilización de la radia-



ción solar gracias a un conjunto de equipamiento activo de funcionamiento, con un solo circuito de funcionamiento líquido.

Este pabellón contiene dos series de colectores de planos de agua: una de ellas está situada en la fachada sur, formada por 27 metros cuadrados de paneles verticales integrados a la pared, dejando dos puertas por toda abertura; la otra será situada en el tejado, y está formada por 18 metros --

cuadrados de paneles con una inclinación de 55 grados, con dos hileras de colectores colocadas directamente sobre la losa del techo. Cada panel está compuesto por una vidriera doble y una placa absorbente de acero con canales de flujo incorporado, pintada de negro no selectivo.

El almacenamiento se produce gracias a una cuba de 6 metros cúbicos de poliester armado contenida en una cuba más grande y entre cuyas paredes se ha inyectado una espuma aislante de poliuretano.

La restitución se efectúa de distinta forma en los tres pabellones experimentales: uno presenta un conjunto de ocho radiadores de hierro, otro ocho paneles radiantes de acero y el último tiene un suelo aislante que calienta. Sólo este último consta de un sistema con un sólo circuito de agua, ya que los otros dos comprenden dos circuitos diferentes con intercambiador. El suelo que calienta está formado por unos tubos separados a una distancia de 15 a 35 cm y sumergidos en una capa de hormigón de 6 cm, aislado por debajo por 6 cm de poliuretano; y un termostato para mantener la temperatura entre 21 y 26 grados. El almacenamiento ha sido concebido para conseguir una autonomía de 5 días sin sol. Pero para mayor seguridad se ha previsto una calefacción complementaria constituida por una resistencia eléctrica de 6 Kw sumergida en la cuba. La cuba y los equipos de regulación se hallan en una habitación en la planta baja. La restitución puede producirse en dos zonas independien

tes: sala de estar, cocina, y habitación en la parte sur, y las demás habitaciones.

La casa cuadrada, de una sola planta -- sin sótano, y con garage linadante en la parte trasera. Los muros son de conglomerados huecos de hormigón de 27 cm, con contratabique interior y vacío de aire. El suelo está formado por viguetas prefabricadas y rellenas de cascotes de hormigón, aislado bajo la capa, y la terraza queda aislada por la cara interior por paneles de espuma rígida.

Tal como la ha deseado su inventor, esta casa es de "inercia cero" y no ofrece ninguna masa térmica interior suplementaria del almacenamiento. Se trata, pues, de una concepción opuesta al bioclimatismo que responde a un conjunto de condiciones de calefacción tradicional. En este sentido es como se ha de juzgar esta experiencia poco satisfactoria y poco representativa, donde se unen la falta de una concepción original y la respuesta estricta a la noción convencional del bienestar. Además los resultados conseguidos en estas tres casas, después de funcionar durante toda una estación, están lejos de lo que se esperaba y de los obtenidos mediante la calefacción solar integral; esta instalación alcanza sólo un rendimiento global de un 20 %.

Estos equipos aseguran tan sólo una calefacción de invierno sin conseguir una climatización de verano, a menos que sean todavía más complicados.

B I B L I O G R A F I A .

- Enciclopedia Ilustrada Cumbre
Tomo XII, Grolier.
- Enciclopedia Tesoro de la Juventud
Tomo VIII, Grolier.
- Enciclopedia Combi Visual
Tomo V, Grolier.
- Baumeister y Marks. Manual del Ingeniero de Marks. México, 1969. Edit. Fournier S.A., Copilco Universidad.
- Jean Louis Izard, Alain Guyot
Arquitectura Bioclimática. Barcelona 1980
Edit. Gustavo Gilli.
- Patrick Bardou y Varoujan Arzoumanian,
Tecnología y Arquitectura, Construcción Alternativa. Barcelona 1981, Gustavo Gilli.
- National Geographic. "Special Report in the public interest, ENERGY, facin up the problem, getting down to solutions".
Washington, D.C.
- Arquitectura y Sociedad. Sociedad de Arquitectos de México. Año XXXVI No. 5 1982.