



INSTITUTO DE ARQUITECTURA TROPICAL  
INSTITUTE FOR TROPICAL ARCHITECTURE

**OPERACION EXPERIMENTAL**  
DOCUMENTO DE REFERENCIA

Robert Cellaire  
Olivier Jourdan

Este documento fue elaborado por Label ECODOM y preparado por Robert Celaide del Gabinete Concepto Energético y Olivier Jourdan de Promotelec, con el concurso de numerosas instituciones durante su ejecución.

Por tratarse de un documento técnico, de aplicación y replicabilidad fácil en todo el trópico, me he tomado la libertad de traducirlo. Algunos términos, se refieren a Instituciones y sistemas de refrigeración franceses, los cuales deben ser analogados con sus similares locales.

Arq. Jimena Ugarte

## PROLOGO

Este cuaderno reúne las prescripciones técnicas que se deben respetar, para satisfacer los criterios de atribución de la Operación Experimental "ECODOM", operación piloto de mejoramiento de la calidad térmica y del desempeño energético en las viviendas nuevas, lanzada en 1966 en Las Antillas y La Réunion y extendida al departamento de La Guyana francesa en 1997.

A petición de los principales usuarios "metas" (maestros de obras, arquitectos) los criterios de obtención de "label" (etiqueta) experimental son en la mayoría de los casos, soluciones técnicas yuxtapuestas directamente aplicables, que no necesitan cálculos térmicos, y no constituye el objeto de ninguna optimización global (sistema de puntos, de cálculo de índices de confort, etc).

Es igualmente a petición de los usuarios que las prescripciones que hubieran sido, por razones técnicas o económicas, muy molestas o discriminatorias han sido separadas (criterios de urbanismo y de orientación de los edificios, dimensionamiento óptimo de las aberturas de ventilación natural, etc). Estas prescripciones han sido reemplazadas por memoria, recomendaciones, disposiciones no obligatorias.

Esta experimentación tiene por objeto mejorar significativamente y replicar en el mayor número de viviendas, el nivel de confort térmico en relación a la situación actual, en los límites de costo aceptables, más que buscar condiciones de confort permanente a costos prohibitivos.

Las soluciones técnicas parten de características de procedimientos constructivos y de materiales disponibles en los lugares afectados.

Las prescripciones conciernen principalmente la concepción de la protección solar de las viviendas y de su ventilación natural, la cual puede ser asistida por ventiladores. Son el resultado de la exploración de trabajos diversos en el campo de la térmica de edificios en zonas tropicales, especialmente los del Centre Scientifique et Technique du Batiment (CSTB) y de la Universidad de La Réunion.

La etiqueta experimental provee prescripciones que garantizan un nivel de desempeño mínimo en la instalación de producción de agua caliente sanitaria ya sea solar, eléctrica o de gas.

Permite por último de manera opcional, y en continuidad con las prescripciones generales, tratar algunos recintos con climatización en ciertos períodos del año.

## I. IMPLANTACION EN EL SITIO

La concepción de viviendas térmica y energéticamente eficiente, para un sitio dado, comienza por la fase de implantación sobre el sitio, así como la implantación de un edificio en relación a otras construcciones y obstáculos naturales y artificiales, y la selección de la orientación de las fachadas que permitan explotar el potencial de enfriamiento por los vientos dominantes.

El ambiente inmediato de un edificio tiene a su vez una influencia significativa sobre las condiciones de bienestar térmico, al interior de éste.

Es el caso particular del revestimiento del piso en la periferia del edificio que no debe reflejar la radiación solar hacia el edificio, ni contribuir a un calentamiento del aire alrededor del mismo.

### PRESCRIPCIONES

#### 1. Orientación

La fachada principal de la vivienda por la cual se debe efectuar la admisión de aire externo, útil a la ventilación natural (§3) debe tener una orientación favorable a la penetración del viento dominante en el sitio. La dirección mediana del viento dominante en Guyana es ENE; una de las fachadas principales debe orientarse entre ENE menos 45° y ENE más de 45°, es decir entre ESE y ENE.

#### 2. Ambiente Cercano

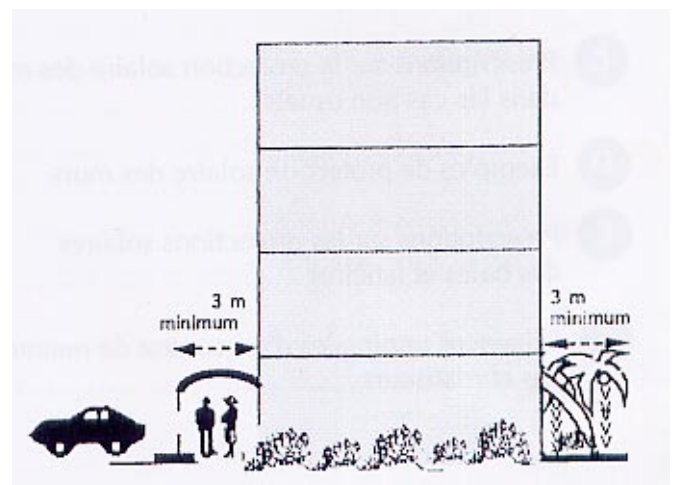
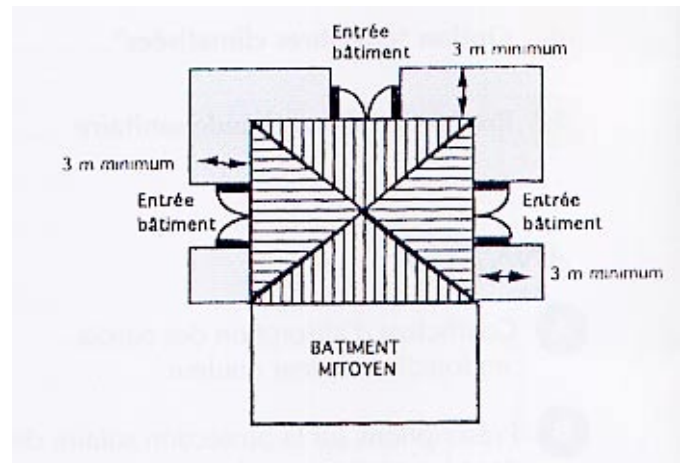
El suelo alrededor del edificio debe estar protegido eficazmente del soleamiento directo Sur, al menos tres cuartas partes de su periferia (fuera de la medianera) sobre una banda al menos de 3 metros.

Esta prescripción es normalmente satisfecha por:

- vegetalización del suelo (zacate, arbustos, flores) en las cercanías del edificio
- por cualquier solución tipo pantalla solar mineral o vegetal situada sobre el suelo y que lo

proteja de la radiación solar directa. Esta última solución está particularmente adaptada a construcciones en zona urbana.

Se puede, para evitar las proyecciones de la-terita debidas a la lluvia al pie de las fachadas, disponer piedras sobre algunas decenas de centímetros al pie de las mismas y retroceder en la misma distancia las zonas vegetalizadas.



## Recomendaciones

Con el fin de permitir una buena ventilación natural al edificio, se recomienda que esté lo más alejado posible de cualquier obstáculo (otro edificio, colina, etc.). Idealmente, esta distancia deberá ser 12 veces la altura del obstáculo en el sentido del viento y 4 veces en el sentido perpendicular a la dirección del viento.

## Topografía

Es recomendable hasta donde sea posible, implantar el edificio en las zonas con buena potencialidad de ventilación natural:

- edificio "al viento" en vecindad con la cima de una colina,
- edificio entre dos obstáculos, creando un "efecto Venturi".

Inversamente, las siguientes implantaciones serán desfavorizadas:

- edificio en un valle cuyo ángulo está perpendicular a las brisas o a los vientos dominantes buscados
- edificios al viento en pie de colina
- . edificios bajo el viento en el flanco de una colina.

## Microclima

Antes de decidir la ubicación del edificio, es recomendable tener en consideración las características microclimáticas del sitio y sacar partido de ellas: vientos, obstáculos naturales al soleamiento.

## Vegetalización

Se recomienda extender la vegetación alrededor del edificio más allá de la franja de 3 metros, en particular, cuando la topografía del terreno es desfavorable. Se cuidará que la vegetación no constituya un obstáculo al desplazamiento del viento.

## Volumetría

Es recomendable realizar viviendas con alturas idealmente superiores a los 2.80 metros.

### Conversiones de orientación:

SUR:	SE A SO
NORTE:	NO A NE
OESTE:	SO A NO
ESTE:	NE A SE

## II. PROTECCION SOLAR

La realización de una protección solar eficaz, constituye la segunda fase fundamental en la concepción de viviendas térmica y energéticamente eficientes. Esta protección solar incluye todos los cerramientos exteriores de la vivienda: techos, muros y ventanas.

### 2.1. Protección solar del techo

Los aportes térmicos de la techumbre, pueden representar hasta 2/3 de los aportes térmicos periféricos en las viviendas. Una protección solar eficaz constituye la primera urgencia de una buena concepción térmica y energética.

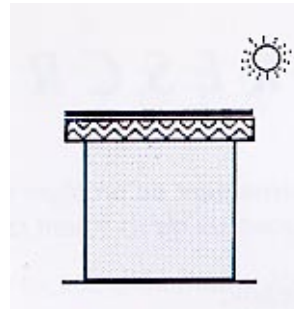
#### Prescripciones

Dos tipos de tratamientos de techos permiten satisfacer las prescripciones de etiqueta:

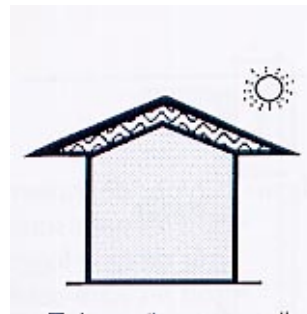
- para las techumbres simples (techos losas o a dos aguas) o techos con cumbrera sin o débilmente ventiladas: los techos o el cielo raso debe estar aislado térmicamente.
- para los techos con cumbreras fuertemente ventilados: los cielos rasos pueden evitar el aislamiento térmico.

El aislamiento térmico puede constituirse por:

- un aislamiento sobre o bajo la losa de concreto
- paneles aislantes aislados
- estructura del techo, tablillas, vegetación, etc.



Techo losa de concreto



Techo a dos aguas



Techo en lámina de zinc con cumbreras cerradas o débilmente ventiladas

Estas prescripciones conciernen la totalidad de la superficie de techos de las viviendas: piezas principales, piezas de servicio (cocina, baños, WC) y circulaciones.

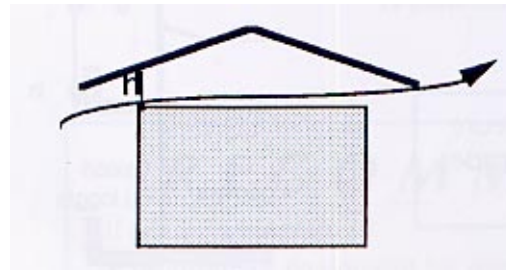
El empleo de materiales diferentes, en particular de materiales tradicionales, para el techo, es igualmente posible, a condición que respeten los factores solares prescritos en el anexo B.

color impermeabilización del techo	aislante	
	Poliestireno expandido lana de roca	Poliuretano de poliestireno extruido
Claro	5	4
Medio	8	6
Oscuro	11	8

### Techos a a dos aguas y bien ventilados

Se considera una techumbre a dos aguas bien ventilada cuando tiene aberturas de ventilación repartidas por todo su perímetro y cuya superficie satisfice la siguiente ecuación:

$$\frac{S_o}{S_t} = \frac{\text{Superficie total de abertura}}{\text{Superficie de techo}} > 0,15$$



En este caso, el techo a dos aguas debe satisfacer las siguientes prescripciones:

aislante color impermeabilización del techo	Poliestireno expandido lana de roca	Poliuretano de poliestireno extruido
	No necesita aislamiento	
Claro		
Medio	2 cm	1 cm
Oscuro		

Las techumbres implantadas a una distancia h de un cielo raso de perímetro p serán consideradas como techos fuertemente ventilados si:

$$\frac{p \times h}{S_t} = 0,15 \text{ osea } h > \frac{0,15 \times S_t}{p}$$

La concepción del tipo de techumbre debe tomar en consideración otras funciones: eficacia de la protección contra la lluvia, aislamiento acústico, protección contra ratones, protección contra intrusiones.

### 2.2. Protección solar de muros

Los aportes térmicos para los muros, representa generalmente de 20 a 30% (45 a 65 % para las viviendas que no están bajo techos) por los muros y su protección solar es por lo tanto esencial. Esta protección debe ser aumentada en los muros que más radiación solar reciben. Es el caso particular de los muros oeste que contribuyen con aportes importantes de calor al final de la tarde, es decir cuando la vivienda está en ocupación máxima.

Prescripciones

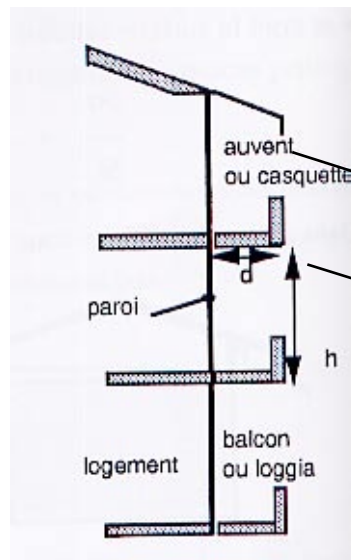
Varios tipos de tratamiento permiten proteger los muros del soleamiento:

- parasoles horizontales tipo alero, balcón en el piso superior, logias,
- parasoles verticales,

Aislamiento térmico de los muros

- combinación de varios tipos de protección

Trataremos a continuación, los casos más corrientes de protección. Toda la superficie de los muros externos deben satisfacer las prescripciones para todos los recintos de la vivienda.



El ancho de los aleros o protección debe ser superior o igual a la de las paredes correspondientes. Los efectos de borde se descuidan.

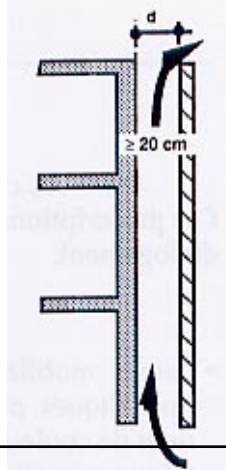
* en m2 K/W	Colores claros				Colores medianos			
	Orientación							
	este	norte	sur	oeste	este	norte	sur	oeste
muros de concreto 15 cm (R = 0,1*)	0,4	0,5	0,7	0,5	1	0,7	1,3	0,7
muro aglomerado hueco 20 cm (R = 0,2*)	0,1	0,2	0,3	0,2	0,5	0,5	0,8	0,5
muro de madera (R = 0,5*) o ladrillos huecos de 20 cm	0	0	0	0	0	0,1	0,2	0,1

**Parasoles verticales**

En estos casos, el parasol debe estar separado del muro al menos 20 cms y abierto en las extremidades superior e inferior, de manera que permita la ventilación. Debe ser de color claro o mediano.

Aislamiento térmico

Los espesores mínimos de aislamiento para muros sin parasoles, son los siguientes:



El aislamiento usado debe tener un coeficiente inferior o igual a 0,047 W/mK (poliestireno expandido, o lana de vidrio). En la práctica los aislantes están disponibles en paneles compuestos con un espesor mínimo de aislamiento de 2 o 3 cms.

* en m2 K/W	Colores claros				Colores medianos			
	Orientación							
	este	norte	sur	oeste	este	norte	sur	oeste
muros de concreto 15 cm (R = 0,1*)	1	1	1	1	2	2	2	2
muro aglomerado hueco 20 cm (R = 0,2*)	1	1	1	1	1	2	2	2
muro de madera (R = 0,5*) o ladrillos huecos de 20 cm	0	0	0	0	0	1	1	1



### Recomendaciones

- proteger los muros externos de las áreas de servicios
- mejorar la protección solar de los muros con un tratamiento vegetal externo (árboles de fuste alto, etc ), o bien por “espacios de amortiguación” constituidos por zonas no habitables como garages, talleres, lavanderías, etc...
- escoger elementos constructivos de baja inercia térmica (madera, ladrillos huecos, “siporex”, etc...
- establecer el programa teniendo en cuenta la orientación de los diferentes recintos en función de sus principales períodos de ocupación, afin que ellas correspondan con los momentos de menores aportes solares.

### 2.3. Protección solar de las aberturas

La protección solar de los ventanales es esencial y no sólo porque representan entre el 15 y el 30% (35 a 55% en recintos que no están bajo el techo) de aportes térmicos por las paredes, sino también porque contribuyen a aumentar el malestar de los usuarios por un calentamiento instantáneo del aire y una exposición solar directa o reflejada.

### Prescripciones

En la mayoría de los casos, la ventanería debe estar protegida por uno de los siguientes dispositivos:

- láminas móviles externas de color claro (metálicas, plásticas o de madera) o toldos externos de color claro. Estas protecciones son recomendables en cualquier orientación.
- persianas exteriores proyectables o persianas o postigos practicables de color claro. Estas protecciones son recomendables en cualquier orientación.
- parasol vertical tipo pantalla o superestructura de color claro o mediano. Deben estar separados de la fachada al menos 20 cms y abiertos en sus extremidades superior e inferior. Estas protecciones son recomendables en cualquier orientación.

Para complementar este tema consultar:

Anexo A: Coeficiente de absorción de las paredes en función de su color

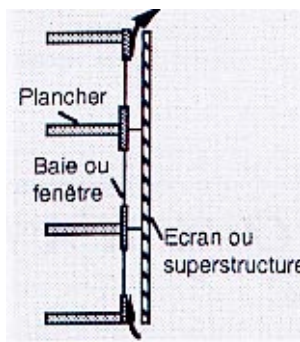
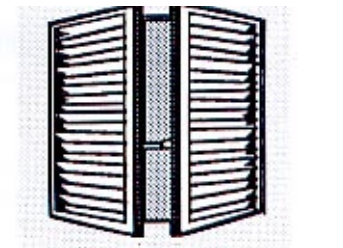
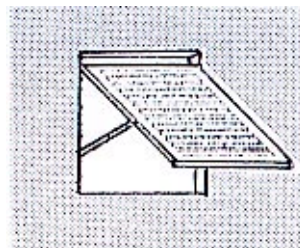
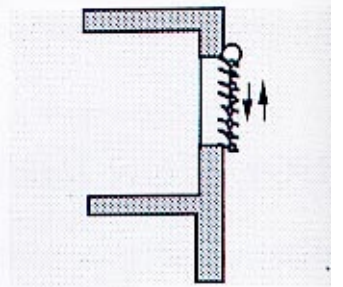
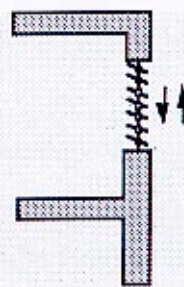
Anexo C: Prescripciones para muros en casos especiales

Anexo D: Ejemplo de protección solar de muros con parasoles verticales

Para mayor información consultar:

Anexo A: Coeficiente de absorción en función del color

Anexo E: Prescripciones de las protecciones solares de ventanales.



### 3. VENTILACION NATURAL

La búsqueda de la capacitación de ventilación natural eficaz constituye la tercera fase esencial en la concepción de viviendas eficientes térmica y energéticamente.

Esta ventilación permite mejorar el bienestar aumentando la velocidad del aire sobre la piel y así disminuir la temperatura de aire percibida. Así, con una velocidad del aire de 1 m/s para un sujeto a la sombra, si las temperaturas de las paredes son iguales a las del ambiente externo, la temperatura percibida por el sujeto, será inferior en 4° C.

$$T_p = T_a - 4^\circ \text{C}$$

La ventilación permite evacuar las cargas térmicas internas al recinto (equipos eléctricos, iluminación, ocupantes).

La capacidad de ventilación natural para una vivienda, un lugar o una orientación determinada, dependerá del potencial de sus paredes externas e internas de admitir, dejar circular y evacuar el flujo de aire exterior. Cuando esta ventilación natural no puede asegurar una velocidad de aire suficiente para el bienestar de los ocupantes (viento insuficiente o ineficaz - paralelo a las paredes principales - aberturas en posición cerrada.... ) puede entonces completarse o reemplazarse por ventiladores.

#### 3.1. Implantación y dimensionamiento de las aberturas externas

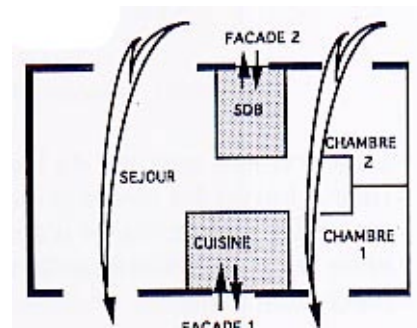
La vivienda debe satisfacer simultáneamente lo siguiente:

- debe ser ventilada completamente transversal en cada nivel o piso, es decir tener aberturas (ventanales desplazables o practicables, celosías, puertas-ventanas, puertas, aberturas específicas de ventilación diurna y nocturna.
- cada una de las dos fachadas principales de ventilación natural, deben tener una porosidad media total al menos igual a 34%. Si las superficies de fachada (medidas internamente) son

diferentes, la porosidad se calcula en relación a la superficie promedio de las dos fachadas.

La porosidad de una pared (muros externos, cerramientos interiores) es la relación de la superficie total de pared que se abre con la superficie total de pared.

$$P = \frac{P_a}{S_p}$$



$$P_1 = \frac{S_{a1}}{S_p} \quad 0,35 \quad P_2 = \frac{S_{a2}}{S_p} \quad 0,35$$

entonces  $S_p = \frac{S_{p1} + S_{p2}}{2}$

- Sa 1: superficie neta que se abre de la fachada 1
- Sa 2: superficie neta que se abre de la fachada 2
- Sp1: superficie total de fachadas de las piezas principales en fachada 1
- Sp2: superficie total de fachadas de las piezas principales en fachada 2

#### Recomendaciones

- realizar viviendas en las cuales el estar se puede ventilar en forma cruzada.
- ubicar los recintos de servicios en fachada para que se puedan ventilar adecuadamente y en forma independiente de los dormitorios. Evitar cualquier flujo desde las piezas de servicios hacia los dormitorios, causado por el viento. El aislamiento entre estas debe ser seguro. En caso que los dormitorios no se ubiquen en fachada, es aconsejable instalar un extractor fijo en el techo.

- aumentar la porosidad en fachada hasta valores superiores a 50% en los sitios poco ventilados.
- usar aberturas en las otras fachadas para mejorar la capacidad de ventilación natural
- repartir las aberturas en fachada, de tal manera que se consiga un “barrido” óptimo de la vivienda con una buena irrigación de zonas sensibles. Así, las aberturas a diversas alturas en fachadas expuestas al viento optimizan la eficacia de la ventilación natural. Es mejor aberturas bajas en las fachadas al viento y en posición alta en las otras fachadas.
- mejorar la capacidad de ventilación de la vivienda por medio de cumbrera abierta que permita la entrada y/o la salida del aire. Estas ventilaciones deben estar uniformemente repartidas en el techo. Una para insertar aire, debe estar ubicada en la mitad del techo contra el viento y una mitad destinada a extraer el aire debe ubicarse en la mitad a favor del viento.
- sobredimensionar las aberturas de fachadas a contra el viento en relación a las fachadas a favor del viento:  
Si la fachada 1 está contra el viento y la fachada 2 está a favor del viento

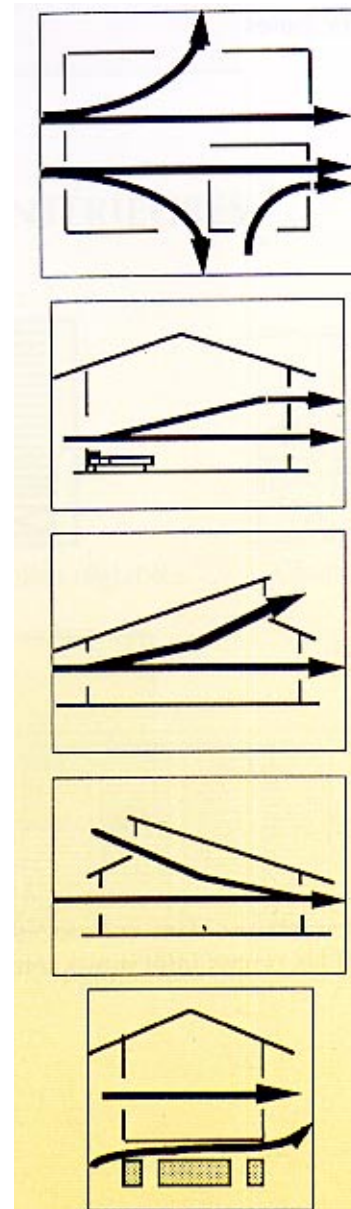
$$P2 \succ P1 \geq 35\%$$

- privilegiar la construcción sobre vacío sanitario bien ventilado
- poder administrar el rendimiento de ventilación y la orientación de los flujos de aire por utilización de celosías y otras láminas orientables de preferencia a las aberturas de todo o nada.

### 3.2. Disposición interna

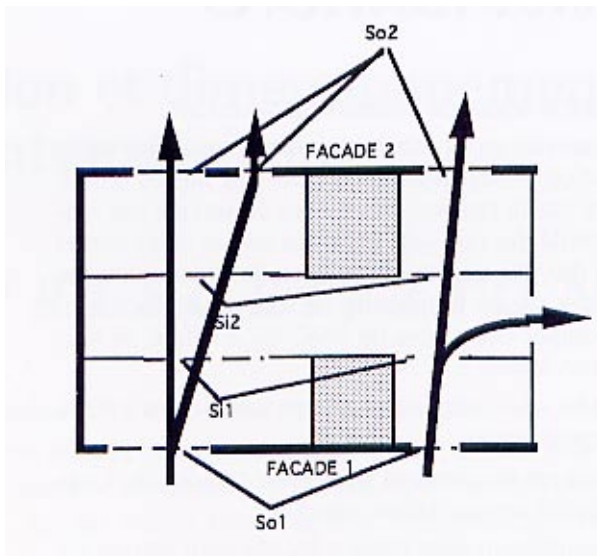
#### Prescripciones

- La disposición interior de la habitación debe permitir en cada nivel o piso, la circulación de aire externo a través de las piezas principales y las circulaciones de la vivienda de una fachada principal a la otra, por puertas internas, y otras aberturas permanentes o desplazables en estos cerramientos y separadas entre las piezas. El desplazamiento del aire debe permitir un barrido eficaz, es decir transversal, de cada pieza.



- La superficie abierta total neta entre cada serie de cerramiento, de las piezas principales, (S1, S2, ...) será atravesada por el flujo de ventilación natural - medida perpendicularmente a la dirección de salida del viento - debe ser superior a la superficie abierta de ventilación más pequeña de las fachadas principales (Sa1 o Sa2). Esta superficie debe repartirse uniformemente en los cerramientos de las diferentes piezas principales.

$Si1 \succ Sa1$	o bien	$Si1 \succ Sa2$
y		
$Si2 \succ Sa1$	o bien	$Si2 \succ Sa2$



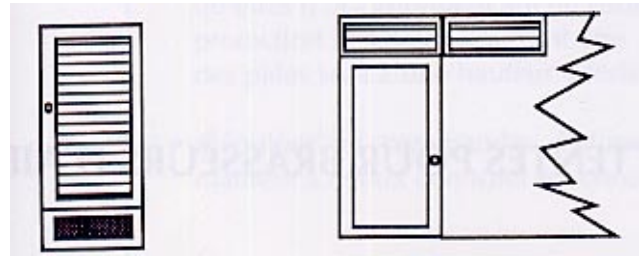
Las aberturas en las paredes internas deben poder mantenerse en posición abierta. Así, las puertas internas serán provistas de sistemas de bloqueo, para permitirlo.

Recomendaciones

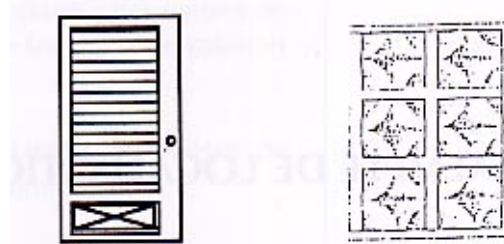
- buscar una organización de planta y de volumen de la vivienda, minimizando la cantidad de paredes internas no móviles u operables. Las exigencias de porosidad exigidas para el cerramiento interior son difíciles de realizar y sus paredes crean, aún cuando respetan estas exigencias, los obstáculos para una óptima ventilación natural.
- lograr que las superficies que se abren en el interior sean más numerosas que las del exterior.

Si1 » Sa1 y Sa2  
Si2 » Sa1 y Sa2

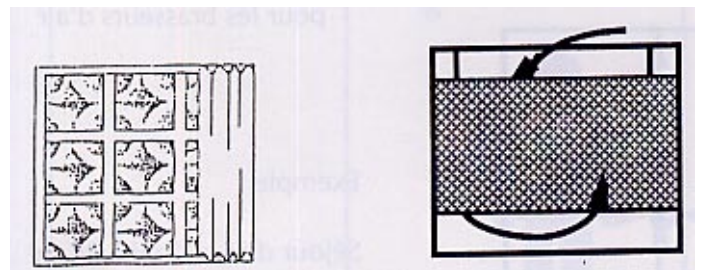
- repartir las partes que se abren en cada pared interna para facilitar un buen barrido de recintos y evitar las zonas de "corrientes de aire" excesivos y las zonas mal ventiladas.
- tomar en cuenta las otras funciones de paredes internas (aislamiento acústico, iluminación, funcionalidad, intimidad,...) en su concepción y su dimensionamiento aeráulico. La utilización de materiales absorbentes sobre el plano acústico debe aplicarse en la realización de estas paredes.



Puerta de celosías Ventilación abierta u operable



Puerta de celosías regulables Claustros



Cerramiento acústico

Cerramiento parcial inferior o superior



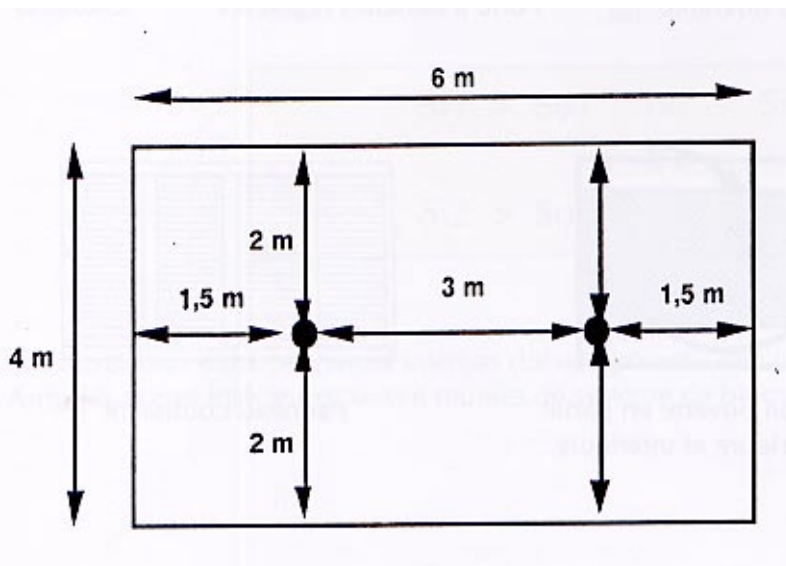
Paneles deslizantes

### 3.3. VENTILADORES

#### Prescripciones

- Cada recinto de la vivienda (sala, cuartos, etc) deben equiparse con una o varias tomas de corriente eléctrica en el cielo raso con interruptores murales destinados al acomodo de varios ventiladores.
- La alimentación puede no ser específica para un ventilador y alimentar a otro equipo (por ejemplo, una lámpara). En este caso, la toma eléctrica debe permitir el funcionamiento independiente de ambos equipos.
- En caso que los ventiladores fuesen instalados a futuro, la toma eléctrica debe quedar señalada para tal fin.
- Para cada recinto, hay que instalar una toma por cada 15 m<sup>2</sup>, 2 tomas a partir de los 15 m<sup>2</sup> y 3 después de los 30 m<sup>2</sup>.
- Las tomas deben ubicarse de manera que permitan un movimiento homogéneo del aire de la pieza.

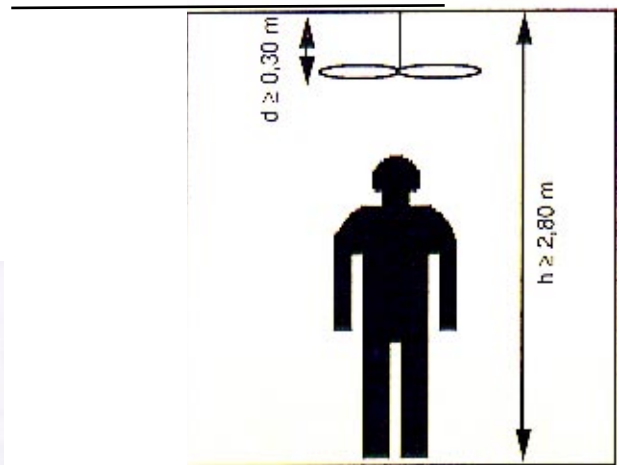
#### Ejemplo de localización de ventiladores



- posición de las tomas  
Ejemplo para un recinto de 6 x 4 metros  
= 24 m<sup>2</sup> = 2 tomas

#### Recomendaciones

- instalar ventiladores apenas terminada la construcción de la vivienda para permitir un buen nivel de bienestar térmico cuando la ventilación natural es inoperante o insuficiente. Los ventiladores deben tener una fijación mecánica durable.
- escoger ventiladores de paletas metálicas cuyo diámetro sea superior a 1,20 metros
- implantar ventiladores de manera que el plan de rotación de las paletas sea a una distancia de al menos 30 cm del cielo raso, cuidando que no representen un riesgo para los habitantes. Las paletas pueden contar con cárteres de protección cuando la rotación de las paletas está a una altura inferior a 2,50 metros.
- equipar los comandos de alimentación de los controles de velocidad, de manera que se pueda controlar el funcionamiento.



#### 4. OPCION CUARTO CLIMATIZADO

En algunas viviendas, en ciertos períodos del año y debido a factores ya sean climáticos (temperaturas muy elevadas, ausencia de viento), o al emplazamiento de la vivienda, (ruido, mosquitos) el bienestar térmico no se logra por mecanismos naturales, aún asistidos por ventiladores. En estos casos, se puede escoger climatizar durante estos períodos con equipos eficientes de climatización individual.

Debe quedar claro que las exigencias son acumulables con las exigencias de protección solar y ventilación natural de las habitaciones afectadas.

##### Prescripciones

Los equipos de climatización de tipo split (mono o multi) deben satisfacer simultáneamente lo siguiente:

- coeficiente de eficacia frigorífica global (1) mínimo de 3,0
- potencia frigorífica máxima de 100 W por m<sup>2</sup> de habitación climatizada (2)
- equipo de programación diaria que permita pilotear cada comando
- instalación conforme a las reglas:
  1. unidad exterior de los splits en lugar bien ventilado
  2. conexión frigorífica de los splits inferior a 10 metros
  3. resistencia térmica calorífuga mayor a 0,4 m<sup>2</sup>K/W y protección durable del calorífugo.
- exigir un contarto de mantenimiento mínimo por dos años.

Para los recintos equipados con climatización, además de las precauciones comunes, lo siguiente debe satisfacerse:

- aberturas externas deben ser de permeabilidad de tipo A2 como mínimo
- las aberturas entre recintos internos debe ser perfectamente obturable.
- . se debe asegurar la renovación del aire a 25 m<sup>3</sup>/h por recinto (poner atención a las rejillas externas que obstruyan).

#### Recomendaciones

- seleccionar climatizadores con un coeficiente frigorífico lo más elevado posible, algunos alcanzan hasta 3,8
- escoger climatizadores con termostatos electrónicos
- instalar unidades internas en altura
- instalar unidades externas en lugares protegidos de la radiación solar directa o reflejada, o protegerlas de la radiación
- instalar los dispositivos de servicio de los climatizadores en el cerramiento de las aberturas externas
- instalar los dispositivos auxiliares en el cerramiento de las puertas internas

Los climatizadores monoblock o móviles, están excluidos.

Con el fin de evitar los riesgos de aparición de moho sobre los muros a causa de la condensación, es indispensable:

1. que la climatización sea efectivamente utilizada de manera intermitente, no permanente
2. que la temperatura no sea inferior a 25° C.

La climatización de los recintos principales, aparte de los dormitorios, está excluida en esta operación experimental.

(1) Relación entre la potencia frigorífica y la potencia eléctrica total absorbida, teniendo en cuenta del consumo eléctrico total (compresores, ventiladores y auxiliares) para condiciones internacionales standar tipo A.

(2) Si la potencia frigorífica total necesaria es inferior a la potencia frigorífica del modelo de climatizador más pequeño en el mercado, se escogerá este último.

## 5. PRODUCCION DE AGUA CALIENTE

El agua caliente sanitaria es un elemento de bienestar indiscutible, que puede generar gastos energéticos considerables.

Es importante por lo tanto, que las viviendas estén equipadas con sistemas de producción de agua caliente eficaces, económicos y durables.

### Prescripciones

#### 1. Calentador solar

- el aparato debe ser objeto de un consejo técnico de CSTB favorable y válido.
- la superficie neta mínima de los captadores instalados para cada vivienda será de:

F1 - F1bis - F2	1,5 m <sup>2</sup>
F3	2,0 m <sup>2</sup>
F4	2,5 m <sup>2</sup>
F5	3,0 m <sup>2</sup>
F6 o más	3,5 m <sup>2</sup>

- los calentadores solares podrán ser tipo calentador-almacenador, termosifón o de elementos separados
- el almacenamiento solar estará comprendido entre 60 y 120 l por m<sup>2</sup> de captación neta
- la producción solar de agua caliente puede necesitar de un complemento de calentador eléctrico, a gas o a recuperación.

#### 2. Calentador a gas

El aparato debe tener NF GAZ.

La instalación deberá cumplir escrupulosamente el decreto del 2 de agosto de 1977 sobre la evacuación de gases combustibles.

#### 3. Calentador eléctrico individual

- la producción de agua caliente sanitaria se asegura por un calentador de acumulación tipo individual con eficacia marcada como NF, categoría B
- el circuito de alimentación debe estar conectado a un dispositivo de tensión automática de 3 posiciones:
  - conexión a períodos tarifarios
  - marcha forzada con retorno automático
  - detención

Tipo de vivienda	Capacidad mínima de almacenamiento	Constante de enfriamiento (Wh/lKj)
F1 - F1bis - F2	100 litros	0,32
F3	150 litros	0,23
F4	200 litros	0,22
F5	250 litros	0,22
F6 o más	300 litros	0,22

Los calentadores eléctricos instantáneos o semi instantáneos están excluidos.

La instalación de gas debe respetar escrupulosamente el decreto del 2 de agosto de 1977 sobre la evacuación de gas quemado.

## Calentador a recuperación

La producción de agua caliente puede abastecerse igualmente por un calentador a recuperación sobre una instalación de climatización. En este caso, la capacidad del calentador y su constante de enfriamiento deben ser equivalentes a las de un calentador eléctrico individual que tenga la seña NF Performance, categoría B.

### Recomendaciones

Para Calentadores solares:

- Captores de fijaciones durables en un lugar sin filtros para el sol y de acceso fácil para su mantenimiento
- captores inclinados en 10° en relación a la horizontal, con el fin de permitir la evacuación de las precipitaciones

- las distancias entre captores y acumulación mínimas y calorífuga durable del anillo primario en el caso de los calentadores de elementos separados.

- empalmes hidráulicos óptimos de varios aparatos (realización de un buen equilibrio hidráulico, minimización de las pérdidas de carga, búsqueda de un mantenimiento de la estratificación al trasiego)

Para todos los calentadores

- minimización de la distancia entre el calentador y los puntos de abastecimiento de agua
- realización de un mantenimiento común
- realización de empalmes de agua caliente para los lavaplatos y lavadoras de ropa si estos equipos eléctricos necesitan de esta alimentación. En este caso, la instalación de mitigadores termoestáticos sobre estos aparatos es necesario.

## ANEXO A

Coefficiente de absorción a de las paredes, en función del color

El siguiente cuadro da valores de coeficientes de absorción de las paredes para diferentes colores a utilizar para este cálculo. Para las paredes cuyas superficies presentan riesgos de ensombrecimiento, moho, suciedad, alteración de superficies, se usará el valor inmediatamente superior.

categorias de tintes	colores	valores a utilizar
claro	blanco, amarillo, anaranjado, beige, crema, rojo pálido	0,4
mediano	rojo oscuro, verde claro, azul claro	0,6
oscuro	café, verde oscuro, azul gris claro, azul oscuro	0,8
negro	gris oscuro, café oscuro negro	1



## ANEXO B

## Prescripciones sobre la protección solar de techos en casos no usuales

En casos de:

- techos terrazas
- techos inclinados sin cumbreras
- techos con cumbreras cerradas o escasamente ventiladas

El factor solar global de la techumbre debe satisfacer:

donde

$$F_{ts} \leq 0,014$$

$$F_{ts} = \frac{0,05 \alpha}{R + 0,22}$$

donde R es la resistencia térmica del techo (expresada en m<sup>2</sup>K/W calculado según los métodos usuales

El trabajo del diseñador consistirá en escoger una pared cuyas características de colores y aislamiento permitan satisfacer esta ecuación.

En el caso de un techo con cumbreras, el cálculo R debe considerar la resistencia térmica de la lámina de las cumbreras. Comúnmente se descuida la incidencia de la pendiente de las cumbreras sobre el cálculo de la resistencia térmica y suponemos que la pendiente del techo es paralela al techo.

En el caso de techos con cumbreras fuertemente ventiladas o sobre - techos fuertemente ventilados, estos deben satisfacer:

$$\frac{\alpha}{R} \leq 3,5 \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

donde R es la resistencia térmica del cielo raso y  $\alpha$  el coeficiente de absorción del techo.

En el caso de paredes con aislamiento compuesto por películas reflectivas, se debe asegurar que la "Resistencia térmica equivalente" de la pared, satisfará estas prescripciones.

## ANEXO C

## Prescripciones para la protección solar de muros en casos no usuales

En casos normales, para cada muro de la vivienda, el producto de su factor solar global  $F_{ts}$  por su coeficiente de soleamiento, debe satisfacer:

$$f \times F_{ts} \leq 0,06 \text{ para las orientaciones Este}$$

$$f \times F_{ts} \leq 0,05 \text{ para las orientaciones Oeste, Sur y Norte}$$

$$\text{donde } F_{ts} = \frac{0,06 \alpha}{R + 0,17}$$

donde  $R$  es la resistencia térmica del muro (expresado en  $m^2K/W$ ) calculado según los métodos usuales y  $f$  es el coeficiente de soleamiento del muro, es decir la relación entre la energía solar total (radiación directa, difusa y reflejada) real recibida por el muro en un día soleado del mes en que está más expuesta (junio para los muros al Norte, Este y Oeste; y diciembre para los muros al Sur) y la energía que recibiría en ausencia del dispositivo arquitectónico de protección solar (alero, loggia, protección vertical) creando un filtro al soleamiento.

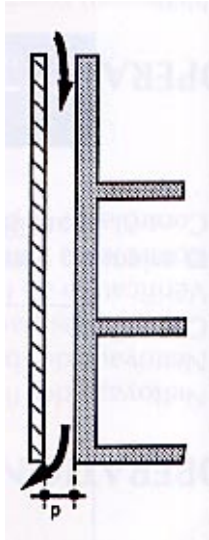
El cálculo  $f$  para diferentes dispositivos de protección solar se efectúa con la ayuda de métodos manuales o de programas informáticos llamados "cálculo de filtros".

En el caso de paredes con aislamiento compuesto por películas reflectivas, se debe asegurar que la "Resistencia térmica equivalente" de la pared, satisfará estas prescripciones.

En ausencia de dispositivo de protección solar específica y de filtro urbano próximo o lejano,  $f = 1$ .

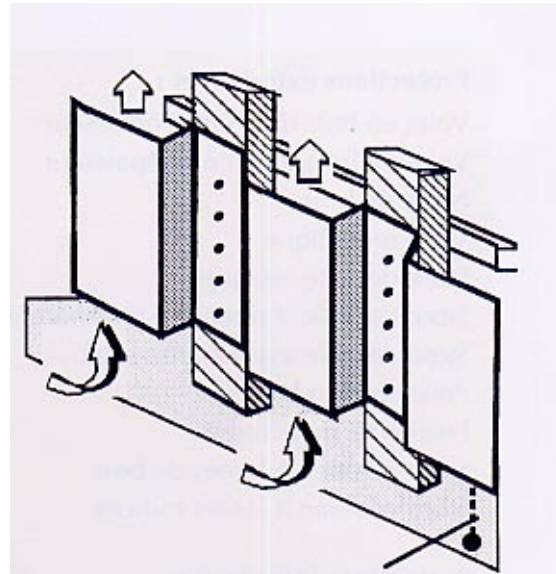
Anexo D

Ejemplos de protección solar de muros



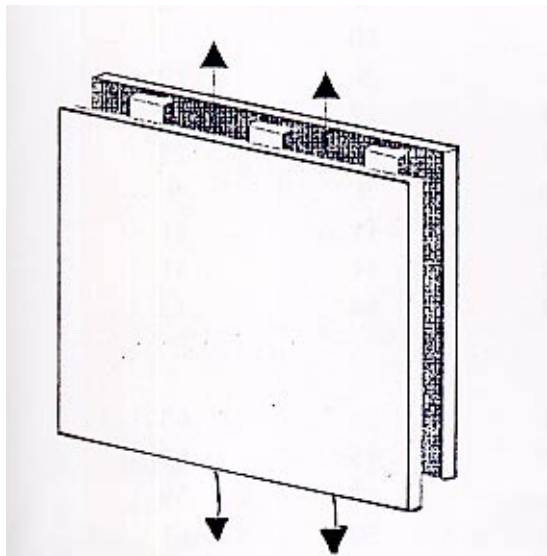
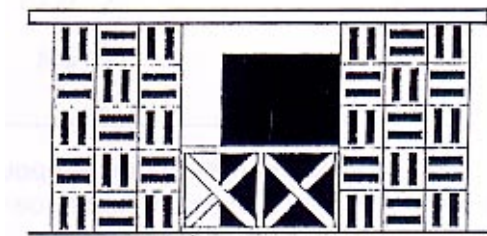
Parasol en superestructura muy ventilado de color claro  
Recomendación:  $d \geq 20 c$

Parasol tipo claustras



Distancia entre la parte inferior y el piso  $\geq 20 \text{ cm}$

Doble pared con protección metálica, plástica o marco de madera, color claro y ventilada



Doble pared exterior en concreto de color claro

## ANEXO E

## Prescripciones para las protecciones solares de ventanales y ventanas

Generalmente, la protección solar de una ventana satisface la operación experimental ECODOM cuando el producto de su factor solar  $F_s$  y de su coeficiente de soleamiento satisface:

$$f \times F_s \leq \begin{array}{l} 0,2 \text{ para las orientaciones Sur, Este y Norte} \\ \leq 0,15 \text{ para la orientación Oeste} \\ \leq 0,4 \text{ para los techos vidriados} \end{array}$$

El cuadro siguiente da en % el factor solar de ventanales de vidrio ordinario y protecciones corrientes. Señalamos que sólo las protecciones solares externas son eficaces.

	TINTE DE LA PROTECCION		
	claro	mediano	oscuro
<b>Protecciones externas:</b>			
Postigos de madera de 2 cms de espesor	4	7	9
Postigos de madera de 1 cm de espesor	5	8	10
Trenzado de madera	7	9	12
Postigo metálico	7	10	13
Persiana de tela opaco	7	9	12
Persiana de tela ligeramente transparente	14	17	19
Persiana de tela bastante transparente	21	23	25
Persiana de madera	10	9	9
Persiana metálica	11	11	11
Persiana veneciana en madera	13	11	11
Persiana veneciana de láminas delgadas	14	14	13
<b>Protecciones internas:</b>			
Persiana veneciana de láminas delgadas	45	36	65
Cortina opaca	34	45	57
Cortina ligeramente transparente	36	47	59
Cortina bastante transparente	39	50	61

Nota: El factor solar de un vidrio ordinario es de 85%.

## ANEXO F

### Exigencias mínimas de un contrato de mantenimiento para aires acondicionados

Para la opción “cuartos climatizados” los climatizadores instalados deben ser objeto de un contrato de mantenimiento de una duración mínima de dos años y cuyas características serían como sigue:

#### Operaciones mensuales:

- limpieza de los filtros y reemplazo eventual
- limpieza de los recipientes de la condensación
- control de las partes eléctricas: alimentación, protección
- verificación de la fijación mecánica
- control del calorífugo y de su protección
- control de la presión del fluido frigorífico

#### Operación trimestral

- limpieza completa de condensadores y vaporizadores

## BIBLIOGRAFIA

- Document Technique Unifié: “rèles de calcul des caracteristiques termiques utiles des parois de construction (CSTB, 1987).
- “ Guide sur la climatisation naturelle de l`habitat tropical humide”, Tome 1. (CSTB, 1987).
- “ Man, climate and Architecture”, B. Givoni. (Applied science , London, 1976).
- “ Bioclimatisme en zone tropicale - construire avec le climat”. O. Huet et R. Celaire. (GRET, 1986).
- “ Guide d`aide à la conception climatique de batiment aux Antilles”, M. Abdsselam. (AFME Gua-dèloupe).
- “ Construire à la Réunion”. (CAUE, 1993).
- “ Solutions techniques pour le respect du régleme nt thermique en maison individuelle”. (CSTB, 1988).
- “ Guide de recommandations thermiques pour la construction bioclimatique en Guadeloupe”. (DDE, CEBPT, 1995).
- “ La Conception Thermique des Batiments à la Réunion”. (CSTB, AFME, EDF, 1984).
- “ Étude typologique des conditions d`adaptation au climat des constructions à l`île de la Réunion”. C. Etave. (Comité régional de l`énergie - ile de la Réunion, 1983).
- “ Patrimoine de Guyane 1900 - 1940”, P. Leber et G. Sabatier (CAUE Guyane).
- “ La conception thermique des batiments en Guyane”. (CSTB, EDF, 1982).

Este documento fue preparado por Robert Celaire, del Cabinet Concept Énergie, y Olivier Jourdan, de Promotelec. Se consideró, en diversos niveles de su concepción, el consejo de las Instituciones, organismos y profesionales siguientes:

le Ministère du Logement, Direction de la Construction,

le Ministère de l'Outre-Mer,

le Ministère de l'Industrie,

l'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie, Valbonne,

EDF, GC-DOM, Paris,

PROMOTELEC, Paris,

le Centre Scientifique et Technique du Batiment,

les Directions Départementales de l'Équipement de Guadeloupe, de la Réunion et de la Guyane,

la Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche de la Réunion,

la Region Réunion et la Region Guyane,

Services Techniques du Conseil Général de Guyane,

Services Techniques de la Ville de Cayenne et de la Ville de Remire,

les Délégations Regionales de l'ADEME Guadeloupe, Réunion et Guyane,

les Directions Regionales de PROMOTELEC Antilles, Réunion et Guyane,

les cellules Maîtrise de l'Énergie des Centres EDF de la Guadeloupe, de la Réunion et de la Guyane,

les Conseils de l'Architecture de l'Urbanisme et de l'Environnement de la Réunion, de la Guadeloupe et de la Guyane,

l'Ordre des Architectes de Guyane,

le Laboratoire de Génie Industriel de l'Université de la Réunion, le CETE-Méditerranée, Aix-en-Provence,

AFITEST, Guyane,

APAVE, Guyane,

SOCOTEC, lie de la Réunion et Guyane,

la SHLMR, Guyane,

la SCPHLM, Guadeloupe,

la SEMAC, Guadeloupe,

la SHLMR, lie de la Réunion,

le SIDR, lie de la Réunion,

la SICUY, Guyane,

la SOGURP1M, Guyane.

Madame M. Gaumé, architecte,

Madame V. Hirth, architecte,

Madame D. Lelli, architecte,

Monsieur P. Lajus, architecte

Monsieur P. Rivière, architecte,

SUNSTICE, bureau d'études,

OASIIS, bureau d'études,

Bitoutet Ingénierie, bureau d'études,

SOCETEM, bureau d'études,

Monsieur M. Abdesselam, consultant,

DMT, Guyane, le PACT, Guyane,

Société HIRONVILLE,

Sté COCIT,

Sté SGC,

Sté Saguybat.