

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
Y URBANISMO

CÁTEDRA: PRODUCCION DE OBRAS 2
TALLER: OCANA

HABITABILIDAD
Y
CONFORT HIGROTÉRMICO

Publicación preparada por:

Jorge Daniel CZAJKOWSKI
Arquitecto

INDICE

1. Los factores Bioclimáticos.....	2
2. Elementos del bienestar higrotérmico.....	3
- convección - conducción - radiación - evaporación.	
2.1. Evolución de los niveles de confort higrotérmico.....	5
2.2. Relación entre la arquitectura y el clima.....	5
3. Relación de los elementos climáticos respecto del confort.....	6
3.1. temperatura y humedad.	
3.2. movimiento del aire.	
3.3. efectos sobre la presión de vapor.	
3.4. evaporación.	
3.5. irradiación solar.	
3.6. Representación gráfica del ambiente bioclimático.	
4. Exigencias de confort higrotérmico en locales de vivienda.....	9
5. Uso de los diagramas bioclimáticos como apoyo al diseño arquitectónico.....	10
6. Situación de confort en viviendas. Casos de la región y del país.....	13
7. Glosario.....	22
8. Bibliografía.....	23

Abril 1992

1. Los factores Bioclimáticos:

El desarrollo que aquí iniciamos se referirá al aprendizaje progresivo de como se concibe una vivienda confortable.

El ser humano se protegía de las variaciones climáticas recurriendo a oquedades del terreno, que transformaba en protoviviendas. En el largo transcurrir a la civilización conseguimos protegernos del clima por medio de construcciones que llamamos casa. En cualquier caso el objetivo fue la búsqueda de un refugio que nos mantuviera apartados del clima. Sería inconcebible pensar en una vivienda que no nos proteja o que no mantenga una cierta temperatura y humedad constantes. A nadie le gusta estar en un ambiente donde haga demasiado calor o frío, o que no exista diferencia con el ambiente exterior.

El concepto de confort esta entonces ligado al de la constancia en la temperatura y humedad respecto del ambiente externo. La consideración de estas dos variables simultáneas nos amplía el concepto de confort a confort higrotérmico, que de ahora en adelante denominaremos "C.H.".

Por supuesto la sensación de confort depende de muchos otros factores subjetivos o perceptivos: como el mobiliario, la forma y funcionalidad del ambiente, los colores y luminosidad, los ruidos, el equipamiento (sanitario, electrodomésticos, etc) que nos provoque la sensación de confort.

Ahora, ¿porqué tanta insistencia con el confort?. Porque de todos los factores mencionados el que tiene mayores consecuencias en el consumo de energía, es el de mantener la vivienda confortable higrotérmicamente.

Sin embargo muchas veces nos olvidamos de esto y hacemos prevalecer el diseño formal; o dejamos que el usuario se arregle con el costo de mantenimiento térmico del edificio que NOSOTROS proponemos.

El comportamiento ante el uso y consumo de energía es distinto si hacemos un corte socio-económico en tres niveles:

- alto : consume más energía que la necesaria para estar en C.H.
- medio : consume menos de la energía necesaria para mantener en C.H. la totalidad de la vivienda o mantiene en C.H. una parte de ella.
- bajo : no calefacciona o si lo hace se concentra en torno al elemento de calor.

La conservación y uso racional de la energía, es aplicable a los tres niveles en forma diferente según su comportamiento. En los tres casos la principal variable en juego es la de poder acceder al C.H. en función de su capacidad económica, pero independientemente de la tecnología aplicada en la vivienda.

¿Qué queremos decir con esto?. Se ha evaluado que la mayoría de los edificios, de nuestra región en particular, no fueron pensados conservativamente. Más adelante veremos en que situación de C.H. se encuentran estos sectores y cuanto gastan en energía.

Pero hay medidas de diseño de costo cero que nos permitirán ahorrar hasta un 30% y otras con las que podremos llegar hasta el 50% de ahorro en climatización, aplicando medidas de U.R.E. -Uso Racional de la Energía-.

Eso sí, nos tendremos que olvidar de que toda la responsabilidad del C.H. recaiga en los sistemas de calefacción o aire acondicionado.

Ante estas situaciones vemos que las variables que están en juego no son pocas ni tampoco simples de ser manejadas. Esto es por que casi siempre nos olvidamos como diseñadores que un edificio no solo se define por su forma o función, sino también por la inserción en un determinado sitio.

Un sitio, como en algún momento nos habrán enseñado, se compone de múltiples variables:

- si es urbano o suburbano, en cuanto a densidad edilicia.
- si existe o no vegetación y de que tipo.

- como es el clima.
- cual es la latitud del lugar en cuanto a la altura del sol en cada época del año.
- cuales son los materiales disponibles.
- si perdura algún tipo de arquitectura autóctona de la cual podamos extraer medidas de diseño.

Y luego, solo luego, atacar la toma de partido y el diseño en relación al programa de necesidades. Por eso es importante que comprendamos la importancia del diseño bioclimático.

Antiguamente no existían estos problemas porque el arquitecto-constructo era el futuro habitante del edificio o en el caso de la arquitectura vernácula de nuestro país donde sucede algo similar. Este arquitecto-usuario conoce el clima donde vive y sabe como debe orientar su vivienda, como debe ser su forma y organización funcional, que tecnología debe utilizar y cuales son los materiales con que cuenta para materializar su edificio. Todo esto apoyado en una teoría de la arquitectura simple que se construyó a lo largo de generaciones.

En la actualidad estas nociones han perdido vigencia ya que los arquitectos construimos para otros, en variedad de lugares y climas y en consecuencia nos preocupa solamente la elección de la tecnología y los materiales. El tema de la climatización, o no la consideramos o se la dejamos a los ingenieros.

En el peor de los casos diseñamos un edificio que puede localizarse indistintamente en Formosa, La Plata o Río Gallegos.

En síntesis, lo que prima es la imagen, el diseño, la forma y la originalidad, descuidando totalmente el hecho de que no todos los climas son iguales ni una tecnología es totalmente adaptable a todos los sitios.

Un buen proyecto no se puede realizar sin mínimos conocimientos referidos a las variables climáticas, a los fenómenos relativos al confort térmico humano y al comportamiento térmico de la estructura de los edificios sometidos al clima. Estos son los conocimientos y las técnicas que comenzaremos a desarrollar.

2. Elementos del bienestar higrotérmico:

El cuerpo humano está preparado para reaccionar ante los cambios climáticos, pero estas reacciones le hacen consumir energía metabólica. La sensación de comodidad surge de la generación de un microclima que evita la reacción del cuerpo ahorrando gastos de energía, que se denomina termoregulación natural en oposición al abrigo que es un fenómeno de termoregulación artificial.

La temperatura normal del cuerpo es de 37°C. Cuando enfermamos se eleva hasta los 41°C o 42°C (hipertermia) donde se hace peligrosa. Nuestro cuerpo es muy sensible a los aumentos de su temperatura interior y solo 5 o 6 grados de más pueden causar la muerte. Toleramos aún menos las bajas temperaturas y a los 35°C (hipotermia) comenzamos a sentir somnolencia hasta caer en un profundo letargo.

Sentados en una habitación con ropas livianas y realizando una actividad ligera, la sensación de satisfacción térmica se alcanza entre los 18°C y 26°C. La humedad relativa -HR-, a la que siempre le echamos la culpa de nuestro disconfort, es la que menos nos perjudica; ya que la tolerancia de nuestro cuerpo es grande, entre 20% y 75%.

Nuestro cuerpo es muy sensible a los cambios de radiación. Si la temperatura es inferior a 18°C pero hay buen sol, de inmediato sentimos que la sensación de C.H. aumenta. Este principio es usado por la calefacción tipo losa radiante y por el sistema de radiadores. Pero así como es agradable que el sol ingrese por una ventana en invierno, se vuelve perjudicial en el verano.

Para comprender que condiciona el bienestar y su relación con la arquitectura debemos recordar como nuestro cuerpo produce calor y como lo intercambia con el medio ambiente.

Dentro del organismo se producen transformaciones químicas que nos mantienen con vida produciendo calor. Este flujo permanente de energía se llama metabolismo energético y varía según el nivel de actividad de las personas, según la edad, el sexo y el estado psicológico. La figura 1 gráfica los diferentes gastos de energía según actividades.

- **metabolismo base:** es la energía necesaria para el mantenimiento de la vida vegetativa (en ayunas o en reposo), aprox. 70 kcal/h para un hombre de estatura media.

- **metabolismo de reposo:** es el metabolismo mínimo ya que el anterior es experimental; 90 kcal/h.

- **metabolismo de trabajo:** además de las funciones del metabolismo base, comprende los gastos energéticos motrices. Su nivel depende del tipo de actividad; desde 90 kcal/h para una tarea intelectual a 700 kcal/h para un esfuerzo físico intenso.

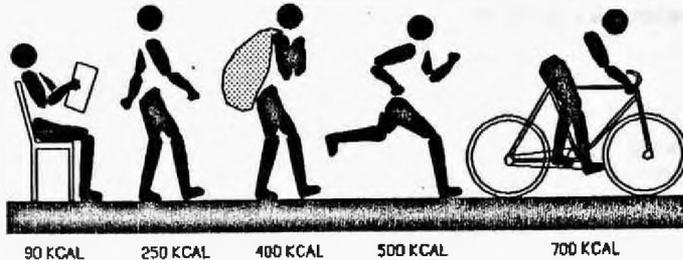


Figura 1: Gastos energéticos horarios para distintas actividades.

Hemos visto que el organismo debe mantenerse en una temperatura constante, para evitar enfriamientos o calentamientos, con este fin poseemos mecanismos de evacuación del calor residual que son idénticos a los de los edificios. Son los siguientes:

- **Convección:** Es la transmisión de calor de la piel al fluido ambiente o a la inversa. El flujo de calor es proporcional a un coeficiente de convección y a la diferencia de temperatura entre el aire y la piel; la rapidez de renovación del aire (viento) acelera la convección (entonces se llama forzada).

- **Conducción:** Es la transmisión de calor entre la superficie del cuerpo y los elementos de contacto. Este flujo de calor depende del coeficiente de conductibilidad térmica de estos elementos.

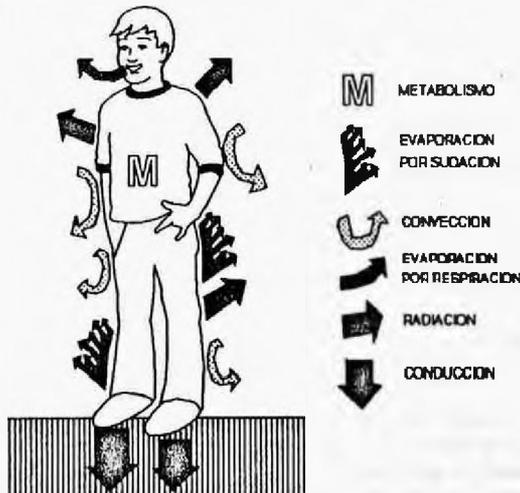


Figura 2: Diferentes tipos de transmisión del calor en el cuerpo humano.

- **Radiación:** Es la transmisión de calor a través del medio ambiente, principalmente por radiación en el infrarrojo. Este flujo de calor es proporcional a la constante universal de radiación, al poder de absorción de la piel (que es muy elevado) y a la diferencia de temperatura entre la piel y las paredes radiantes.

- **Evaporación:** Es la transmisión de calor unidireccional del organismo hacia el aire ambiente por la evaporación cutánea y respiratoria. Esta pérdida de calor del organismo depende del volumen de aire ambiente ventilado, de su temperatura y de la presión parcial de vapor de agua.

Mientras las tres primeras formas de transmisión se refieren al *calor sensible*, la evaporación se refiere al *calor latente*.

A fin de que la temperatura interna del hombre permanezca constante, el balance térmico que contempla aportes y pérdidas de calor por convección, conducción, radiación y evaporación debe permanecer constante.

La sensación de bienestar no depende únicamente de la temperatura del aire. Para conseguir este bienestar deberemos controlar:

- la radiación (o falta de ella) de los materiales circundantes y principalmente de las paredes de la envolvente del edificio, es decir, también su temperatura y su capacidad calorífica;
- la temperatura ambiente del aire;
- la velocidad del aire (impedir o provocar una ventilación forzada: corriente de aire...);
- la presión parcial de vapor de agua o tensión de vapor del aire ambiente.

2.1. Evolución de los niveles de confort higrotérmico.

A pesar de parecer tan simple el concepto de abrigo, la idea que hoy tenemos de este se ha alejado del simple objeto de control bioclimático, se ha reducido el bienestar a un simple problema de temperatura ambiente, y a lo largo de todo el siglo se ha ido elevando el nivel del mismo, desde los 16°C que se toleraban en la casa de final del Siglo XIX pasando por los 18°C exigidos por la Norma IRAM, hasta la exigencia de 22 a 23°C de las Normas Europeas y Americanas.

En esta escalada de calorías debido al aumento de las temperaturas de confort, los sistemas de calefacción crecieron en potencia a medida que evolucionaban los combustibles disponibles y las redes de distribución hasta alcanzar niveles de derroche (en los países desarrollados).

La calefacción que al principio se reservó para las habitaciones más frecuentadas (cocina y/o estar) se extendió por toda la vivienda. En nuestra región, esto es así para viviendas de lujo, no siendo la misma situación para las viviendas populares donde la familia concentra sus actividades en la cocina dejando el resto de la casa sin climatizar. En otras palabras, se utiliza efectivamente el 30% de la superficie útil de la vivienda (situación de invierno), que es una forma de ahorrar energía pero perdiendo calidad de vida.

Con la disponibilidad de energías fósiles baratas se desarrollaron edificios como las torres cerradas de vidrio: Catalinas Norte o las Torres Gubernamentales de La Plata; que son la demostración de un gran desafío tecnológico, pero una aberración respecto de la energía que necesitan para funcionar y donde ni siquiera se consigue un nivel homogéneo de confort en el interior del edificio.

La decisión está en nosotros como arquitectos, disponemos de toda la tecnología para proponer un edificio de cristal en Misiones o en Tierra del Fuego, pero la qué costo?. Podremos mantener el confort gastando energía. Como ejemplo sería el caso de estar desabrigados en medio de la nieve donde podríamos evitar la hipotermia ingiriendo grandes dosis de calorías y manteniéndonos activos, pero si lo pensamos, en algún momento nuestro sistema colapsará. Lo mismo puede asimilarse a la arquitectura. La segunda posibilidad es abrigarnos conservando el calor con vestimenta adecuada; ponernos de cara al sol, que nos dará energía radiante adicional y colocarnos al reparo del viento que evitará la pérdida acelerada de calor por convección.

3. Relación entre la arquitectura y el clima.

Los arquitectos preocupados por comprender la relación entre arquitectura y clima, desarrollaron métodos y técnicas que fueron conformando el sustento teórico que se dio en llamar diseño bioclimático.

La primer medida fue analizar los datos climáticos, traducirlos en cuadros síntesis para luego relacionarlos. Esto se sintetizó en climogramas como los del arquitecto Victor Olgyay, que relacionan la temperatura y la humedad.

En esta figura los valores de la temperatura se ajustan a un índice determinado por la temperatura de la piel. El uso de este gráfico es aplicable a personas con ropa ligera.

Fuera de la zona de confort indicada como ideal, se expresan las diferentes sensaciones que se producen con la variación de temperatura y humedad.

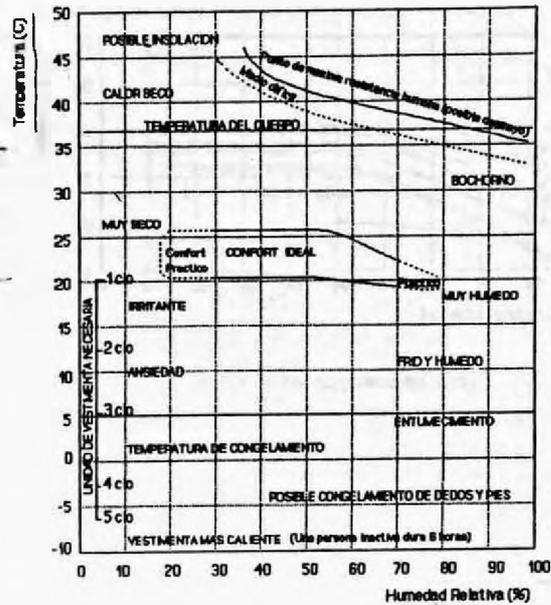


Figura 3: La zona de confort higrotérmico según V. Olgyay.

3. Relación de los elementos climáticos respecto del confort

3.1. Temperatura y humedad del aire:

La combinación de temperatura de bulbo seco y la humedad relativa del aire es fundamental para conocer el nivel de C.H. A su vez, el nivel de confort, la temperatura y la humedad indican los recursos de diseño necesarios para optimizar las condiciones de confort.

El gráfico de la fig.3 indica la zona de confort ideal con la combinación de la temperatura y la humedad. Los límites están dados por 20°C de mínima y 26°C de máxima con 30% de humedad relativa de mínima y 70% de máxima.

En *Invierno*, el límite mínimo de la zona se establece en 18°C y el máx. en 24°C considerando en ambos casos 30% de HR mín. y 80% de máx. En esta zona será necesario controlar la incidencia del sol y el impacto del viento, aún cuando la temperatura y HR se encuentren en zona de confort. Se debe proporcionar protección solar total cuando la temperatura es superior a 24°C. Cuando las temperaturas sean menores a este valor se necesita protección del movimiento del aire, ya que la sensación de refrescamiento deseable con temperaturas elevadas equivale a una sensación de frío, cuando las temp. se encuentran alrededor del límite inferior de confort.

En *Verano*, la temperatura máx. de confort varía con la HR: con 80% la temp.máx. es 26°C, con 50% es de 28°C y con 30% es de 29°C. En esta zona será necesario evitar el impacto del sol, pero a diferencia del invierno, un leve movimiento de aire no provoca disconfort.

Para lograr confort nocturno durante las horas de descanso, se deberán considerar límites menores de temperaturas máximas.

3.2. Movimiento del aire:

El movimiento del aire afecta el enfriamiento del cuerpo sin disminuir la temperatura. Produce sensación refrescante debido a la pérdida de calor por convección y evaporación. A medida que la velocidad del movimiento aumenta, el límite superior del confort se eleva.

La Figura 4 muestra las velocidades del viento que se necesitan para restablecer el confort cuando la temperatura y humedad relativa caen fuera de la zona del mismo. Estas velocidades deben controlarse por sus efectos sobre el

ser humano.

- Velocidades hasta 0,25 m/seg. No se sienten.
- * de 0,25 a 0,5 m/seg. Agradable.
- * de 0,5 a 1,0 m/seg. Agradable, se percibe el movimiento del aire.
- * de 1,0 a 1,5 m/seg. Llega a ser un viento molesto.
- * de 1,5 en adelante Deben tomarse medidas para mantener la eficacia del trabajo y la salud.

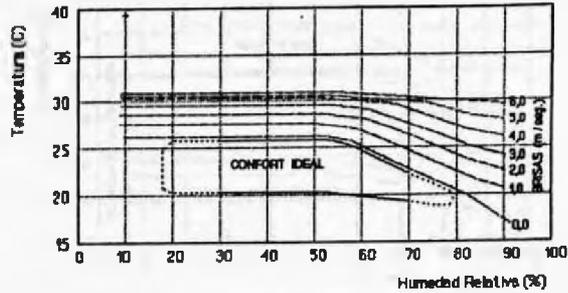


Figura 4: El confort en función del movimiento del aire.

3.3. Efectos del viento sobre la presión de vapor:

El aire atmosférico contiene una cantidad variable de vapor de agua cuya presión se denomina tensión de vapor. Se mide en milímetros de mercurio mediante el psicrómetro.

Si la marca es mayor de 15 mm de mercurio, una sensación de depresión es notoria. Cada milímetro adicional puede ser contrarrestado por vientos de aproximadamente 0,5 m/seg. La variación de 15 a 23 mm de tensión de vapor que apreciamos en la figura, está compensada con velocidades de vientos que llegan hasta 3,5 m/seg.

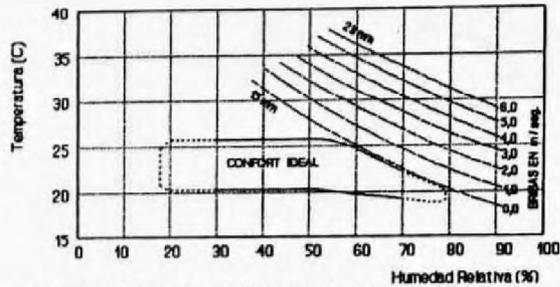


Figura 5: El confort en función de la tensión del vapor.

3.4. Evaporación:

La evaporación de agua del medio (tierra, agua, plantas, animales y los hombres) requiere consumo de calor de los alrededores inmediatos, lo cual quitará calorías a la superficie y reducirá también la temperatura de ella. La evaporación disminuye la temperatura.

El enfriamiento producido por la evaporación se puede lograr por medios mecánicos y hasta cierto punto por medios arquitectónicos, utilizando piscinas y rociadores o elementos vegetales que con su evaporación carguen de humedad el aire.

Las curvas de la Fig.6 están calibradas en intervalos equivalentes a 5 gr. de humedad por kilogramo de aire seco y se considera que la disminución de la temperatura debe ser tal que ofrezca una sensación como la que se obtiene en el límite superior de la zona de confort.

Este efecto es importante en climas cálidos y secos, donde los efectos del viento para bajar la temperatura son casi nulos.

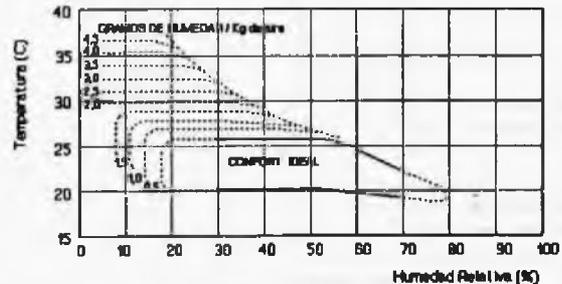


Figura 6: El confort en función de la evaporación.

3.5. Irradiación solar:

Las curvas de irradiación indicadas en la Figura 7, están referidas para el exterior.

Los cálculos indican que 10 cal/cm²/hora de radiación solar equilibran una disminución de temperatura de 1,7 °C.

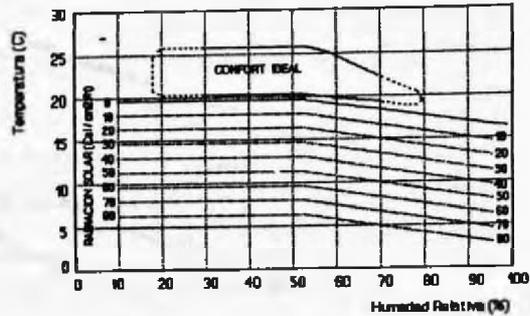


Figura 7: El confort en función de la irradiación solar.

3.6. Representación gráfica del ambiente bioclimático:

Los efectos climáticos anteriormente estudiados se resumen en la Figura 8, que tiene como ordenada la temperatura y como abscisa la humedad relativa.

La zona de confort tiene graficados a su alrededor los elementos climáticos, los cuales indican mediante curvas, las medidas necesarias de corrección para restablecer la situación óptima.

Cualquier estado climático determinado por su temperatura y humedad puede tratarse en la figura. Si el punto encontrado está comprendido en la zona óptima, se tiene sensación de confort a la sombra. Si está sobre el límite superior de la zona, significa que la temperatura sobrepasa su nivel máximo considerado confortable, por lo cual se necesitarán movimientos de aire para restablecer las condiciones óptimas. Los movimientos de aire están graficados con líneas casi paralelas al límite superior de la zona y cada una indica la velocidad del viento en m/seg.

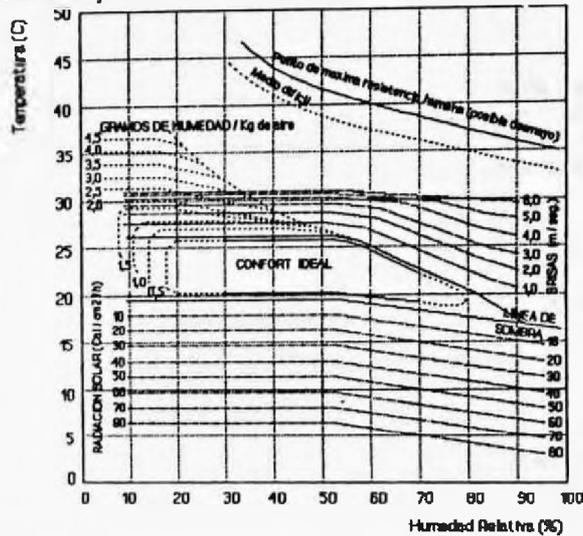


Figura 8: Gráfico de la zona de confort higrotérmico en función del clima, según V. Olgyay.

Si la temperatura es alta y la humedad relativa es baja, existe la sensación de mucha sequedad y calor, no siendo de gran ayuda los vientos; por lo tanto deberá emplearse la evaporación para contrarrestar las altas temperaturas. Las líneas punteadas indican los gramos de humedad necesarios para reducir las temperaturas hasta alcanzar el nivel dado por el perímetro superior de la zona de confort.

Si por el contrario el punto ubicado está por debajo del límite inferior del confort (línea de sombra), se hace necesaria la irradiación para equilibrar las temperaturas. Las líneas paralelas al nivel inferior de la zona de confort nos permiten leer las calorías por cm² y por hora que son necesarias para el restablecimiento del equilibrio higrotérmico.

Podemos simplificar, para una mejor comprensión las relaciones de los distintos elementos climáticos entre sí en un esquema de gráfico climático.

4. Exigencias de confort higrotérmico en locales de viviendas

En el siguiente cuadro se plantean los valores deseables y las higrometrías

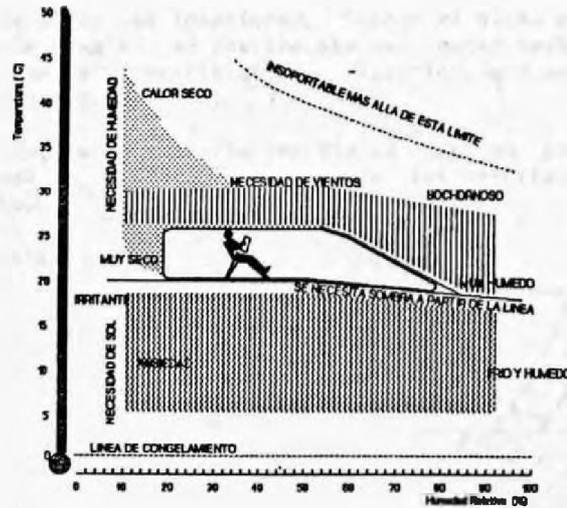


Figura 9: Gráfico climático esquematizado.

mínimas y máximas durante las estaciones calientes y frías, y para tres clases de confort. En verano, solo el confort denominado superior es un verdadero confort; la mayoría de los humanos se sienten inconfortables con ambientes que alcanzan 29,5°C y HR= 30% o 27°C y HR= 60%. Aclaremos que es necesaria la ventilación para permanecer en estos límites en verano.

Durante el período de calefacción, el aire exterior que reemplaza al aire viciado es aire frío que no debe contener gran cantidad de vapor de agua, aún para una fuerte higrometría. Una vez recalentado este aire bajará su higrometría rápidamente.

En una vivienda se establece generalmente un equilibrio con las zonas de producción de humedad como la cocina y el baño. Si existiera calefacción central por radiadores deberán preverse humidificadores. Si la calefacción se realizara por equipos a gas o kerosene de combustión directa (estufas radiantes, pantallas, hornallas u horno, etc.), deberá considerarse un incremento de la humedad, ya que estos sistemas producen vapor de agua en la combustión.

COMFORT		Modesto	Medio	Superior
INVIERNO	Temperatura resultante seca	Dormitorio 12°C Sala de estar 18°C	Dormitorios y Sala de estar 18°C	22°C en el conjunto de la vivienda
	H.R. mínima	Baño 22°C	Baño 22°C	30%
		30 %	30 %	
VERANO	Temperatura resultante seca	NADA	28 °C	26°C (- 24°C
	máxima			↓ ↓
	H.R. máxima		Cualquiera	30 % -> 60 %

Figura 10: Condiciones de confort para invierno y verano.

Hay que recordar que en invierno el aire exterior es más húmedo y la vivienda no se ventila por lo tanto aumenta el riesgo de condensación tanto superficial como intersticial en los paramentos del edificio.

Evidentemente el mejor sistema es el aire acondicionado porque permite regular la higrometría aunque la mayor desventaja es el costo de funcionamiento.

5. Uso de los diagramas bioclimáticos como apoyo al diseño arquitectónico:

La envoltura de la arquitectura cumple la función de intermediaria entre el

clima exterior y los ambientes interiores. Cuando el clima exterior fluctúa, lo cual sucede muy a menudo, es posible atenuar estas variaciones hasta el punto de hacerlas apenas perceptibles en el interior, mediante la elección de una envolvente determinada.

Como ya hemos visto, la característica física que se pone en juego para lograr este resultado es la inercia térmica de los materiales que forman las paredes del edificio.

¿ Cuando se consigue este resultado ? Si admitimos ninguna radiación solar en el interior del local y si la renovación del aire es débil, la temperatura de las superficies interiores del edificio tenderán a acercarse a la temperatura media del aire exterior. La diferencia de temperatura que pudiera haberse deberá a la absorción de radiación solar de la superficie exterior del edificio y transmitida al interior por conducción.

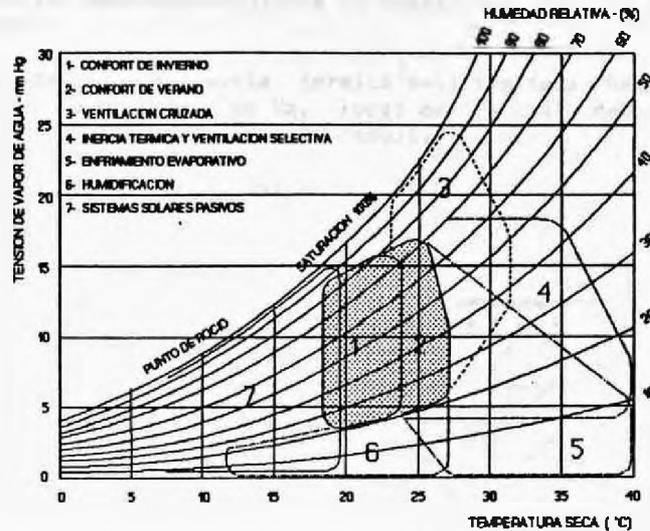


Figura 11: Diagrama bioclimático según B. Givoni.

Si vemos la situación del edificio en verano las paredes deberán ser de color claro (baja absorción), las carpinterías y vanos deberán ser sombreados y la ventilación limitada al mínimo necesario (1,5 renovaciones por hora).

Pero se deberá ventilar de noche cuando las temperaturas descieran (ventilación selectiva), refrescando el interior del edificio.

5.1. Diagrama Bioclimático

El diagrama elaborado por el Dr. Arq. B. Givoni, Figura 11, sintetiza sobre un diagrama psicrométrico las zonas de confort higrotérmico C.H. para invierno y verano. Pero con la gran innovación de mostrar las medidas de diseño que deberemos aplicar para mantener el interior de nuestro edificio en confort. Estas medidas a pesar de ser generales nos permitirán conocer rápidamente que decisiones de diseño deberemos adoptar.

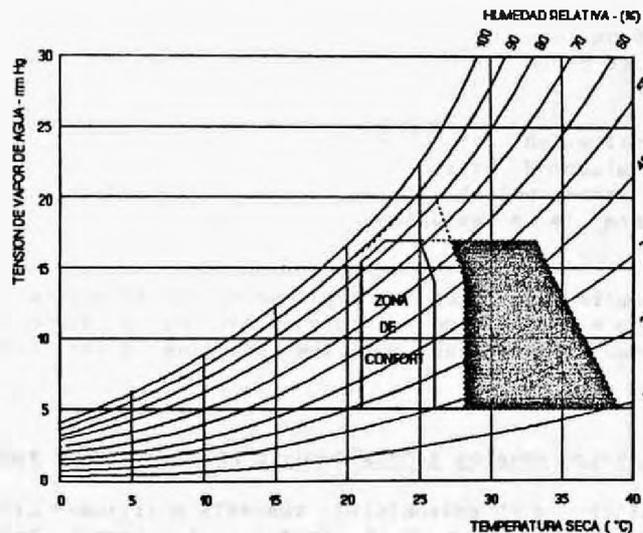


Figura 12: Diagrama bioclimático del edificio. Condiciones de confort con inercia térmica. (Fuente IZARD y GUYOT).

5.2. La inercia térmica

La figura 12 muestra el conjunto de las condiciones higrotérmicas exteriores

para las cuales el confort térmico interior puede ser mantenido únicamente gracias a la inercia térmica del edificio (zonas M y M').

Los límites de estas zonas se dirigen hacia unas temperaturas menos elevadas cuando la tensión del vapor aumenta, debido al hecho de que las amplitudes diurnas de las temperaturas exteriores disminuyen cuando se humedece el clima y la influencia de la inercia térmica es menor si dichas amplitudes son más débiles. La inercia térmica asegura también temperaturas interiores más elevadas durante las horas nocturnas, debido al almacenamiento de calor durante el día y su posterior devolución durante la noche cuando las temperaturas exteriores disminuyen.

La zona de confort ampliada por la inercia térmica está limitada hacia la humedad por una tensión de vapor de 17 mm Hg, luego de la cual deberemos ventilar haciendo desaparecer la sensación de disconfort.

5.3. Ventilación cruzada y ventilación selectiva

La ventilación posee un doble efecto sobre el confort térmico: activa los intercambios convectivos y mejora la eficacia de la transpiración del cuerpo. Por lo tanto, las condiciones higrotérmicas de confort en presencia de ventilación cruzada producirá una disminución de temperatura equivalente a 2°C, resultando un recurso valioso en climas de gran humedad relativa. Es lo que muestra la figura 13 (zonas V y V').

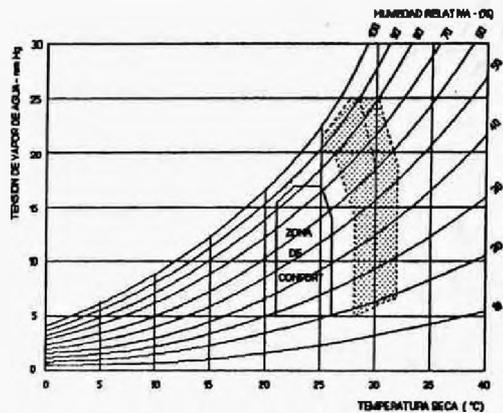


Figura 13: Diagrama bioclimático del edificio. Condiciones de confort con ventilación. (Fuente IZARD y GUYOT).

En esta situación el viento debe poder circular entre los edificios cuando se diseñen conjuntos de ellos. Este efecto de refrescamiento no resulta efectivo cuando el tenor de humedad es bajo ya que puede producir desecación cutánea generando molestias. Es en estos casos cuando debemos apelar a la *ventilación selectiva*.

Podemos ver en la figura que la ventilación anula los efectos de la inercia térmica y que deberemos tener en cuenta la velocidad del aire. En cualquiera de los dos casos deberemos tener en cuenta la orientación de los vanos, sus orientaciones y dimensiones para captar los vientos deseables en el momento necesario.

No obstante, debemos tener en cuenta que no se trata más que de la influencia directa de la ventilación sobre el confort térmico, y no de la que podría tener sobre el refrescamiento del interior del edificio en especial durante la noche.

5.4. Calefacción por sistemas convencionales o por sistemas solares pasivos

Hasta ahora no fue necesario recurrir a sistemas adicionales de acondicionamiento térmico. Lo que Izard denomina temperatura de no calefacción, es la responsable de las economías de energía que se pueden realizar durante el período frío. Esta temperatura de *no calefacción* depende de las siguientes variables.

- El clima exterior (temperatura, sol y viento).

- La inercia térmica interna del edificio.
- La dimensión de los vanos y su protección térmica nocturna.

Para IZARD cuando más soleado es el clima, más inercia térmica tiene nuestro edificio, más captación solar diurna y protección nocturna disponemos, menor será la temperatura de no calefacción.

Esto se ve en la figura 14, donde las condiciones higrotérmicas exteriores están limitadas por la calefacción. Las curvas H y H' hacen de límites para dos inercias térmicas diferentes.

Debemos tener en cuenta que esta temperatura de no calefacción es particular de cada tipo de construcción (inercia térmica, tamaño de vanos, etc).

5.5. Enfriamiento evaporativo y humidificación

En la figura 14 podemos ver también las condiciones higrométricas exteriores límites en las cuales podemos obtener un enfriamiento por evaporación de la humedad del aire (usado corrientemente en africa del norte y oriente medio donde reinan condiciones de calor y sequedad). La vegetación permite también mejorar las condiciones de C.H. por enfriamiento evaporativo en épocas cálidas-secas.

El diagrama bioclimático sirve, como hemos visto, para comprobar simultáneamente la exigencia humana, el clima local y la respuesta cualitativa global de soluciones arquitectónicas. Es entonces un instrumento cualitativo de síntesis de múltiples y complejos fenómenos térmicos, pero claro en lo concerniente al diseño arquitectónico bioclimático en la génesis de la idea arquitectónica.

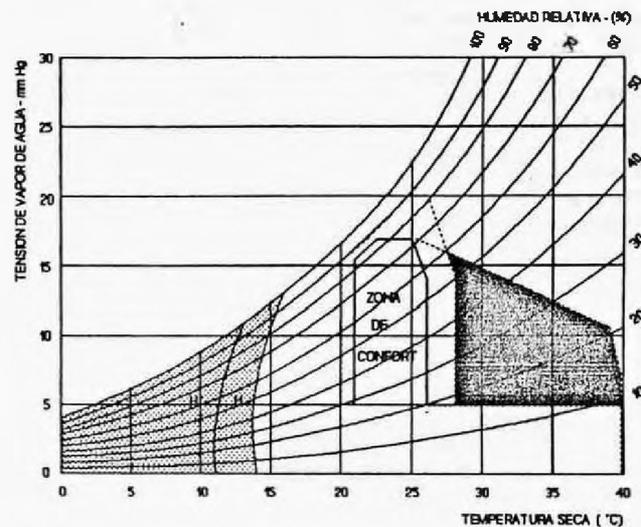


Figura 14: Diagrama bioclimático del edificio. Condiciones de confort con humidificación y calefacción (Fuente IZARD y GUYOT).

6. Situación de confort en viviendas. Casos de la región y del país.

Diversos proyectos de investigación en el campo del Habitat-Energía realizados en nuestro país en los últimos años, permitieron conocer en que situación de confort se encuentran los diversos sectores socio-económicos de nuestro país.

Algunos resultados de estas investigaciones se sintetizan a continuación:

6.1. Región templada cálida-húmeda.

- En las viviendas de los sectores medios se detecta una sectorización en el acondicionamiento térmico de las viviendas que implica una economía de energía a costa de disminuir los niveles de C.H.
- En el verano la mayoría de las viviendas se sitúan fuera del área de C.H. pero dentro de la zona donde es posible llegar al mismo con ventilación natural o mecánica.
- En general las unidades de los últimos pisos sufren sobrecalentamiento en verano por aislación deficiente de azoteas.
- La mala elección y localización de sistemas de calefacción (pantallitas

radiantes o calefactores sin tiro exterior), generan un incremento de la humedad que favorece la condensación de humedad en el interior de los locales.

- Es muy importante la influencia de la orientación de las viviendas en función del C.H.
- En el caso de que se cuente con gas natural los usuarios de las viviendas asumen el costo del confort, no así cuando deben recurrir a otras fuentes de energía como el gas envasado, el kerosene o la leña.
- La falencia en los niveles de aislación de muros, techos y carpinterías es casi total en todos los sectores socioeconómicos de la región.
- En los sectores de bajos recursos las temperaturas medias se reducen a los 15°C para los que poseen gas natural y 12°C para otros combustibles.

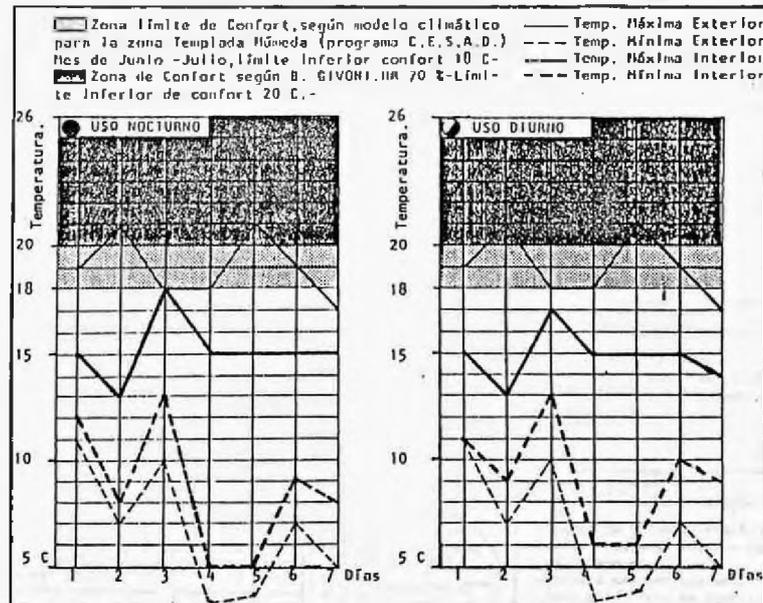
6.2. Región fría y muy fría.

- Los niveles de aislación térmica son absolutamente deficientes. En la mayor parte de los casos son similares a los encontrados en la región templada.
- Las viviendas o conjuntos de ellas se construyen con las mismas falencias que en la zona templada pero las patologías se incrementan.
- Las viviendas con bajo nivel de inercia térmica, caso prefabricación liviana, presentan fluctuaciones muy grandes en los niveles térmicos.

En las páginas siguientes se exponen fichas de diagnósticos energético-tipológicos realizados sobre casos reales, de la región del área metropolitana de Buenos Aires y un caso de la micro-región del Río Turbio en la provincia de Santa Cruz.

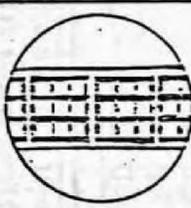
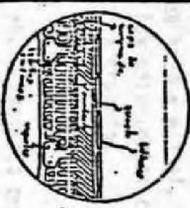
Este último caso es indicativo de un clima de extremo frío aunque es poco representativo en lo referente a consumo de energía ya que la energía es distribuida gratuitamente por YCF.

Figura 8. Graficos comparativos de temperaturas en ambientes de uso diurno y nocturno, vivienda en Zarate.



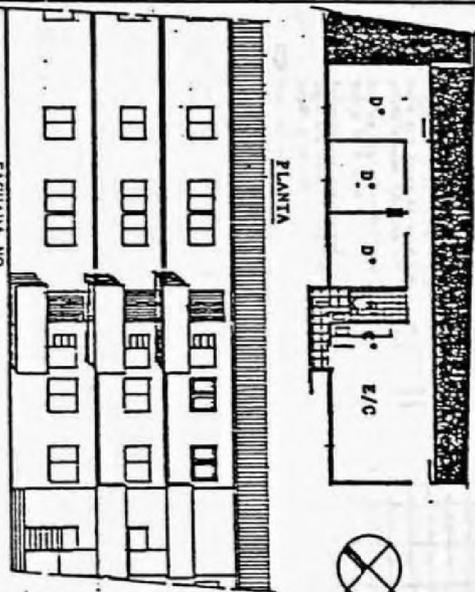
ASPECTOS DIMENSIONALES		
1. SUPERFICIE HABITABLE	64,0	m ²
2. VOLUMEN HABITABLE	172,9	m ³
3. CAPACIDAD	0,36	--
4. FACTOR DE FORMA	1,04	--
5. FACTOR DE EXPOSICION	0,69	--
6. ALTURA MEDIA DE LOCALES	2,70	m
7.		

ASPECTOS ENERGETICOS		
1. CONSUMO ANUAL/m ² : ELECTRICIDAD	17,8	KW.h m ² /año
2. : GAS NATURAL	15,4	m ³ h.m ² a
3. COEF. GLOBAL DE PERDIDAS	0-	2,9
4. COEF. DE PERDIDAS P/m ²	-Kp1am-	7,9
5. COEF. MEDIO DE PERDIDAS	-Kmed1o-	2,79
6. PERDIDAS		
TECHOS	33,3	X
MUROS	23,6	X
8. FOR	9,4	X
ABERTURAS	9,4	X
PISOS	16,9	X
9. ENVOLVENTE	16,5	X
RENOV.AINE	16,5	X
11. NECESIDAD DE ENERGIA POR BALANCE	1.378	HU
12. AORTE DE ENERGIA SEGUN MEDICIONES	1.211	HU
13. DIFERENCIA PORCENTUAL ENTRE 11 Y 12	13	X,
14.		

TECNOLOGIA	DESCRIPCION
CUBIERTA	 <ul style="list-style-type: none"> Teja cerámica Alabación térmica (2cm) Carton alquitranado sobre entablonado de madera 3/4" Cielorraso suspendido de yeso de roca.
MURO EXTER.	 <ul style="list-style-type: none"> Hampostería de bloques cerámicos huecos, esp.0,20m. Revoocado en ambas caras.
MURO INTER.	 <ul style="list-style-type: none"> Hampostería de bloques cerámicos huecos, esp.0,10m. Revoocado en ambas caras.
SOLADO	 <ul style="list-style-type: none"> Rolado de baldosa calcárea sobre mezcla de asiento de cal y arena. Carpeta de concreto sobre losa alivianada de bovedillas cerámicas. Cielorraso aplicado a la ca.
ABERTURAS	

K (W/m ² .C)	0,61	K (W/m ² .C)	0,79
K (W/m ² .C)	1,84	K (W/m ² .C)	1,79
K (W/m ² .C)	2,79	K (W/m ² .C)	5,80

DOCUMENTACION GRAFICA

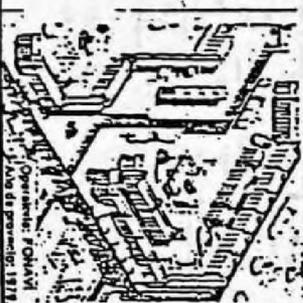


FACIADA NO

PLANTA

CONTE

OBSERVACIONES: Departamento inserto en una etnología multifamiliar, ubicación en el mismo plano entre unidades similares. Tejido abierto con espacios de uso público entre bloques. Densidad media en tres niveles. Sector periférico de la localidad de Ensenada próximo al río, muy expuesto a los vientos.

Operante: FCHAVI
Año de proyección: 1978

DESCRIPCION

FICHA RESUMEN Nº 2		T 15	
TIPOLOGIA: BLOQUE BAJO		MODELO: -A-	
LOCALIZACION: Barrio 5 de Mayo - Bar. 45 - 3º B ENSENADA			
1. PERIODO HISTORICO			

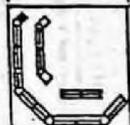
Se trata de un bloque de edificación lineal en el caso. El plano es un plano de planta con un eje de simetría que atraviesa 3 o 4 bloques. Los circunvalos verticales se mantienen por separado que atraviesan 3 o 4 bloques. El nivel está en su máxima extensión en los casos y en algunos casos espacios reservados de las unidades de planta baja.

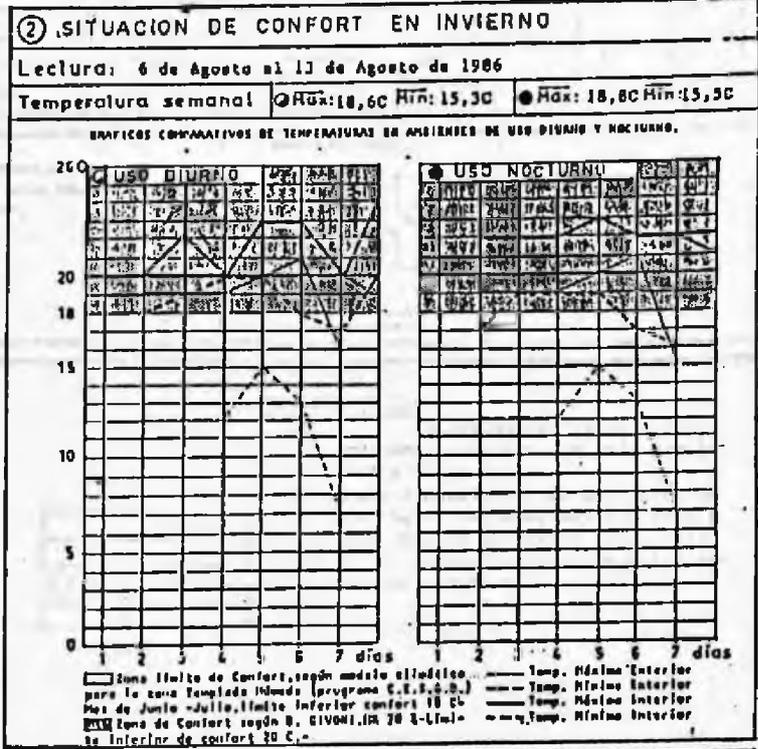
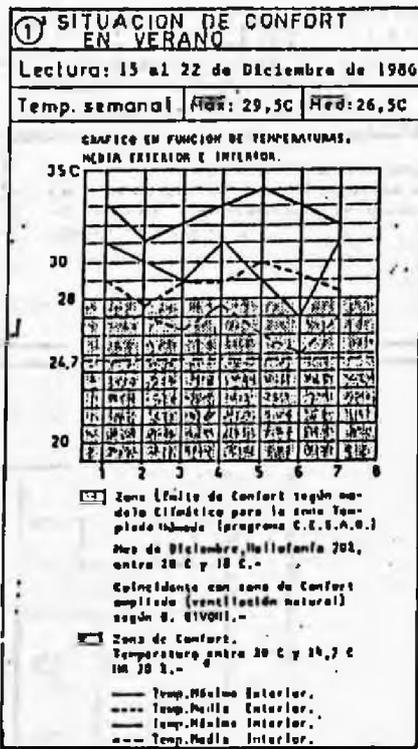


LOCALIZACION DEL RELEVAMIENTO

34° LATITUD SUR
994 G.D. - 18° C

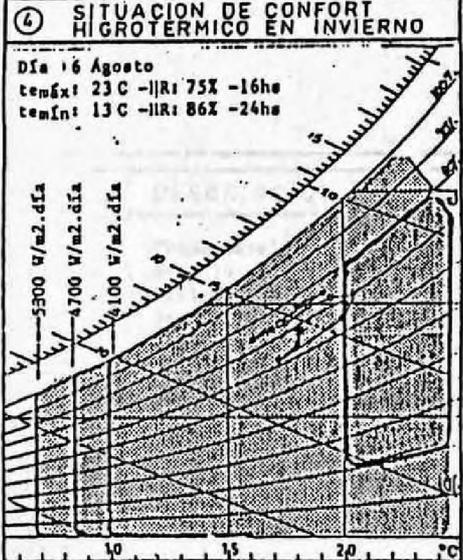
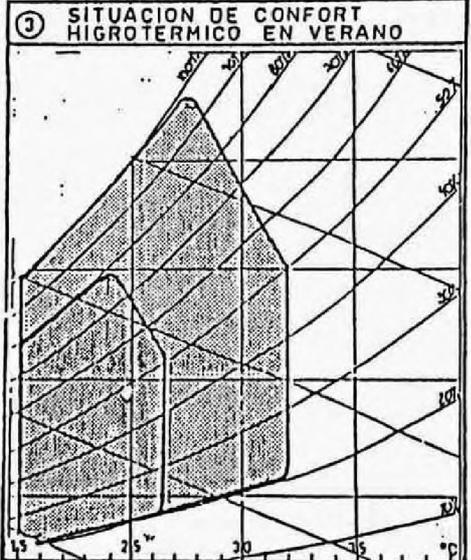
IMPLANTACION





REFERENCIAS:

- * ÍNDICE DE LECTURA: hora 14 - Secuencia cada 2 ha
- ① ZONA DE CONFORT HIGROTÉRMICO según D. CIVONI
- ② ZONA DE CONFORT AMPLIADO (Ventilación natural o mecánica) según D. CIVONI
- ③ ZONA DE CONFORT HIGROTÉRMICO, según D. CIVONI
- ④ ZONA DE CONFORT AMPLIADO (con calefacción solar pasiva), según D. CIVONI



DIAGNOSTICO

a. CALIDAD TÉRMICA DE LA ENVOLVENTE: El coeficiente G de esta tipología se encuentra un 3,4% por debajo del admisible por norma (9). Según balance las mayores pérdidas se producen por techos 33,3% (168,4 W/C) y muros 23,6% (119,3 W/C). En menor medida por infiltraciones y pisos, 16,9% (85,4 W/C) y 16,5% (83,4 W/C) respectivamente. Las pérdidas por aberturas 9,4% (47,5 W/C) es similar a todos los casos anteriormente analizados. Por su ubicación dentro del edificio, posee un factor de exposición alto ($f_e = 0,69$).

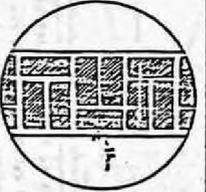
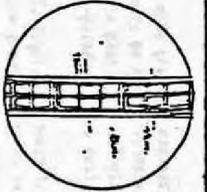
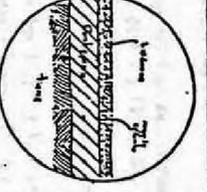
b. COMPORTAMIENTO TÉRMICO: En esta tipología como en otras de alta densidad, influye significativamente la orientación y ubicación dentro del edificio. Esto podemos verlo en las fichas 16 y 20 donde se comparan unidades de viviendas con distintas ubicaciones y lectura simultánea de temperaturas internas, para dos tipologías distintas (bloque bajo y placa).

VERANO: Las condiciones de confort son deficientes, las principales causas son: a- mala aislación de cubierta, b- orientación N.O. y c- falta de ventilación cruzada. La fig.1 muestra el comportamiento térmico, donde las temperaturas interiores (t_i media = 30,7 C) supera en 4,2 C la media exterior (t_e media = 26,5 C), con temperaturas interiores adina-medias de 32,6 C. La vivienda esta sometida a un excesivo sobrecalentamiento que impide todo tipo de refrescamiento pasivo en la presente situación.

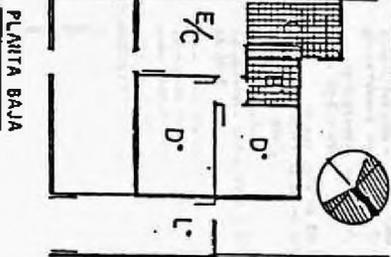
INVIERNO: Del analisis de la fig.2 no surge una diferenciación significativa entre áreas de uso diurno y nocturno (Δt áreas = 0,2 C). La condición de confort semanal es (t_i media = 20 C), considerando que su consumo de energía, supera en sólo 2% la media muestral.

ASPECTOS DIMENSIONALES			
1. SUPERFICIE HABITABLE	72		m ²
2. VOLUMEN HABITABLE	187,2		m ³
3. CAPACIDAD	-Co-	0,39	--
4. FACTOR DE FORMA	-f-	0,98	--
5. FACTOR DE EXPOSICION	-fa-	1,00	--
6. ALTURA MEDIA DE LOCALES	-h-	2,6	m
7.			

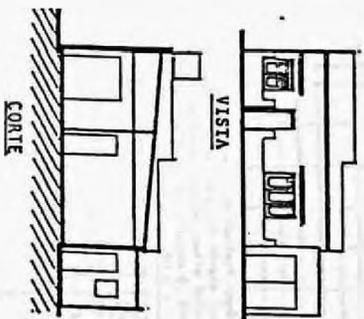
ASPECTOS ENERGETICOS			
1. CONSUMO ANUAL/m ² : ELECTRICIDAD	18,2		KW.h m ² /año
2. CAS NATURAL	10,3		m ³ h.m ² a
3. COEF. GLOBAL DE PERDIDAS	-G-	3,1	W/m ³ C
4. COEF. DE PERDIDAS P/m ²	-Kprima-	8,1	W/m ² C
5. COEF. MEDIO DE PERDIDAS	-Kmedio-	3,16	W/m ² C
6. PERDIDAS	TECIOS	21,4	X
	HUROS	32,9	X
8. POR	ABERTURAS	14,9	X
	PISOS	11,4	X
10 ENVOLVENTE	RENOV.AIRE	19,2	X
11. NECESIDAD DE ENERGIA POR BALANCE		1.504	KJ
12. APORTE DE ENERGIA SEGUN MEDICIONES		1.488	KJ
13. DIFERENCIA PORCENTUAL ENTRE 11 Y 12		1	X
14.			

		TECNOLOGIA		DESCRIPCION	
CUBIERTA				<ul style="list-style-type: none"> Chapa metálica Entablado de madera 1/2" Calorazzo suspendido de yeso 	
MURO EXTER.				<ul style="list-style-type: none"> Mampostería de ladrillo común, esp. 0,20m Revoocado en ambas caras 	
MURO INTER.				<ul style="list-style-type: none"> Mampostería de ladrillos huecos, esp. 0,10m Revoocado en ambas caras 	
SOLADO				<ul style="list-style-type: none"> Solado de baldosas cerámicas esmaltadas sobre mezcla de asiento de cal y arena. Contrapiso de 8" de cascotes sobre terreno natural. 	
ABERTURAS				K (W/m ² .C)	2,79
				K (W/m ² .C)	1,57
				K (W/m ² .C)	5,80

DOCUMENTACION GRAFICA



PLANTA BAJA



VISTA

CORTE

OBSERVACIONES:
 Vivienda exenta en casjido cerrado, suburbano de baja densidad y bajas alturas. Sector periférico de la ciudad de La Pizca. Vivienda muy expuesta a los vientos por estar implantada en un sector escasamente urbanizado muy descampado.

DESCRIPCION

ORGANIZACION COOPERATIVA DE FOMOS ECONOMICA SIMPLIFICADA, DERECHAS A PARTIR DE UNA PLANTA ADMINISTRATIVAMENTE CUADADA, POR UN ARRILLO LUCASIS ESTRECHAS SALVO PASADIZO Y FOMOS. CONECTADOS CON POCAS CURVATURAS. DISTANCIAS POR EL SISTEMA PRIVADO.

PERIODO HISTORICO



ELEGIDA EL PARTIDO

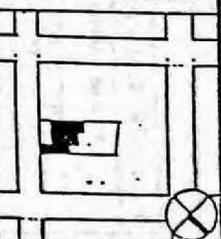


A- Jardín del Fondo
 B- Jardín del Frente (Habitado)
 C- Jardín del Centro
 D- Vivienda (Sector posterior)

FICHA RESUMEN Nº2
 TIPOLOGIA: CAJON
 LOCALIZACION: 502 N° 1125 - H.B. CONNET

T 2
 MODELO: -A-

IMPLANTACION



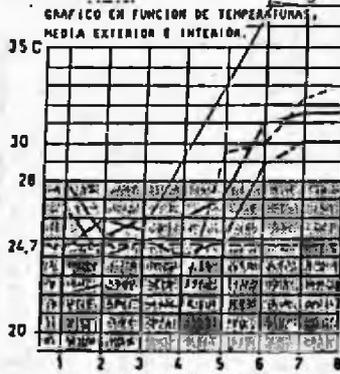
LOCALIZACION DEL RELEVAMIENTO

34° LATITUD SUR
 994 G.D. - 18° C

1 SITUACION DE CONFORT EN VERANO

Leclura: 23 al 29 de Enero de 1987

Temp. semanal Máx: 31,4°C Méd: 26,7°C



● Zona límite de confort según modelo climático para la zona templada húmeda (programa C.E.S.A.B.) Mes de Diciembre, Heliografía 701, entre 20 C y 24,7 C.

● Coincidente con zona de confort ampliado (ventilación natural) según B. CIVONI.

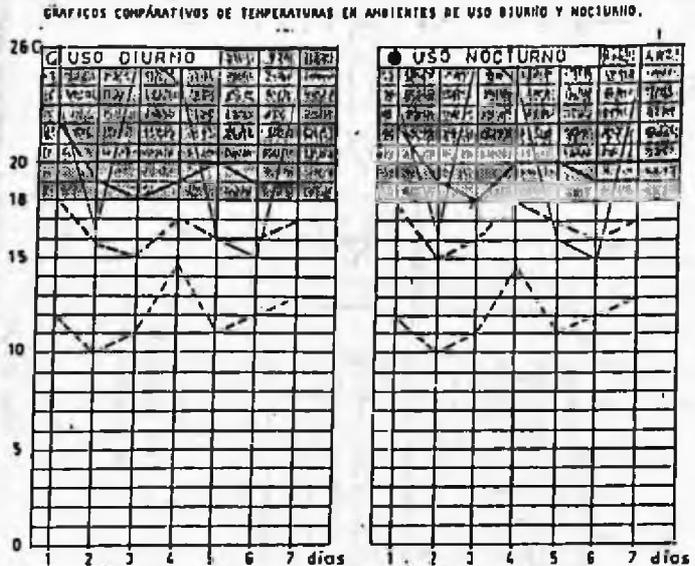
■ Zona de confort, Temperatura entre 20 C y 24,7 C HR 70 %.

--- Temp. Máxima Exterior.
--- Temp. Media Exterior.
--- Temp. Máxima Interior.
--- Temp. Media Interior.

2 SITUACION DE CONFORT EN INVIERNO

Leclura: 20 al 27 de Junio de 1986

Temperatura semanal Máx: 19,2 Min: 17,2°C Méd: 19,2 Min: 16,4°C



■ Zona límite de confort según modelo climático para la zona templada húmeda (programa C.E.S.A.B.) Mes de Junio - Julio, límite interior confort 18 C.

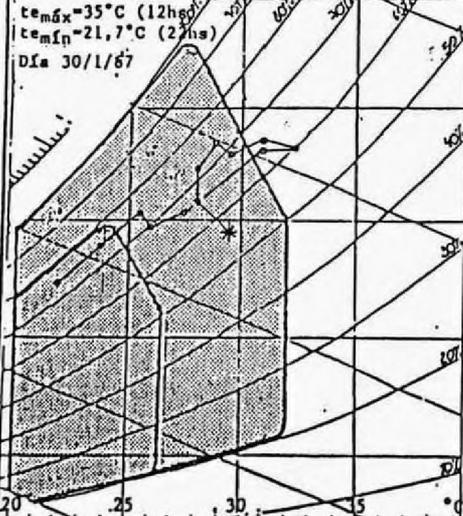
■ Zona de confort según B. CIVONI, HR 70 % - Límite inferior de confort 20 C.

--- Temp. Máxima Exterior
--- Temp. Media Exterior
--- Temp. Máxima Interior
--- Temp. Media Interior

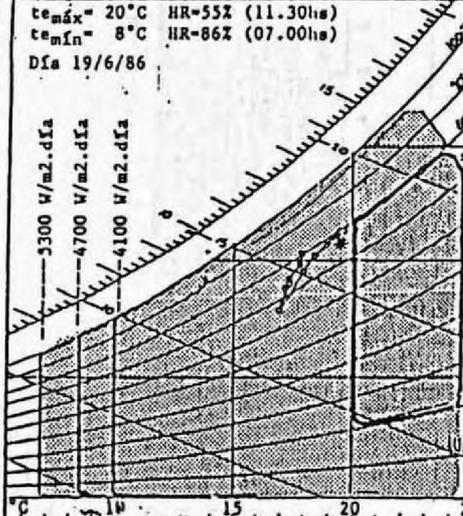
REFERENCIAS:

- * Índice de Lectura: hora 24 - Secuencia cada 2 h
- ① ZONA DE CONFORT HIGROTÉRMICO Según B. CIVONI
- ② ZONA DE CONFORT AMPLIADO (Ventilación natural o mecánica) Según B. CIVONI
- ③ ZONA DE CONFORT HIGROTÉRMICO, Según B. CIVONI
- ④ ZONA DE CONFORT AMPLIADO (con calentamiento solar pasivo) Según B. CIVONI

3 SITUACION DE CONFORT HIGROTÉRMICO EN VERANO



4 SITUACION DE CONFORT HIGROTÉRMICO EN INVIERNO



DIAGNOSTICO

a. **CALIDAD TÉRMICA DE LA ENVOLVENTE:** El coeficiente G de esta tipología se encuentra un 6,5% sobre el G admisible correspondiente a esta por norma (22). Según el balance las mayores pérdidas se producen por muros 32,9% (191 W/C), debido a la mala calidad de estos. Se ubican y continuación las pérdidas por techos y renovaciones de aire, 21,4% (124 W/C) para la primera y 19,2% (111 W/C) para la segunda. Influyen en estas pérdidas dos factores principales: el alto grado de exposición ($f_e = 1,0$) y la implantación en una zona de baja densidad, muy descampada; por el cual la vivienda se halla expuesta a los vientos.

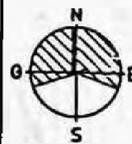
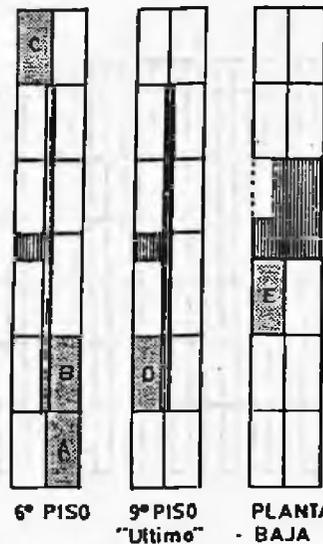
b. **COMPORTAMIENTO TÉRMICO:** Esta tipología posee una amplia gama de tecnologías para su realización (pesadas, semi-pesadas y livianas), perteneciendo este caso a las semi-pesadas. Otra cualidad es el alto grado de compactidad que poseen ($C_0 = 0,37$).

VERANO: La acción de la masa térmica puede observarse en la figura 1, donde la amplitud media semanal es de 1,5 C, que atenúa los saltos térmicos del período estival. Al poseer pocas aberturas hacia las orientaciones con sol y estar protegidas se logra una temperatura media interior por debajo de la máxima media exterior, permaneciendo la mayor parte del tiempo dentro del área de confort extendido. En la fig. 4, gráfico psicrométrico, la evolución en un día tipo de las condiciones higrotérmicas internas muestra valores que van desde 22 C a 32,5 C dentro de las curvas de 60% y 75% de HR. Influye notablemente en este caso la permanente ventilación de los locales.

INVIERNO: Del análisis de la figura 2 surge que no existe diferencia en el grado de ocupación de los locales de la vivienda al permanecer las temperaturas en los locales de uso diurno y nocturno en un mismo rango (l medio = 18,2 C). El gráfico psicrométrico muestra una suave oscilación entre los 19,5 C y 17 C en la franja del 75% de HR, que muestra la influencia de la masa térmica en la atenuación de estas oscilaciones. Influye en esta tipología la falta de control en la infiltración y posición de las aberturas que provoca pequeñas corrientes de aire aumentando las pérdidas por infiltración.

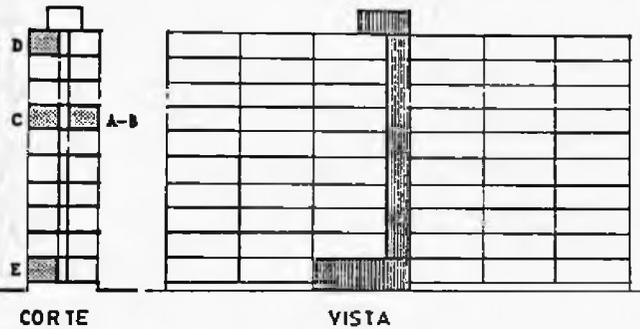
ESQUEMA DEL EDIFICIO CON LA UBICACIÓN RELATIVA DE LAS VIVIENDAS RESPECTO DE LA ORIENTACIÓN.

SITUACION DE VERANO EN LA TIPOL. Nº17 "PLACA" EN FUNCION DE LA ORIENTACION Y UBICACION.



LECTURA: 15 al 22 Diciembre 1986
LOCALIZACIÓN: 64 Nº 820 - LA PLATA

A_ ENC. Nº 142 D_ ENC. Nº 118
B_ ENC. Nº 143 E_ ENC. Nº 117
C_ ENC. Nº 144



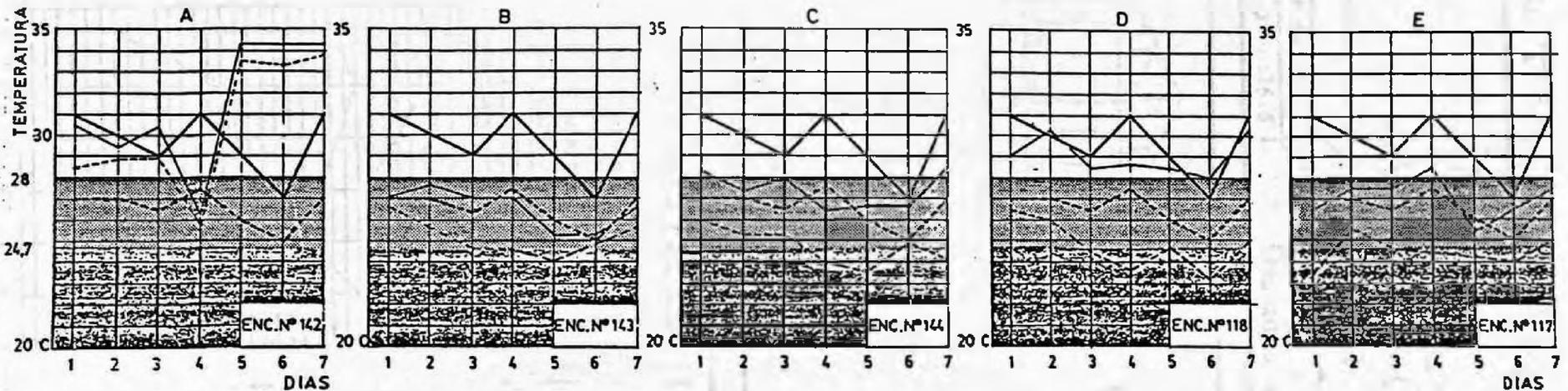
NOTA: EL COMPORTAMIENTO DEL DEPARTAMENTO A ,ENCUESTA Nº142 ESTA CONDICIONADO POR UN HABITO DE USO DE NO REALIZAR PROTECCION SOLAR EXPLICITAMENTE .

GRAFICOS COMPARATIVOS DE VIVIENDAS Y SU UBICACION EN EL EDIFICIO EN FUNCION DE TEMP. EXTREMAS Y MEDIA, EXTERIOR E INTERIOR.

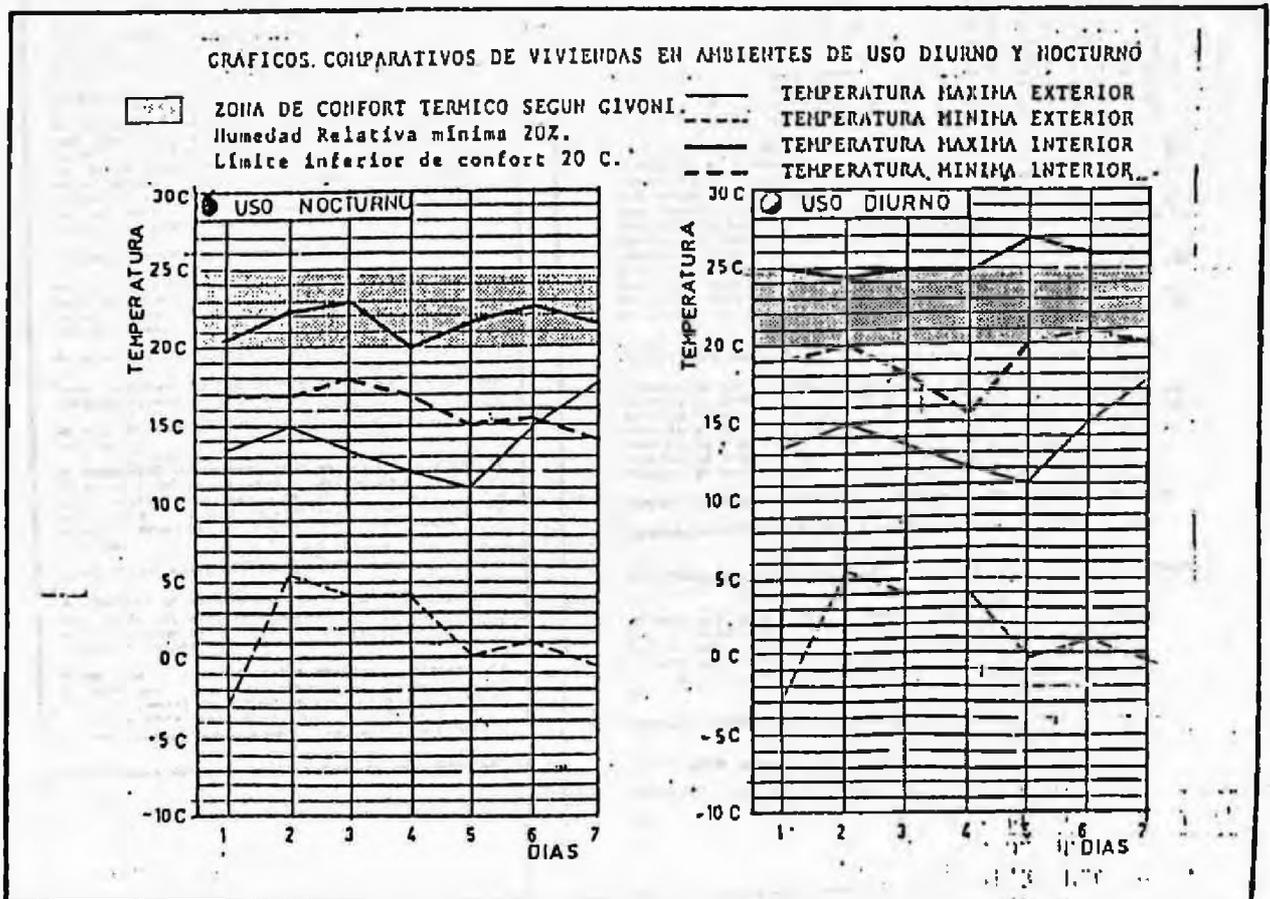
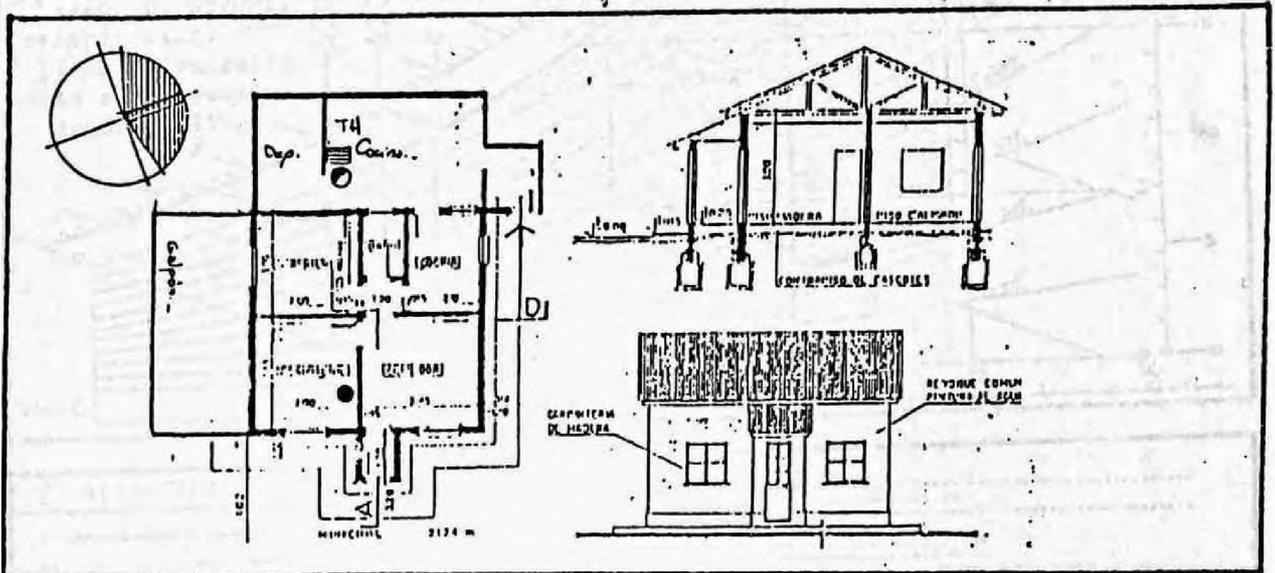
ZONA LIMITE DE CONFORT TERMICO SEGUN MODELO CLIMATICO PARA LA ZONA TEMPLADA HUMEDA (MODELO CESAD)
- Mes Diciembre Heliofania > 70% , entre 20 C y 28 C .
- Coincidente con zona de Confort ampliado (ventilación natural o mecanica) según GIVONI.

ZONA DE CONFORT TERMICO DE GIVONI
- Temp. entre 20 C y 24,7 °C - H.R. 70% .

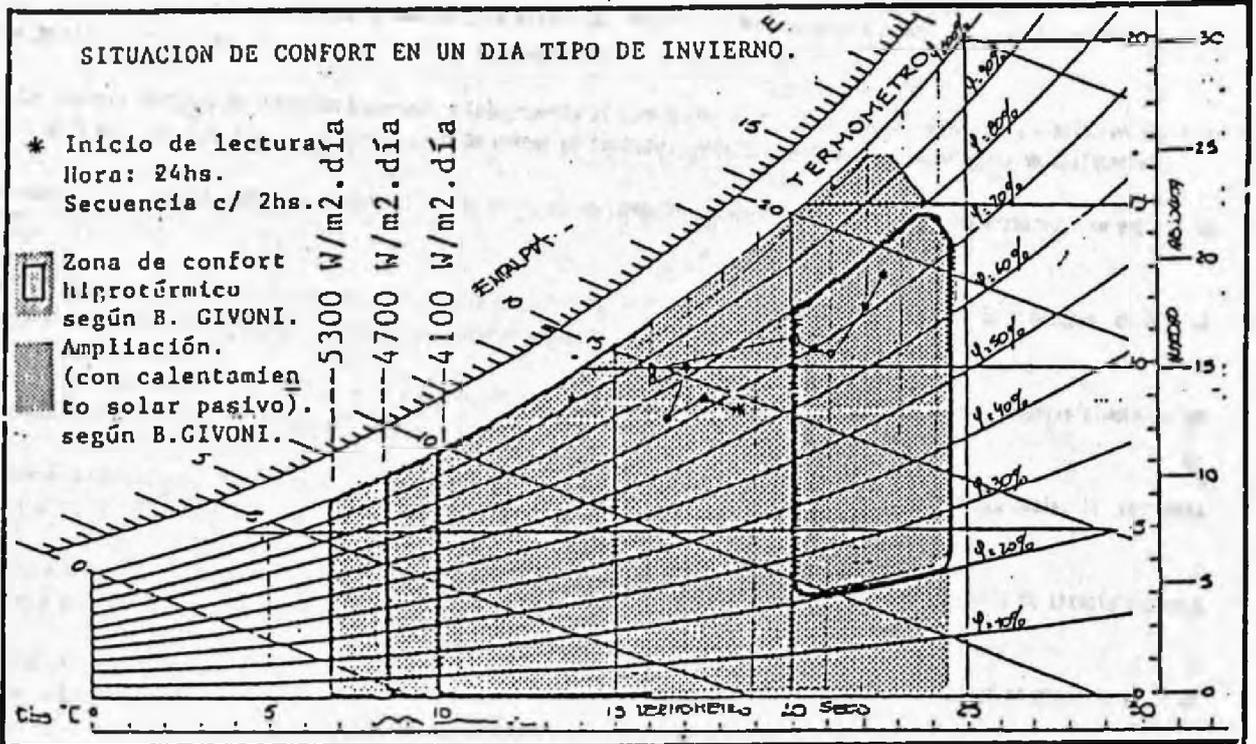
— TEMP. MÁXIMA EXTERIOR | VARIACIÓN SEMANAL
- - - TEMP. MEDIA EXTERIOR
— TEMP. MÁXIMA INTERIOR
- - - TEMP. MEDIA INTERIOR



IDEIAS  111 2	CODIGO	1.0.VIVIENDA UNIFAMILIAR	CANT: 50	Fecha: 4/88	HOJA N° 3
	8	TIPOLOGIA COMPACTA	MODELO CASA "F"	RIO TURBIO 51°33' Lat. sur 72°26' Long oeste	
CODIGO DE VIVIENDA: F 15 DIRECCION: CASA F PIEDRABUENA LOCALIDAD: RIO TURBIO CODIGO POSTAL: 9407 PROVINCIA: SANTA CRUZ					
ENCUESTA N°: 45					
LECTURA: 30 Setiembre al 7 Octubre de 1987					
PROMEDIO TEMP. SEMANAL ● Mx:21.6-Mn:16.2 ☉ Mx:25.5-Mn:16.5					



IDEIAB UI 1 2	CODIGO 8	1.0.VIVIENDA UNIFAMILIAR TIPOLOGIA COMPACTA	CANT. 50 MODELO CASA "F"	Fecha: 4/88 RIO TURBIO 53°33' Lat. Sur 72°33' Long. Oeste	HOJA N° 4
---------------------	-------------	---	--------------------------------	--	-----------



EVALUACION

1- Comportamiento térmico.

En las viviendas medidas, se observaron variaciones diarias de temperatura interior con amplitudes entre 5 y 7 C. Esto se vincula al hecho de tratarse de viviendas de construcción semi pasiva con calefacción por medio de equipos individuales, regulados estos por el uso que se le da a la vivienda. No están conectadas a la red urbana de calefacción.

2- Calidad térmica.

El coeficiente G de esta vivienda, se encuentra un 50% por encima del permitido por la norma IRAM 11.609 (Julio 1984) para esta zona. Se observan muy altas consumos de energía. Esto debe atribuirse al estado, forma (compactidad) y tipo de envolvente. Se evidencia que la mayoría de las pérdidas son por muros, así como también tienen gran importancia las producidas por techos y aberturas.

3- Conveniencia de recuperación.

Si bien el comportamiento térmico no es eficiente, existen razones para recuperarla por su valor como construcción y por su peso dentro del parque habitacional.

4- Posibles medidas de conservación de energía.

Como medidas de mejoramiento de la envolvente térmica se debe proceder a:

A) Retirar techos colgando en el ático aislación suelta.

B) Reducción de infiltración en aberturas mediante la colocación de burletes y control de pérdidas en base a la instalación de protección exterior, doble vidrio o sistema similar. Como opción de mínima deberán colocarse cortinas interiores pesadas.

C) Para los muros hay dos posibilidades:

- Colocación de aislación exterior adecuadamente protegida del medio ambiente.
- Colocación de aislación interior resolviendo el problema de los puentes térmicos.

Todo que el costo de tales medidas no dependa del costo del sistema a calentar se reconocen no aceptar menos de 5cm de colectores expandido de cantidad energética normal a su equivalente.

OBSERV.

7.1816-031715

1. COMPARACION BALANCE IRAM-MORTES PERDIDOS

AMBIENTE	ESTAR	T. MIN	T. MAX	T. MED	NO OCCU
AMBIENTE 1	ESTAR	18.8	22.4	20.6	10
AMBIENTE 2	CHIFLONERA	14.5	14.5	14.5	NO OCCU
AMBIENTE 3	DORMITORIO	16.2	21.6	18.4	10
AMBIENTE 4	DORMITORIO	16.5	21.4	18.7	10
AMBIENTE 5	LAVADERO	14.9	14.7	14.3	1
AMBIENTE 6	COCINA-COMEDOR	14.9	21.7	20.3	4
AMBIENTE 7	CHIFLONERA	14.9	14.9	14.9	NO OCCU
AMBIENTE 8	HALL-PASILLO	18.8	24.2	20.4	10
AMBIENTE 9	HALL-PASILLO	17.5	23.3	17.7	10
AMBIENTE 10	BANO	17.7	23.5	18	5

TEMPERATURA DEL EXTERIOR 7.25 C
 NUMERO DE RENOVACIONES DE AIRE 1.5
 NUMERO DE HORAS DE MEDICION DEL CONSUMO ENERGETICO 144 H
 GAS NATURAL CONSUMIDO 0 M3
 GAS ENVAZADO CONSUMIDO 34 M3
 COMBUSTIBLE LIQUIDO CONSUMIDO 46.3 LT
 NUMERO RADIADORES SISTEMA CALEFACCION URBANA 0
 CARBON CONSUMIDO 0 KG
 ELECTRICIDAD CONSUMIDA 65.7 KWH
 NUMERO DE HABITANTES 2
 AREA HABITABLE DE LA VIVIENDA 44.8 M2
 VOLUMEN DE LA VIVIENDA 185.5 M3

NECESIDADES DE ENERGIA CALCULADAS POR BALANCE 2220 MJ

APORTES DE ENERGIA DESIDO AL CONSUMO DE GAS NATURAL 0 MJ
 APORTES DE ENERGIA DESIDO AL CONSUMO DE GAS ENVAZADO 2071 MJ
 APORTES DE ENERGIA DESIDO AL CONSUMO DE COMBUSTIBLE LIQUIDO 1451 MJ
 APORTES DE ENERGIA DESIDO AL SISTEMA CALEFACCION URBANA 0 MJ
 APORTES DE ENERGIA DESIDO AL CONSUMO DE CARBON 0 MJ
 APORTES DE ENERGIA DESIDO AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD 224 MJ
 APORTES DE ENERGIA DESIDO A LA OCUPACION 47 MJ

APORTES DE ENERGIA IMPERIDO A PARTIR DE MEDICIONES 4029 MJ

DIFERENCIA PORCENTUAL ENTRE CONSUMO CALCUL. Y MEDIDO -45 %

2. ASIGNACION PORCENTUAL DE PERDIDAS TERMICAS SEGUN BALANCE

CONSUMO DESIDO A PERDIDAS POR TECHOS	19.7 %
CONSUMO DESIDO A PERDIDAS POR MUROS	47.3 %
CONSUMO DESIDO A PERDIDAS POR PUERTAS	0 %
CONSUMO DESIDO A PERDIDAS POR VENTANAS	11.5 %
CONSUMO DESIDO A PERDIDAS POR PISOS	4.5 %
CONSUMO DESIDO A PERDIDAS POR PENETRACION DE AIRE	16.1 %

3. RESUMEN CARACTERISTICAS TERMICAS DE LA VIVIENDA BALANCE IRAM

DEFICIENTE UA DE LA VIVIENDA 075 W/C
 DEFICIENTE UA POR UNIDAD DE AREA 6 W/M2/C
 DEFICIENTE UA POR UNIDAD DE VOLUMEN 2.1 W/M3/C

8. Glosario:

- **Bioclimatismo:** Principio de concepción de la arquitectura que apunta a utilizar por medio de la arquitectura misma los elementos favorables del clima con objeto de satisfacer las exigencias del confort térmico.
- **Calor sensible:** Cantidad de calorías necesarias para elevar la temperatura de un cuerpo sin modificación de su estado; es la forma de calor que conocemos al hablar de temperatura ambiente.
- **Calor latente:** Cantidad de calorías consagradas íntegramente al cambio de estado de un cuerpo; esta energía está en tránsito dentro de la materia, y es restituida si el cambio de estado es inverso (vaporización, liquefacción, fusión, solidificación).
- **Conductividad térmica:** Indica la propiedad de un material de conducir el calor, para una longitud unitaria; se expresa en $W/m^{\circ}C$.
- **Confort higrotérmico:** Sensación compleja que depende de factores fisiológicos, físicos y psíquicos. Es la situación en la cual el organismo no debe poner en juego los mecanismos para mantener su temperatura constante.
- **Constante solar:** Corresponde a la radiación solar recibida permanentemente por la tierra, es decir 2 calorías/minuto/cm² de superficie perpendicular a la radiación o 0,14 W/cm².
- **Diagrama bioclimático:** Diagrama que señala las condiciones térmicas e higrométricas exteriores en las cuales la respuesta térmica de un edificio sale de la zona de confort.
- **Energía metabólica:** Energía que produce el organismo a partir de los alimentos por medio de un conjunto de transformaciones químicas y biológicas desprendiendo calor.
- **Humedad absoluta:** Cantidad de vapor de agua (masa) contenida en una unidad de volumen de aire; se expresa en gramo de vapor de aire por metro cúbico de aire seco.
- **Humedad relativa:** Cociente de la cantidad de vapor de agua contenido por el aire, por la cantidad máxima que puede contener en las mismas condiciones de temperatura y de presión; se expresa en % ($\leq 100\%$).
- **Inercia térmica:** Propiedad que tiene una pared de retrasar y disminuir la onda térmica exterior al transmitirla al ambiente interior.
- **Presión parcial de vapor de agua:** Porción de la presión atmosférica debida a la presencia del vapor de agua contenido en el agua; se expresa en milímetros de mercurio o en milibares.
- **Puente térmico:** Parte de la composición de una pared de una vivienda que por su naturaleza representa un punto débil en la aislación ofreciendo una resistencia térmica menor.
- **Radiación:** Forma de transmisión del calor de la energía en ausencia de materia. La energía del sol nos llega por radiación.
- **Sistema pasivo:** Sistema térmico de captación y de almacenamiento de la energía solar que pone en juego elementos de la arquitectura y cuyo funcionamiento es autónomo.
- **Vector energético:** Formas de utilización de las diferentes energías primarias: electricidad, combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.