

El presente material es un producto que nace de la investigación, el desarrollo y la extensión, que realiza el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, IIPAC (*Ex Unidad de Investigación N°2 del IDEHAB*) y el Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental, LAMbDA-λ, ambos de la FAU-UNLP. Entendemos que este manual es el resultado con el cual colaborar en el nexo entre el

desarrollo tecnológico y la difusión/transferencia al medio social, el cual está orientado a sectores sociales con necesidades básicas insatisfechas, preocupación que nos convoca en nuestras tareas cotidianas.

El material que se expone es la finalización de una etapa, a partir de la experiencia de los siguientes proyectos de investigación y Transferencia:

*Proyecto de Desarrollo de Pequeños Productores Agropecuarios, PROINDER Adicional (Período 2009-2011)*

*Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.*

*Proyecto: Aspectos proyectuales y tecnológicos en la mejora del hábitat de sectores sociales de recursos escasos. IIPAC - LAMbDA- FAU-UNLP. 2010-2013.*



**Universidad Nacional de La Plata**  
**Secretaría de Extensión**

Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Secretaría de Extensión

ISBN 978-987-595-136-5



9 789875 951365

# RECOMENDACIONES PARA LA VIVIENDA

## Ideas sencillas Recursos renovables y clima

Universidad Nacional de La Plata / Facultad de Arquitectura y Urbanismo / Secretaría de Extensión

v03



Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido, IIPAC  
(ex Unidad de Investigación N°2)

LAMdDA-A

Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental



Universidad Nacional de La Plata



Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Secretaría de Extensión Universitaria



Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET



Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura,  
Ganadería, Pesca y Alimentos



Proyecto de Desarrollo de pequeños productores Agropecuarios  
PROINDER Adicional (2009-2011)

*El material gráfico y fotográfico utilizado en este manual es de producción propia.  
Hecho el depósito que indica la Ley . ISBN: 978-987-595-136-5*

*Se han realizado la impresión de 500 ejemplares.  
Mayo de 2011*

# ÍNDICE

Introducción.....	2
1. Características del clima.....	4
2. Recomendaciones de diseño para clima templado-cálido húmedo.....	5
3. Implantación. Recomendaciones para vivienda a construir .....	6
4. Modificaciones a la vivienda existente	
a. <b>Ganancia Solar Directa (GSD)</b> .....	8
b. <b>Protección de los vientos del sur</b> .....	10
c. <b>Ubicación de horno de barro o estufa hogar</b> .....	12
d. <b>Generación de ventilación cruzada y selectiva nocturna</b> .....	14
e. <b>Incorporación de elementos de sombreado</b> .....	16
f. <b>Incorporación de sobre-techos o ventilación de los existentes</b> .....	18
g. <b>Uso de colores claros en el exterior y/o en el interior</b> .....	20
5. Tecnología solar complementaria para vivienda (a construir o existente)	
a. <b>Espacios de invernadero</b> .....	22
b. <b>Muros colectores livianos</b> .....	24
c. <b>Secaderos de ropa o de verduras y cocinas / hornos solares</b> .....	26
d. <b>Extractores de aire caliente o chimeneas</b> .....	28
e. <b>Colectores solares para calentamiento de agua</b> .....	30
f. <b>Lumiductos</b> .....	32
6. Principios físicos involucrados .....	34



# Introducción

Esta cartilla conforma uno de los resultados del proyecto: *“Desarrollo tecnológico para la mejora del hábitat de productores rurales de escasos recursos. Sistemas tecnológicos alternativos sustentables y apropiados, de calentamiento solar de agua y aire, de bajo costo, para la vivienda rural”*. Financiado por el PROINDER - Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2009 -2011). Director: Dr. Gustavo San Juan. El proyecto tiene como caso de aplicación y transferencia, a los Productores Familiares del Parque Pereyra Iraola, partido de Berazategui, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Las acciones desarrolladas en el marco de dicho proyecto, buscan la generación de respuestas teórico-prácticas en relación al hábitat rural.

En este caso particular, se buscó que las propuestas centradas en la mejora del hábitat y la generación de conocimiento, fueran posibles de apropiarse por parte de las familias.

El objetivo propuesto por los productores del Parque fue *“Recibir asesoramiento técnico para la mejora de sus viviendas, realizar de manera conjunta respuestas útiles, concretas y aplicables y no proyectos ambiciosos, difíciles de concretar”*<sup>1</sup>.

A modo de respuesta, se pensaron mejoras sencillas y prácticas que cada familia pueda abordar con facilidad. Este trabajo es parte de un conjunto mayor de herramientas desarrolladas, que incluyen cursos de capacitación para la autoconstrucción de tecnologías y la mejora del hábitat, cortometrajes de

documentación de las experiencias desarrolladas en el campo de la transferencia de tecnologías apropiadas, manuales de autoconstrucción de sistemas de calentamiento de agua y aire solares, folletos explicativos, entre otros.

Las propuestas de mejora hacen hincapié en: **i. la facilidad constructiva, ii. el bajo costo del equipo y iii. el uso de energías renovables.**

Para el abordaje de este último punto, se toma en consideración el concepto de arquitectura bioclimática<sup>2</sup> y sus pautas de diseño para nuestro clima. El uso de energías renovables en el hábitat rural de escasos recursos, es un tema poco abordado, que puede ser un aporte innovador y relativamente sencillo de implementar.

**La cartilla se estructura en dos secciones:**

**A.** Modificaciones a la vivienda existente, basadas en las pautas de diseño bioclimático para clima Templado cálido-húmedo (*clasificación IIIb, según norma IRAM 11.603*).

**B.** Tecnologías complementarias, posibles de incorporar a la vivienda existente, utilizando energías renovables y tecnología apropiada.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> En respuesta a esta demanda, las propuestas establecidas tienen como objetivo la facilidad constructiva, un relativo bajo costo y el uso de energías renovables, en concordancia con el concepto de Tecnología Apropriada. Dichas propuestas aportan a la construcción del concepto de producción social del hábitat (PSH) en tanto que promueven la generación de conocimiento como herramienta para la auto-generación de recursos económicos, tecnológicos y productivos.

<sup>2</sup> La arquitectura bioclimática es aquella arquitectura que tiene en cuenta el clima y las condiciones del entorno para ayudar a conseguir el confort higro-térmico interior y exterior. Involucra y juega –exclusivamente- con el diseño y los elementos arquitectónicos, sin utilizar sistemas mecánicos (los que son considerados sólo como sistemas de apoyo). El diseño de los edificios debe realizarse teniendo en cuenta el entorno y las orientaciones favorables y aprovechando los recursos naturales disponibles como: el sol, la vegetación, la lluvia y el viento, en procura de la sustentabilidad del medioambiente.

<sup>3</sup> El estudio y mejoramiento de la tecnología constructiva (estructura y materiales) de la vivienda podría ser el tercer ítem a tener en cuenta, ya que un porcentaje significativo de los conflictos planteados por los productores rurales responden a este tema. En esta cartilla no ha sido abordado debido a que excede los temas involucrados en este Proyecto de Investigación. No obstante, no se descarta la posibilidad de desarrollarlo en trabajos futuros.

*Cabe aclarar que la incorporación de sistemas solares para calentamiento de aire durante el período invernal, la generación de aire fresco para el verano y la incorporación de cualquier sistema pasivo en general, implica la mejora de las condiciones térmicas de la envolvente edilicia, persiguiendo el principio de conservación de la energía. Dicho de otro modo, cualquier edificio que pretenda auto-sustentarse utilizando energías renovables necesita de una envolvente edilicia que haga eficiente el uso de estas energías.*

## Características del clima

Para saber cómo un edificio se comportará durante su vida útil y en consecuencia, cómo mejorarlo, será necesario conocer las características del lugar y el clima.

El Parque Pereyra Iraola, se encuentra ubicado en la siguiente región:

Zona Bioambiental III (subzona IIIb)

Templado Cálido Húmedo.

Ubicación: Lat. 34° 55' Sur; Long. 57° 56' Oeste;  
Altura Sobre Nivel del mar: entre 0 y 20 m.

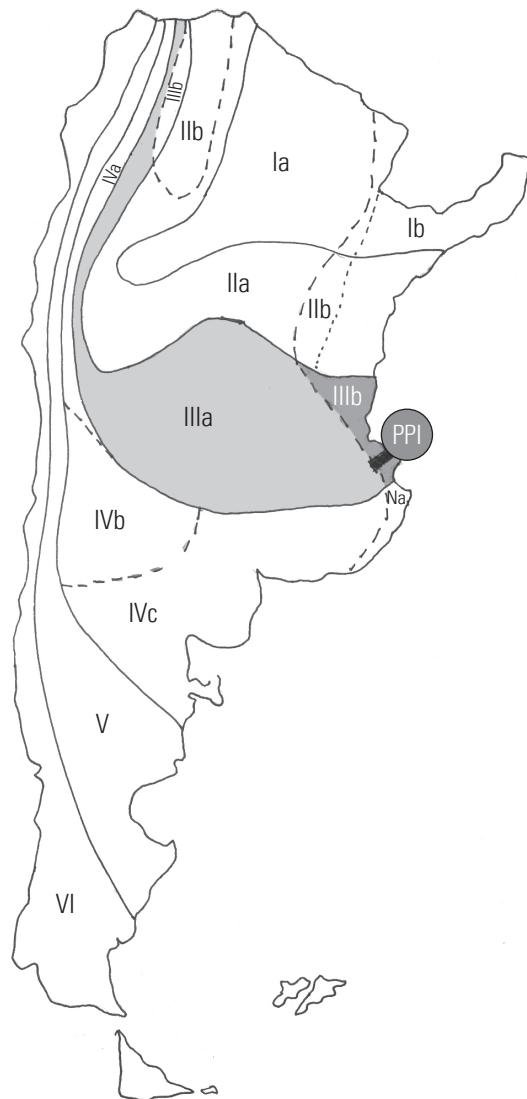
En el gráfico puede observarse la extensión que ocupa esta región.

El período de verano es relativamente caluroso, presentando temperaturas medias entre 20 °C y 26 °C, con máximas que superan los 30 °C, en la porción oeste.

El período de invierno no es muy frío, presentando temperaturas medias entre 8 °C y 12 °C, y con mínimas que rara vez alcanzan los 0 °C.

Ésta se subdivide en dos zonas según las amplitudes térmicas: mayores a 14 °C (Subzona IIIa) y menores a 14 °C, (Subzona IIIb).

Las áreas costeras o ribereñas presentan los mayores porcentajes de humedad relativa. (Norma IRAM N° 11.603)



## Recomendaciones de diseño para clima templado-cálido húmedo

Las pautas de diseño bioclimático adoptadas para esta zona son las siguientes:

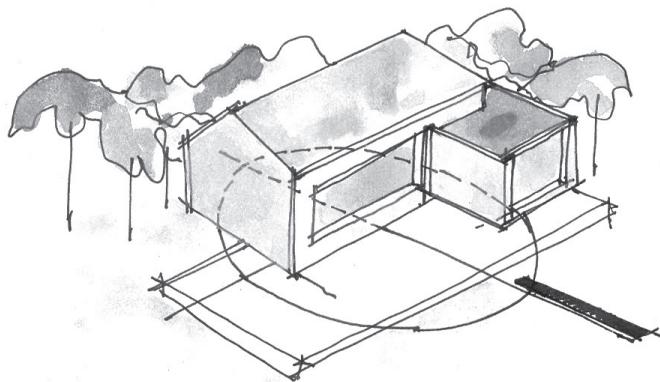
VERANO	EXTERIORES	INVIERNO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar elementos de sombra, en lo posible vegetación de hoja caduca.</li> <li>• Favorecer la ventilación en torno al edificio (N-NE-E).</li> <li>• Evitar la sobrecarga de calor en muros y techos.</li> <li>• Evitar el aumento de la humedad con espejos de agua cercanos al edificio.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteger al edificio de los vientos del cuadrante SO-S-SE.</li> <li>• Favorecer el asoleamiento del edificio y su entorno.</li> <li>• Evitar el aumento de la humedad del aire circundante.</li> <li>• Evitar las corrientes de aire provocadas por la proximidad entre edificios (efecto Venturi).</li> </ul>

VERANO	INTERIORES	INVIERNO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar el ingreso de sol en los ambientes.</li> <li>• Prever el uso alternado de ventilación cruzada y selectiva en función de días cálidos húmedos o poco húmedos.</li> <li>• Favorecer la extracción del aire caliente y vapores del interior del edificio.</li> <li>• Prever materiales con una leve inercia térmica (máscos), en muros y/o pisos interiores.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir el máximo asoleamiento en los ambientes de mayor uso.</li> <li>• Evitar la acumulación de humedad generada por vapor de cocinas y baños en el interior del edificio.</li> <li>• Minimizar las pérdidas de calor por paredes, pisos, techos y ventanas.</li> </ul>

# Implantación. Recomendaciones para vivienda a construir

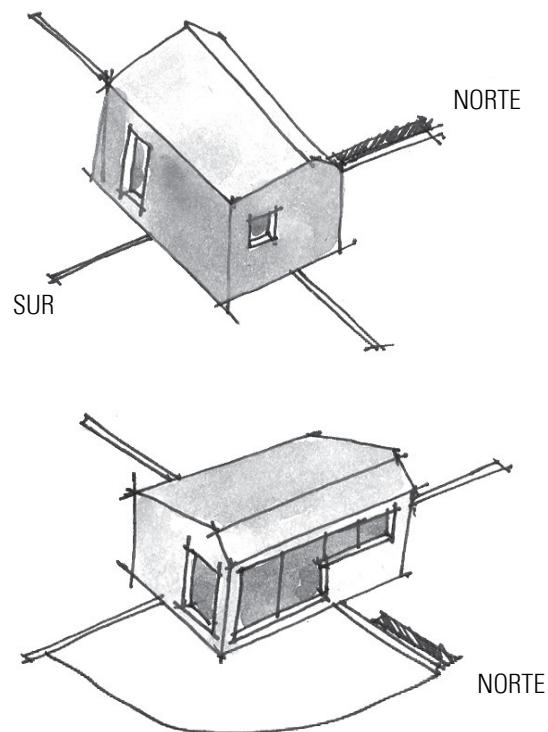
## Orientar los ambientes de mayor uso de la vivienda con sus caras perpendiculares al norte.

Cuanto mayor superficie vidriada mirando al norte tengamos (*lo óptimo es perpendicular al norte*) mayor será la captación de radiación solar que obtendremos en el interior de la vivienda, la cual es muy útil para calefaccionar en invierno. Tener en cuenta que esa misma superficie vidriada ocasionará pérdidas térmicas durante la noche. En general los terrenos en la ciudad se encuentran ubicados con sus lados mirando al noreste o noroeste (*medio rumbo*). Por lo cual es probable que la vivienda quede girada 45° respecto al terreno. Pero en el ámbito rural esto no es un impedimento, debido al tamaño de las parcelas.



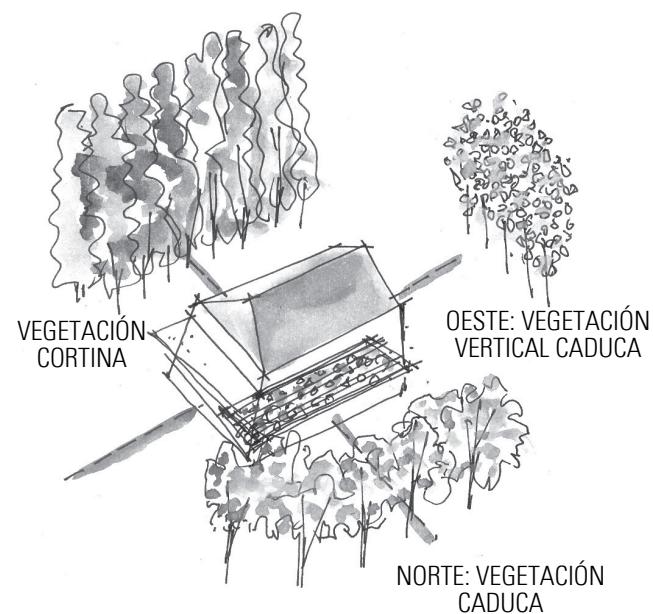
## Envolverte caras "cerradas" / caras "abiertas".

Además de la orientación se deberían tener en cuenta las características de la envolvente, buscando tener caras más cerradas (*sin ventanas*) hacia el oeste (*muy caluroso en el verano*) y el sur (*muy frío y húmedo en invierno*), y caras más abiertas (*con ventanas*) hacia el este y norte (*favorecen el asoleamiento*).



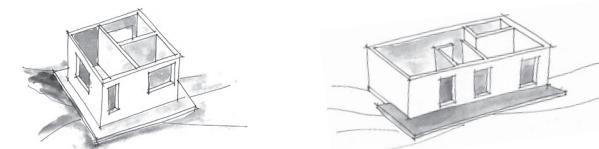
## La vegetación circundante.

Es importante tener en cuenta las características de la vegetación existente o incorporar al terreno, ya que puede favorecer o ser un obstáculo. Hacia las caras norte, noreste y noroeste la vegetación debe ser caduca. Hacia el oeste es conveniente vegetación con copa en forma alargada y hacia el sur que forme una "cortina contra vientos", con vegetación perenne.



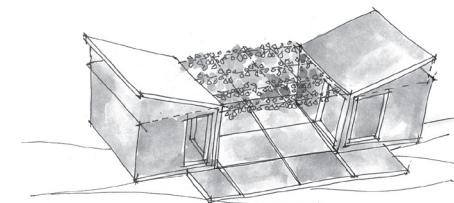
## Vivienda compacta / dispersa.

Existen numerosas maneras de organizar una vivienda, la más utilizada es la compacta, esto tiene como ventaja que existe menor superficie de paredes y techos en contacto con el exterior (*menor pérdida de calor*). Como desventaja, es difícil orientar todos los espacios para la mayor ganancia solar (*norte*).



## Otras posibilidades son:

Una vivienda alargada, con todos los espacios orientados al norte; o una vivienda fragmentada en dos sectores formando un patio (*puede ser abierto o cerrado*). En este último caso, el espacio entre sectores es muy rico en nuestro clima, ya que en verano es muy utilizado para diferentes actividades (*la tradicional galería*), y en invierno el mismo puede cerrarse o utilizarse como invernadero.



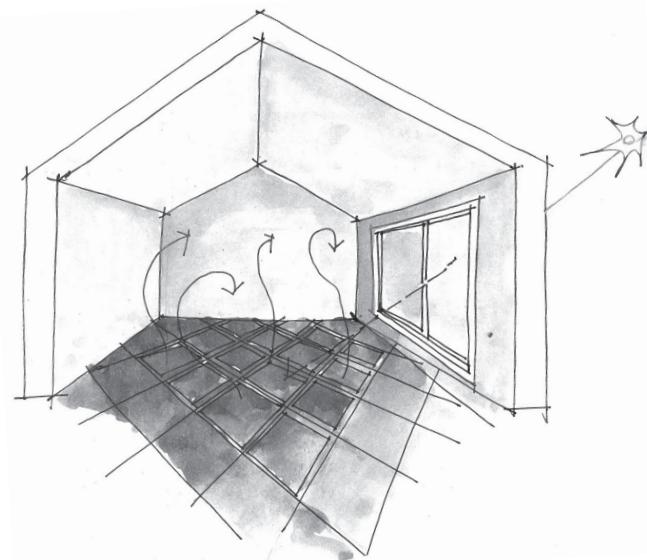
# Modificaciones a la vivienda existente

## Ganancia Solar Directa (GSD)

\* Para el invierno

La radiación solar, es un recurso eficaz para la generación de calefacción en una vivienda.

Ésta se produce a través del uso de ventanas, correctamente orientadas, las cuales favorecen el paso de la radiación calentando el aire interior, los muros, los pisos, las paredes y los objetos en el interior de la vivienda. Esto aumentará si los mismos son de materiales rugosos, de color oscuro y con masa térmica.

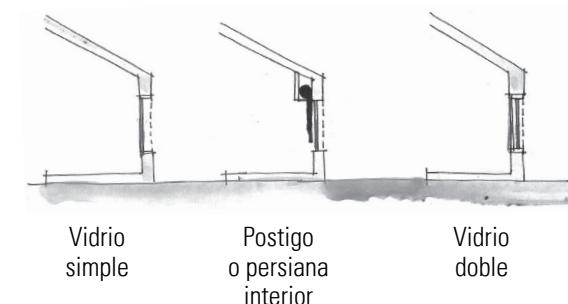
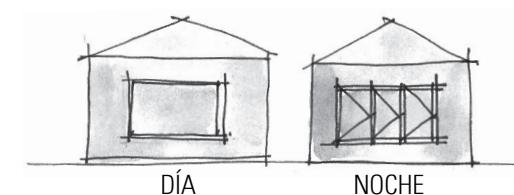
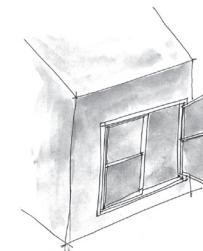


Cuanto mayor sea el porcentaje de la superficie vidriada, mayor será el paso de radiación, pero el uso de vidrio tiene la desventaja que por su alta conductividad térmica<sup>4</sup> (k) también genera pérdidas de calor, o sea permiten que el paso del calor generado en el interior se pierda hacia afuera, cuando hay menor temperatura que en el interior.

La utilización de este recurso, tiene algunas desventajas, en primer lugar el costo de las ventanas y en segundo lugar la pérdida de calor e infiltración de viento frío. Esto provoca que en las viviendas autoconstruidas se utilicen pocas ventanas.

Para revertir estas desventajas será necesario que las ventanas cuenten con postigos, persianas o tapas para evitar durante la noche la pérdida del calor generado, o utilizar ventanas con doble vidriado hermético que si bien reducen en cierta medida la ganancia de radiación, son apropiadas para evitar la pérdida de calor.

<sup>4</sup> La conductividad térmica (K) es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor, se mide en W/(Km) es:  $W/m^2°C$ . La conductividad térmica del vidrio es 0,6-1,0 W/(Km). Es:  $W/m^2°C$ .

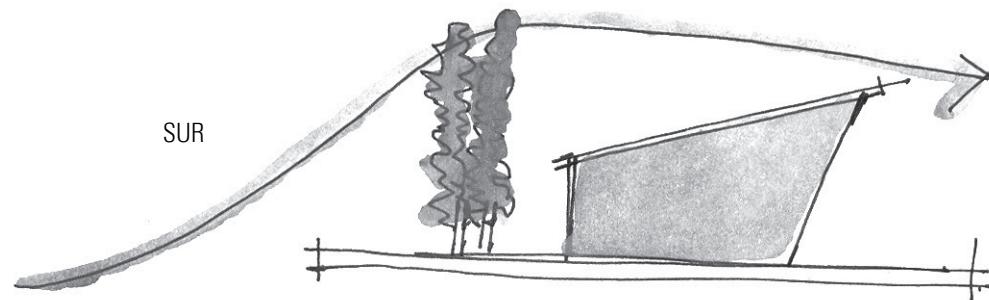


## Protección de los vientos del Sur

\* Para el invierno

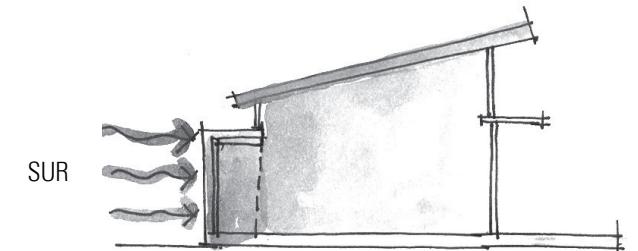
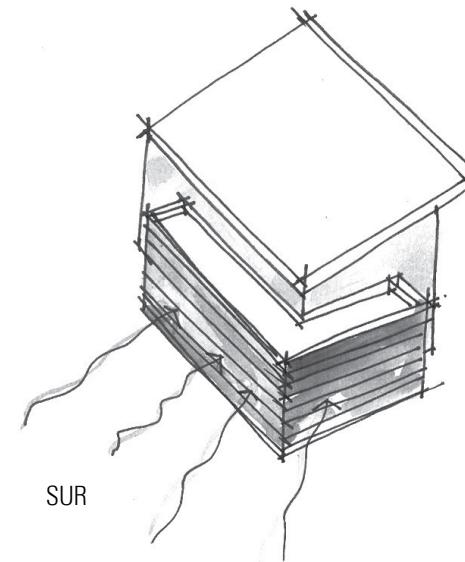
En nuestro clima y más aún en zonas descampadas, es necesario cerrar y/o proteger la vivienda de los vientos fríos invernales provenientes del sur, sudeste y sudoeste.

Esta protección puede realizarse mediante la utilización de vegetación perenne como "cortina de vientos". Otra protección que puede realizarse, complementaria o no a la cortina de vientos, es generar en la vivienda lugares de guardado (*interiores para guardado de ropa y exteriores para guardado de herramientas*), o espacios de servicios (*baño, cocina, lavadero*), o alacenas para el guardado de alimentos en la cara sur de la vivienda generando así un "fuelle" entre el muro existente y el ambiente exterior.



Estos espacios o lugares de guardado podrían resolverse con cualquier tipo de tecnología constructiva, ya que lo importante es mantener en resguardo el muro que actualmente es exterior, sin asoleamiento y con permanente incidencia de vientos fríos.

Por último, es aconsejable minimizar, en cantidad y en superficie, las ventanas y puertas hacia esa orientación.



### Ubicación de horno de barro o estufa hogar

\* Para el invierno

Muchas familias utilizan la leña como medio de cocción y/o de calefacción. Los braseros en general están ubicados fuera de la vivienda, pero si se encuentran en el interior, es imprescindible asegurar la correcta evacuación de humos.

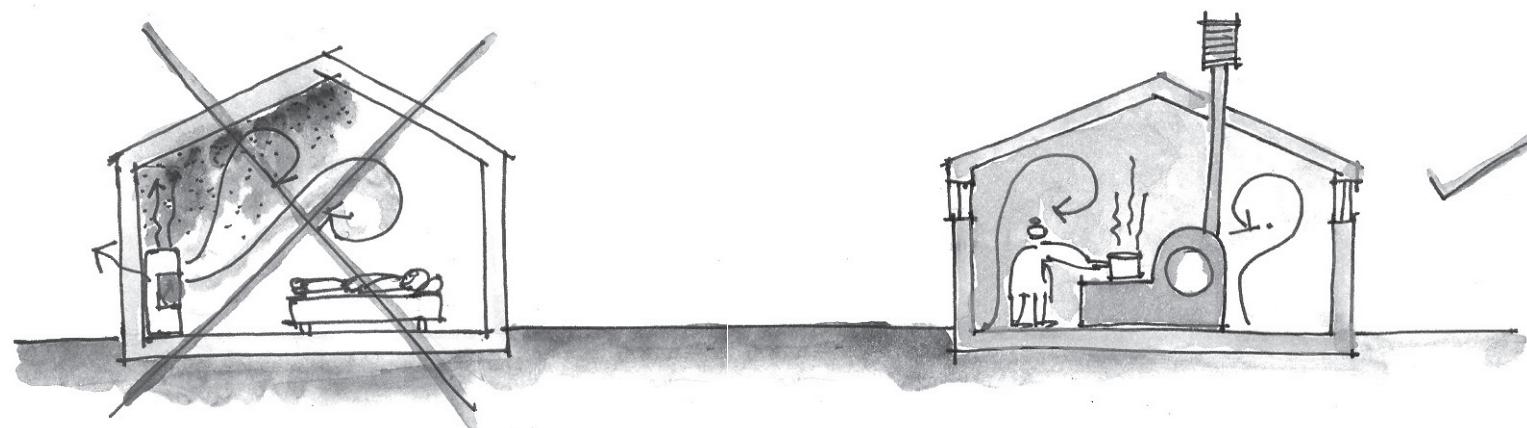
La utilización de estos sistemas con tiraje apropiado, puede también aportar calor para calefaccionar.

En estos casos es aconsejable evitar el contacto de la estufa hogar con el exterior o paredes exteriores, ubicándolos en un lugar central de la vivienda. Esto permite aprovechar el calor que acumulan.

Existen diversos modelos de cocinas y hornos de barro, que pueden ubicarse en el interior de una vivienda, muy sencillos de construir y con consumo eficiente de leña.

La Unidad Integral de Cocina y Horno Eficiente (UICHE) fue desarrollada y transferida en comunidades rurales de Tucumán (Garzón y Abregú, 2005).

Ésta puede ser una de las opciones a incorporar, por tratarse de una tecnología apropiada, de bajo costo, auto-construible y eficiente en el consumo de leña.



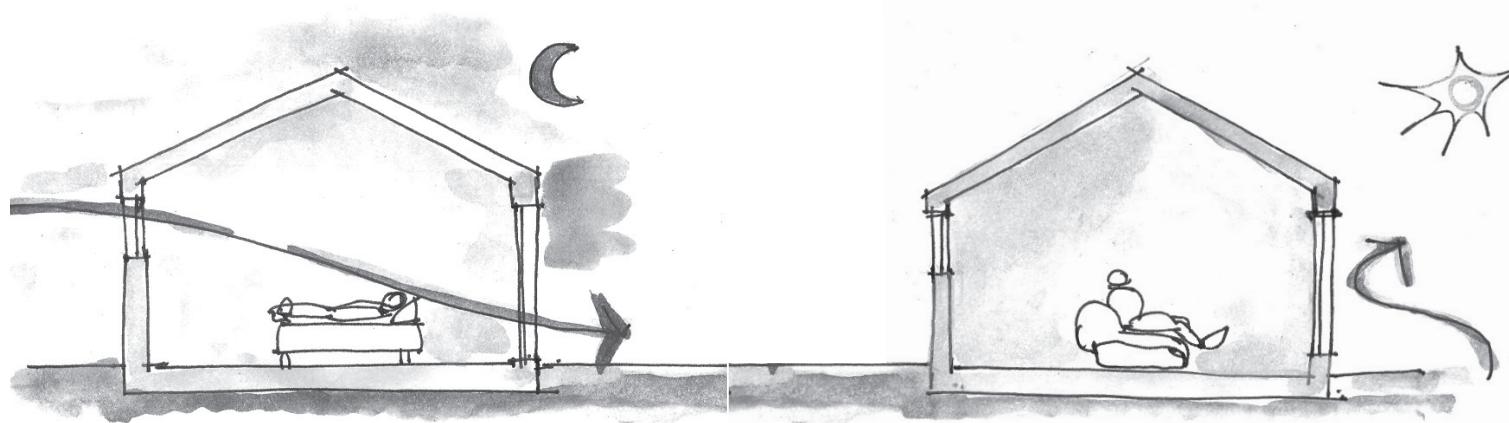
### Generación de ventilación cruzada y selectiva nocturna



Para el verano

Una de las recomendaciones más importantes para nuestro clima es el refrescamiento en verano a partir de ventilación cruzada, para permitir la ventilación natural de los espacios interiores.

Abriendo dos ventanas enfrentadas entre sí, el aire dentro del edificio puede moverse de manera natural, debido a las diferencias de temperatura y presión de las masas de aire o por incidencia de las brisas exteriores.



Si la ventilación además es selectiva (*se pueden abrir y cerrar las ventanas según el caso*) durante las noches de verano, se permite la entrada de aire fresco a través de ventanas ubicadas en una de las caras laterales, el cual circula por el interior de la habitación arrastrando el aire caliente que sale por ventanas ubicadas en la cara lateral opuesta, preferentemente cerca del techo (*ya que el aire más caliente tiende a ascender*)

Durante el día se aconseja cerrarlas para evitar el ingreso de aire caliente a la vivienda. Esta es una recomendación muy fácil de aplicar, ya que es relativamente sencillo incorporar pequeñas ventanas (*enfrentadas a las existentes*) y generar así ventilación cruzada y selectiva, con una incidencia mínima respecto a la situación actual.

Se destaca además el bajo costo de realización de esta propuesta de mejora, ya que pueden auto construirse ventanas con madera o recicladas.

## Incorporación de Elementos de Sombreo



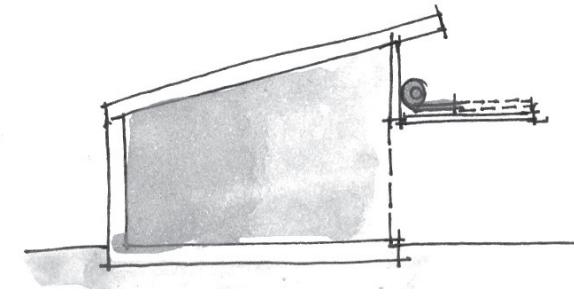
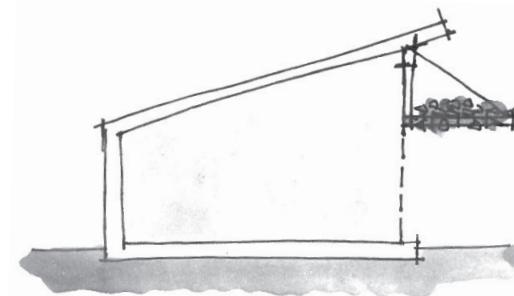
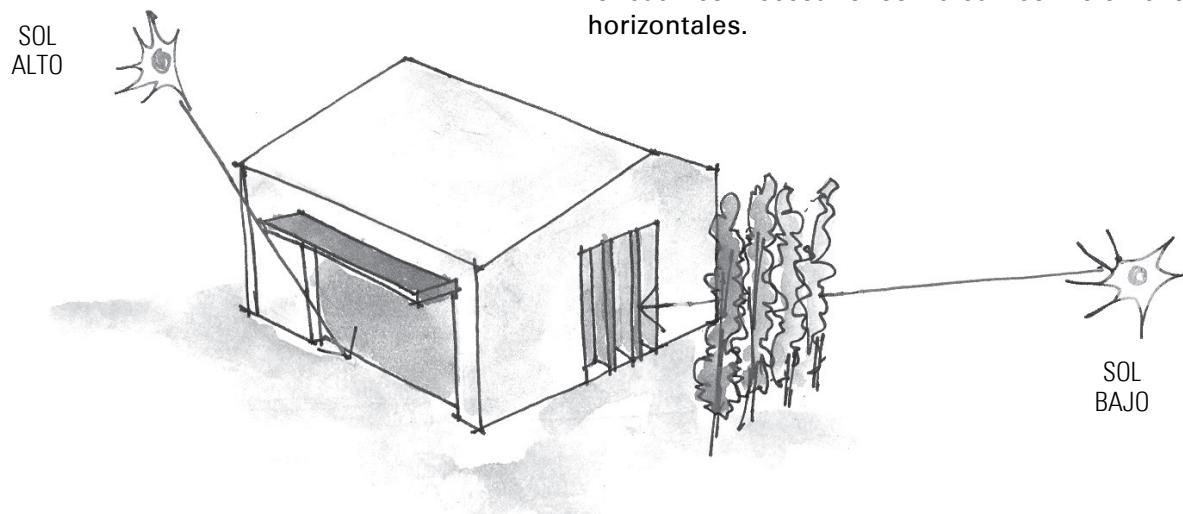
Para el verano

Se puede reducir notablemente la temperatura interior de la vivienda a partir de sombrear los muros, techos, pisos y ventanas, así como también los espacios exteriores, próximos a la vivienda.

Este sombreado se puede materializar de manera sencilla mediante la utilización de árboles, pérgolas y/o parasoles (de madera, caña, "media sombra", con o sin enredaderas).

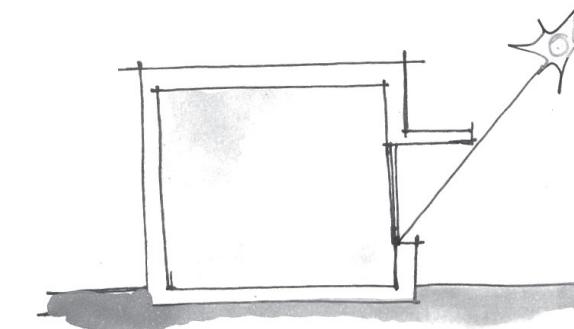
Lo importante en este caso radica en saber que, según la ubicación que tiene el sol en los diferentes momentos del día, es necesario utilizar diferentes elementos según esta condición.

Por ejemplo en nuestra ubicación geográfica, al mediodía el sol se ubica de manera "alta"<sup>5</sup> por lo cual es necesario sombrear con elementos horizontales.



Durante la tarde y el atardecer, el sol va bajando hasta ubicarse de modo "bajo", para lo cual se necesitaran elementos de sombreado verticales.

Otro aspecto sustancial en nuestro clima es que se necesita sombra en verano, pero permitiendo asoleamiento en invierno. Entonces si se utiliza vegetación, la misma deberá ser de hoja caduca, y si es a través de otro elemento como "media sombra", el mismo debe ser retirado en invierno. Asimismo, en verano el sol proveniente del oeste es intenso, por lo cual es imprescindible evitar el acceso del mismo al interior de la vivienda. Esto puede evitarse reduciendo las ventanas hacia esta orientación o con elementos verticales próximos a la vivienda (por ejemplo árboles de forma tubular) o parasoles verticales en ventanas.



Todo tipo de sombreado debe realizarse desde la parte exterior de la vivienda, no mediante cortinas interiores, ya que una vez que el sol atraviesa el vidrio se convierte en calor.

<sup>5</sup> A una latitud de 35° Sur, en Diciembre a las 12:00 hs. el sol tiene un ángulo de 78° con respecto a la horizontal del suelo, a las 9:00 hs. y 15:00 hs., es de 50°.

### Incorporación de sobre-techos o ventilación de los existentes

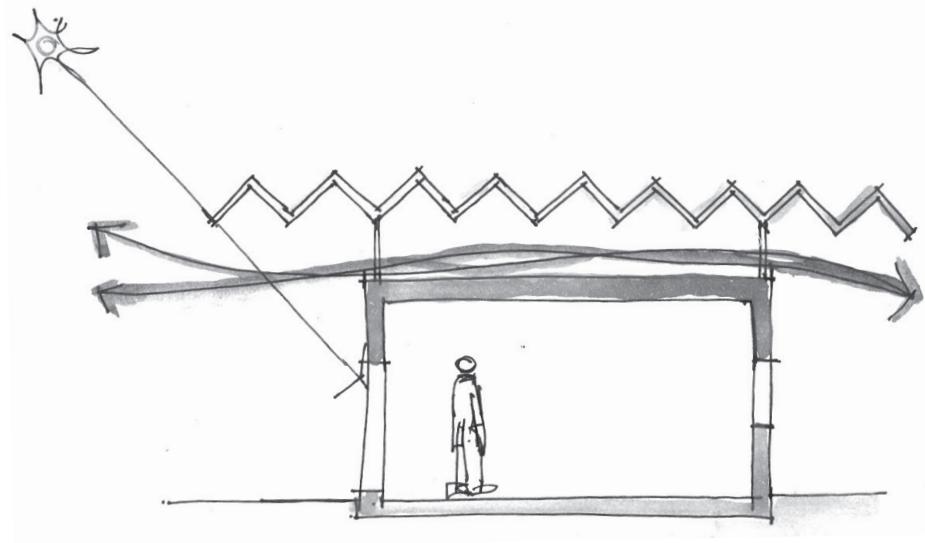


Para el verano

La realización de un “techo de sobra” sobre el existente, puede ser una solución a dos problemas: por un lado el sombreado, reduciendo la carga térmica sobre el techo existente; y por otro evitar infiltraciones de agua debidas a roturas en el techo.

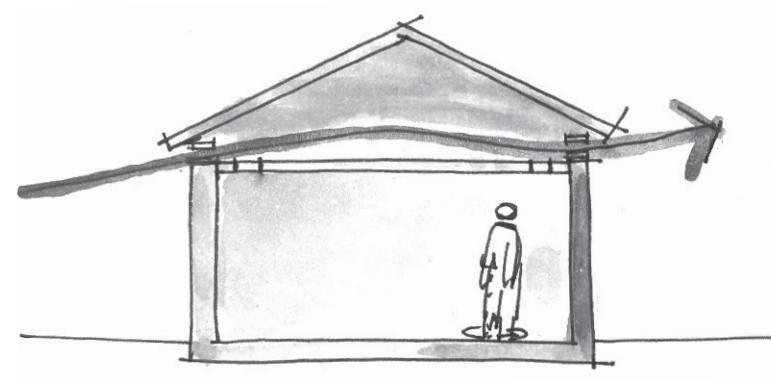
Esta opción es muy útil para las viviendas con techo de losa, ya que la carga térmica en ellas es muy elevada (*la losa se calienta mucho durante todo el día por la incidencia solar*) y las filtraciones son difíciles y costosas de reparar.

Esta solución no sólo impide el calentamiento del techo sino que también permite la ventilación, refrescando el aire contenido entre los dos techos.



En el caso de la existencia de techo y cielorraso suspendido, existe la posibilidad de ventilar el espacio entre ambos mediante la incorporación de pequeñas rejillas, permitiendo la recirculación del aire interior.

La existencia de techo y cielorraso no es muy frecuente en las viviendas de sectores de escasos recursos, pero es una opción a tener en cuenta en las viviendas que tienen techo de chapa sin aislaciones.



### Uso de colores claros en el exterior y/o en el interior

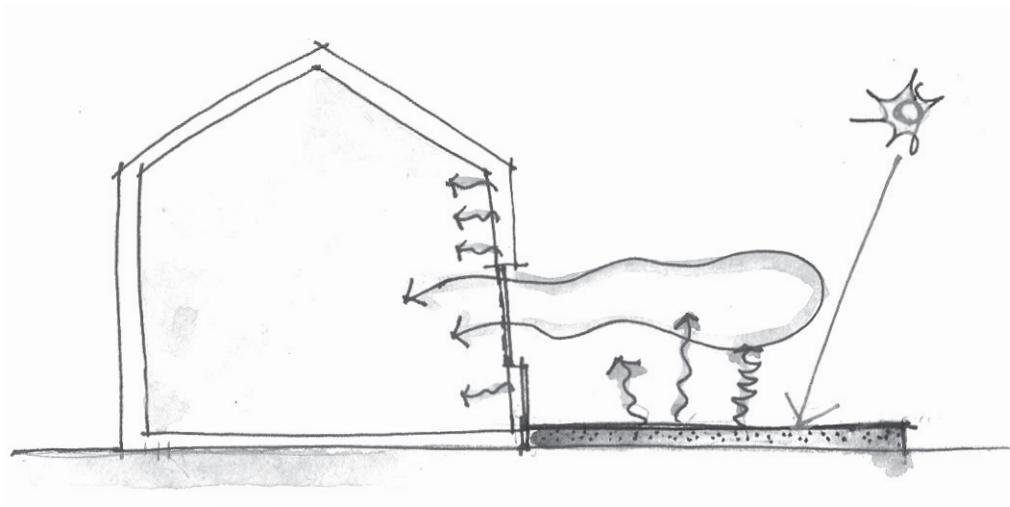


*Para el verano*

Los colores oscuros absorben la radiación y los colores claros la reflejan, las situaciones extremas corresponden a una superficie negra y una superficie espejada, metálica o blanca.

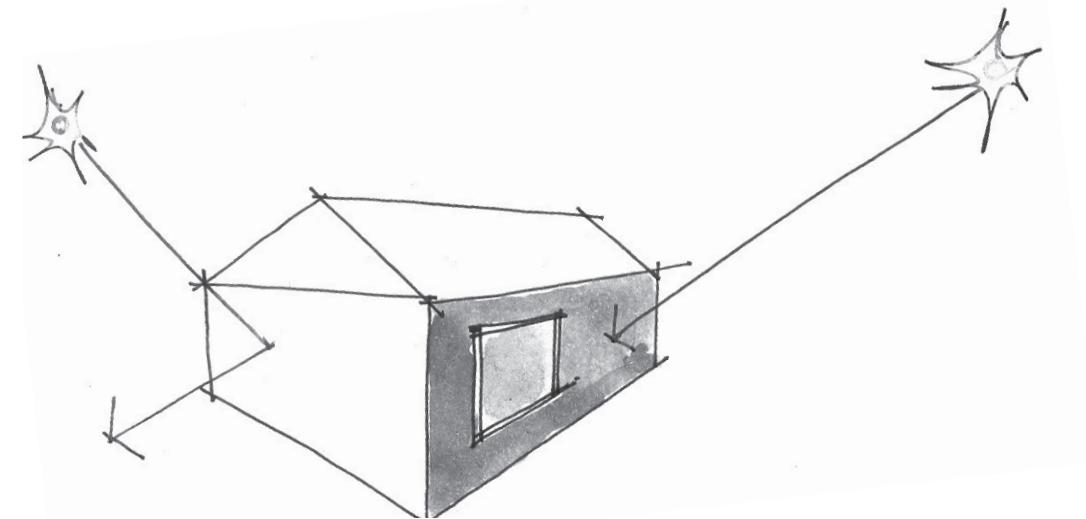
En verano, es necesario evitar el calentamiento de las paredes, el piso o techo, por lo cual es aconsejable pintarlos de un color claro, preferentemente blanco, para evitar la absorción de la radiación solar.

Esta recomendación es fundamental para las caras exteriores de la vivienda, que son las que recibirán la exposición máxima al sol.



En caso de que se desee pintar los muros y pisos exteriores de colores oscuros, es recomendable que sean las que no reciben radiación o se encuentran en sombra.

Además de la pintura tipo latex, puede utilizarse pintura a la cal, que es de relativo bajo costo.



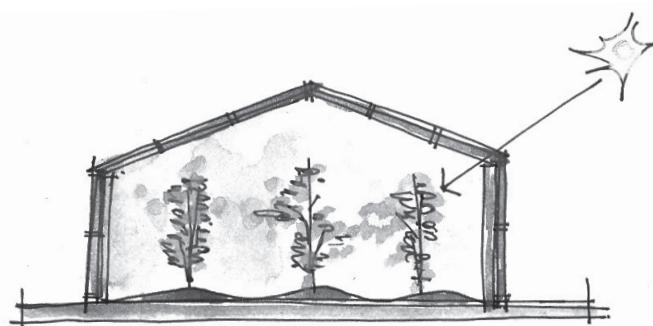
# Tecnología solar complementaria para vivienda (a construir o existente)

## Espacios de invernadero

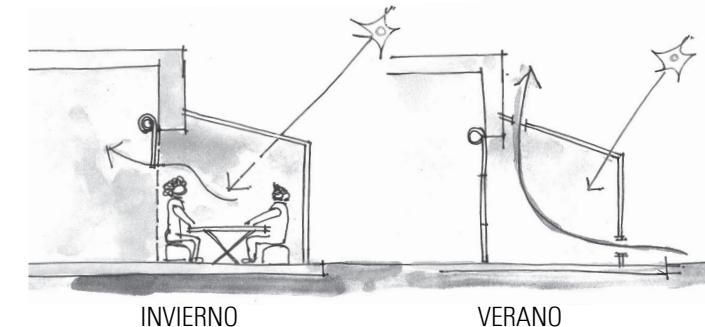
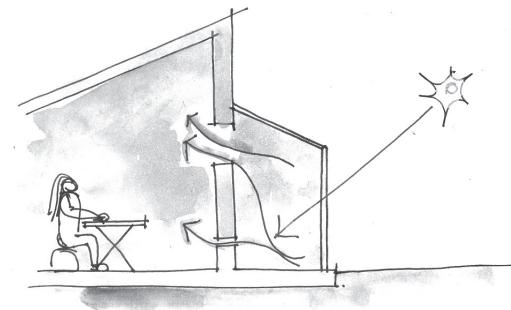
En este caso la propuesta consta en la incorporación de un invernadero, como espacio fuelle entre las habitaciones y el exterior.

La generación de aire caliente en el interior de estos espacios se produce mediante el principio de efecto invernadero<sup>6</sup>.

El invernadero es un sistema de vidrio o plástico, muy utilizado en la región, para la producción hortícola y florícola a mayores temperaturas que las exteriores.



<sup>6</sup> Principio de efecto invernadero: se produce cuando la energía solar de onda corta (es decir, frecuencia más alta) atraviesa una superficie transparente y es absorbida por un cuerpo negro. Este cuerpo se calienta e irradiará longitudes de onda larga, las cuales no pueden atravesar el vidrio y quedan atrapadas.



Por tratarse de un espacio generador de calor, el mismo puede estar anexo a la vivienda como espacio de uso, siendo un ámbito confortable en épocas de invierno (por ejemplo como comedor o invernáculo para plantas aromáticas, etc.)

Esta solución es muy apropiada debido a su facilidad de construcción, el bajo costo que requiere y a las altas temperaturas interiores que se obtienen.

En mediciones realizadas en el período invernal en diferentes viviendas del Parque Pereyra Iraola (PPI), se observó que el único espacio en confort (18°C a 22°C) durante el día, era un comedor conformado por este tipo de tecnología.

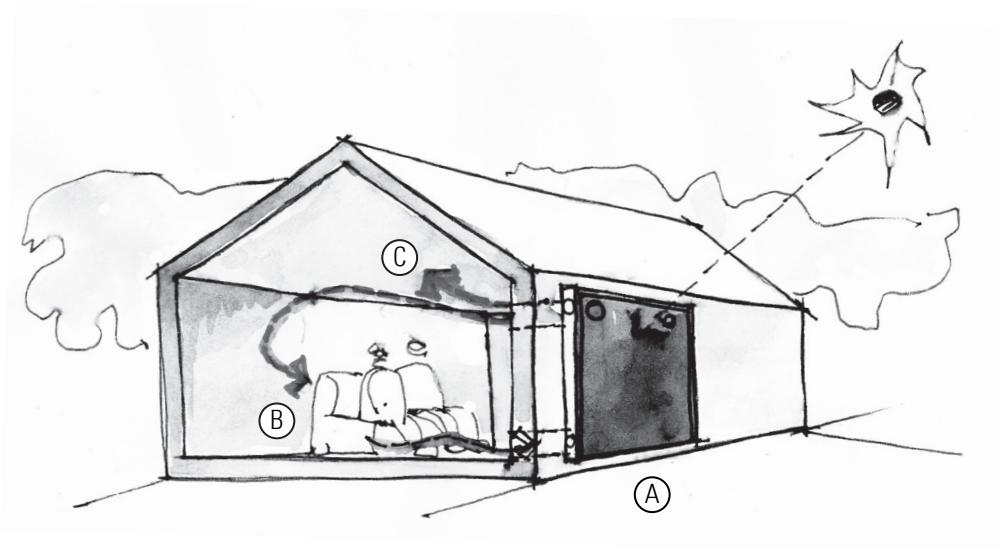
Muchas de las viviendas del Parque utilizan esta solución demostrando que es una propuesta muy sencilla de aplicar. Estos espacios deben ser los de uso diario, ya que durante la noche el aire templado interior baja su temperatura (a la misma que en el exterior), debido a la alta conductividad del material (vidrio o nylon).

Es necesario por lo tanto cerrar la comunicación con el espacio interior contiguo. A su vez, en verano debe estar completamente ventilado y/o sombreado, para evitar el sobrecalentamiento.

### Muros Colectores Livianos

La generación de aire caliente para calefaccionar en invierno, también puede resolverse mediante la incorporación de muros colectores o estufas solares, los cuales pueden ser livianos o pesados.

El sistema consiste en un bastidor o caja, con tapa transparente, donde se genera efecto invernadero calentando el aire contenido.



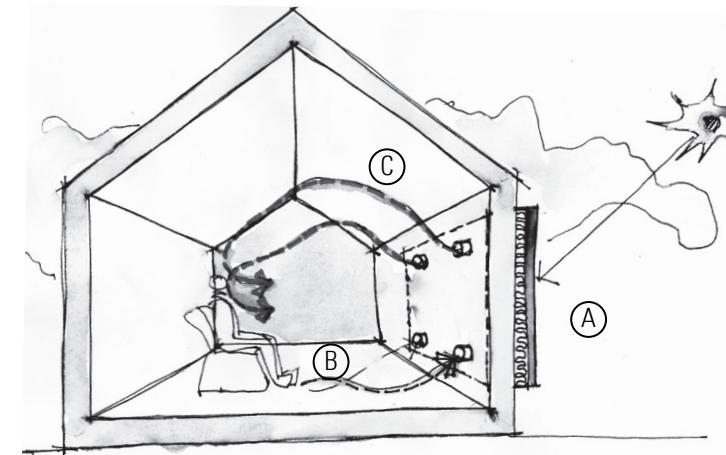
Este proceso de calentamiento es mejorado por un elemento absorbedor (*chapa negra, viruta metálica, helicoides de chapa, etc.*) logrando aumentar la temperatura en el interior de la caja.

El sistema se conecta al espacio interior de la vivienda, a través de pequeñas ventanillas superiores e inferiores, donde el aire de la habitación circula por ellas de abajo hacia arriba calentándose por la radiación solar incidida sobre la superficie transparente.

El IIPAC ha desarrollado muros acumuladores pesados (*MAC*) y colectores livianos.

Además, la calefacción puede realizarse con una opción más económica aún de la siguiente manera: a un muro existente previamente pintado de color negro, incorporar un marco de madera que sostenga una superficie de polietileno transparente de alta densidad (*utilizado por los productores para los invernaderos*), luego se realizan dos orificios en la parte superior del muro y dos en la parte inferior, como muestra la figura.

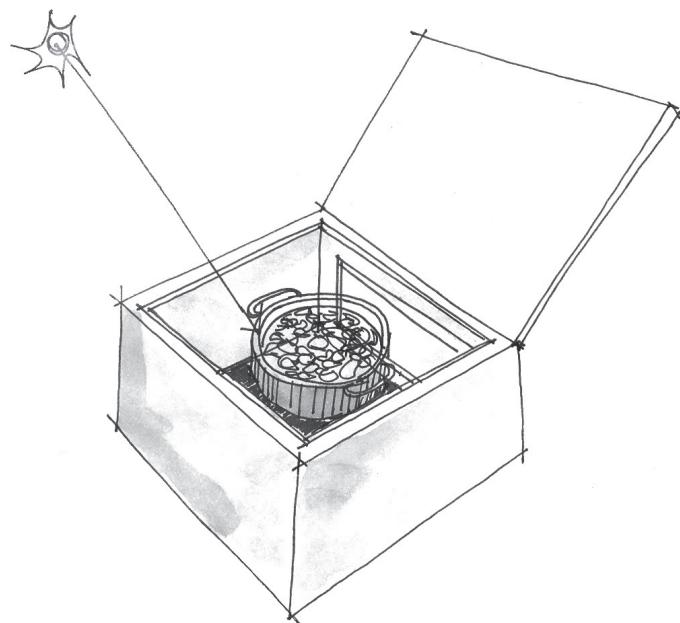
De este modo se transforma un muro existente en un muro colector de aire pesado, ya que el elemento absorbedor en este caso es el muro negro o de color muy oscuro.



### Secaderos de ropa o de verduras y cocinas / hornos solares

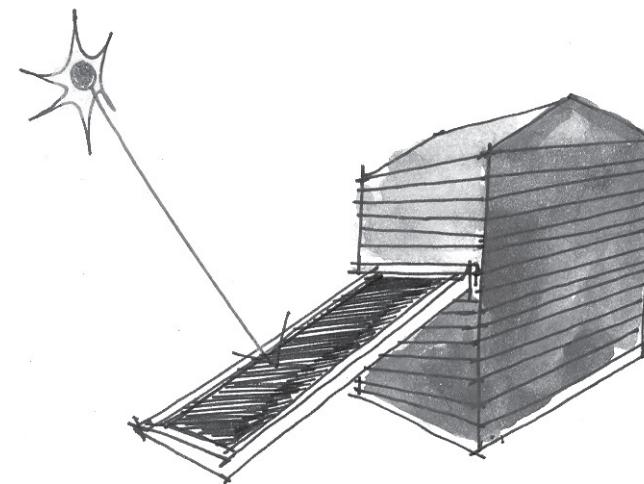
En los hornos solares, secaderos de verdura y/o ropa, se involucra el principio el efecto invernadero ya explicado con anterioridad (*además de los principios de transferencia de calor*).

Un horno solar esta conformado por una caja, aislada térmicamente, forrada en el interior por un material reflejante y con una tapa transparente, el cual en su interior genera altas temperaturas.



Un secadero de verduras, consta de un colector con similares características y una caja que contiene las verduras, por donde pasa el aire caliente que las va secando. Un secadero de ropa es un pequeño invernadero, donde se ubica la ropa a secar.

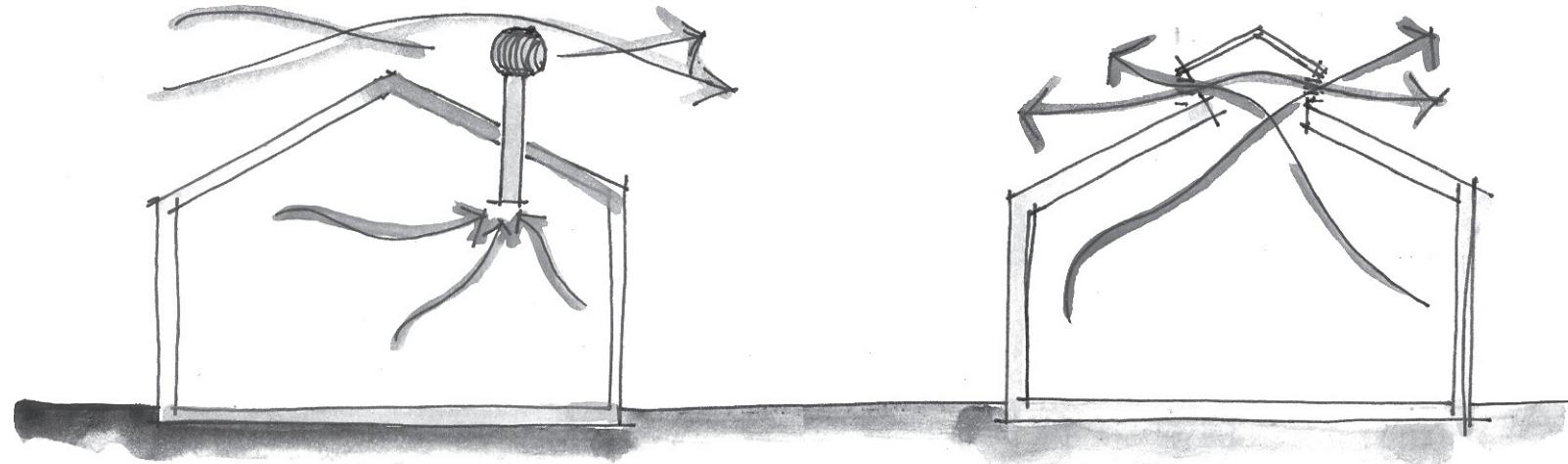
Estos equipos además de la utilidad que tienen en sí mismas, podrían estar conectados a las viviendas y ser aprovechados como generadores de calor en el invierno.



**Extractores de aire caliente o chimeneas**

La extracción del aire caliente y vapores del interior del edificio puede favorecerse mediante ventilación cruzada generada por medios mecánicos, o también por medios pasivos o sea sin consumo de energía.

Esta situación se refiere a la incorporación de extractores eólicos, ubicados en zonas donde las brisas sean favorables, conectados al interior del edificio a través de las paredes o los techos.



Otra opción para la extracción de aire caliente puede ser modificar la cumbrera de los techos para transformarla en chimenea, que mediante el paso de las brisas a través de ella, succione el aire caliente del interior hacia el exterior.

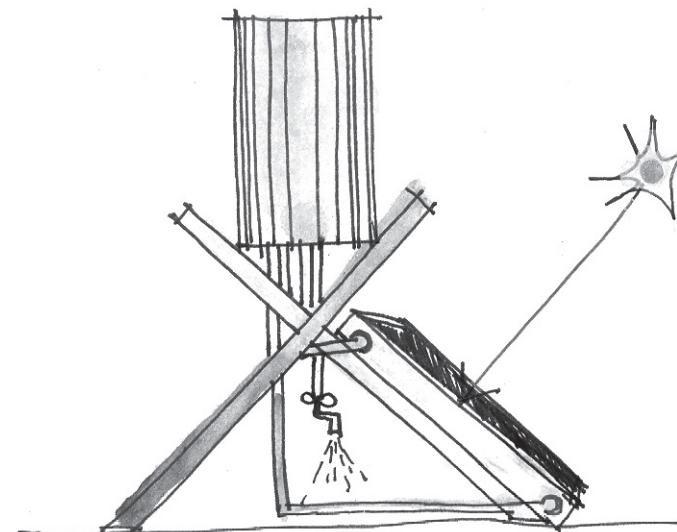
### Colectores solares para calentamiento de agua

Existen diversas soluciones tecnológicas para el calentamiento de agua con energía solar. Para esta publicación se adopta el modelo desarrollado por nuestro equipo (IIPAC) y transferido a la comunidad del PPI, entre otras.

Un colector solar para calentamiento de agua o calefón solar, es un equipo que consta de tres partes: un tanque acumulador aislado térmicamente; una caja aislada con tapa transparente; y una superficie absorbente que puede ser una parrilla de caños por donde pasa el agua y se produce el calentamiento por transferencia de calor.

Todo el sistema forma un circuito cerrado, el cual puede funcionar de manera autónoma o conectarse al sistema de calentamiento de agua existente en la vivienda.

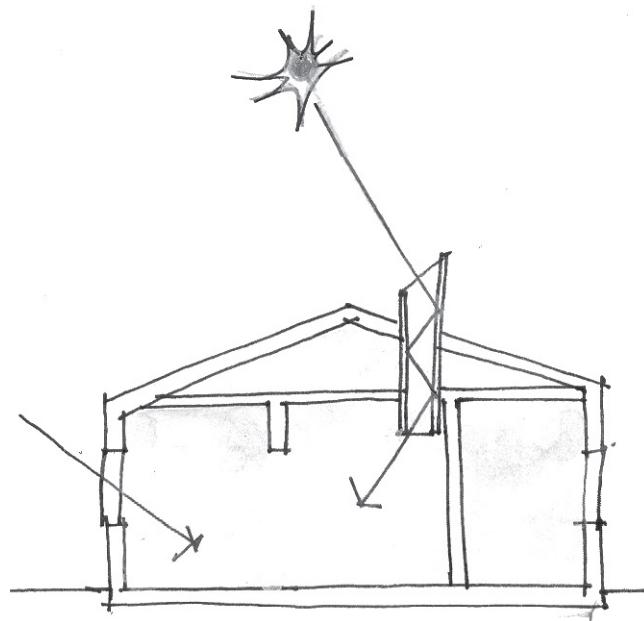
Las características que destacan al prototipo desarrollado por el IIPAC son: la utilización de caños de polietileno negro para la superficie absorbente, que puede realizarse reciclando materiales, por autoconstrucción de manera sencilla, con materiales y herramientas hogareñas o de amplia disponibilidad en comercios y de relativo bajo costo.



## Lumiductos

La carencia de iluminación natural es muy frecuente en los edificios actuales, pero debido al acostumbramiento o uso de iluminación artificial, no es uno de los problemas considerados con mayor frecuencia.

La iluminación es uno de los requerimientos ambientales más importantes de los interiores, en tanto que la visibilidad en un espacio es una condición esencial para la realización adecuada, segura y confortable de muchas actividades. Una buena iluminación requiere igual atención en la cantidad como en la calidad de luz.



La iluminación natural de interiores ofrece las siguientes ventajas: i. la iluminación natural es provista por energía renovable, la más obvia y amigable utilización de la energía radiante del sol y del cielo; ii. la calidad de la luz solar tiene la particularidad de ser dinámica, está continuamente cambiando a lo largo del día y de los meses del año (nuestra visión está desarrollada para la luz natural y para estos cambios); iii. una iluminación natural bien diseñada cumple con los requerimientos de altos niveles (500lux) de un local interior.

Un lumiducto es un tubo que transmite al interior de la vivienda iluminación natural de manera muy eficiente.

Consta de un sistema de captación de la luz natural, un tubo provisto en toda su superficie interna de un material reflectante (que conduce por reflejo los rayos solares) y por último un medio difusor<sup>7</sup>.

Este equipo puede ser construido de manera sencilla y con bajo costo.

A su vez puede incorporarse con la mínima modificación de la vivienda, tanto en paredes, como en techos y sin necesidad expresa de orientación específica.

<sup>7</sup> Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - INCIHUSA – CRICYT. Pagina web: <http://www.cricyt.edu.ar/lahv/xo-ops/html/modules/freecontent/index.php?id=10>

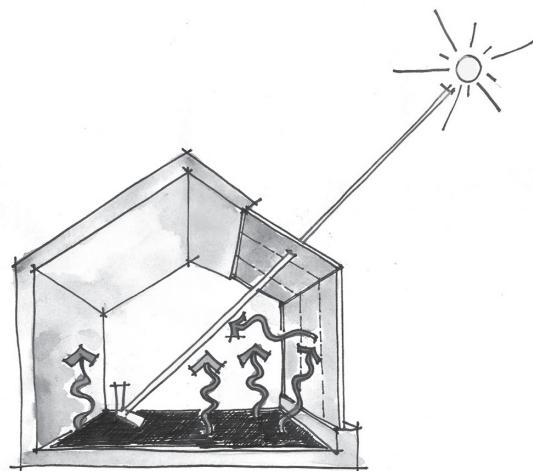
# Principios físicos involucrados

## Efecto Invernadero

Todos los cuerpos, por el hecho de estar a una cierta temperatura superior a cero emiten una radiación electromagnética, que se traslada en el vacío.

El principio de efecto invernadero se produce cuando la energía solar de onda corta (*es decir, frecuencia más alta*) atraviesa una superficie transparente y es absorbida por un cuerpo negro. Este cuerpo que absorbió la energía, cambia su estado térmico, se calienta.

De esta manera, irradiará también longitudes de onda larga, las cuales no pueden atravesar el vidrio y quedan atrapadas.

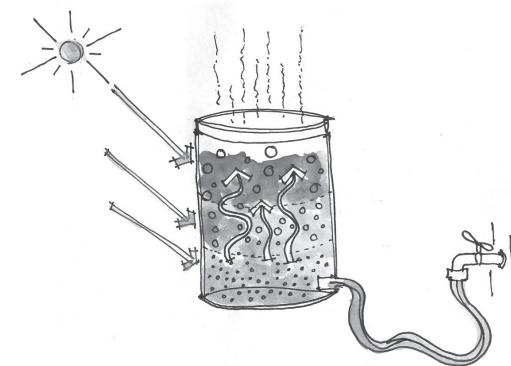


## Efecto termosifónico

Cuando el agua se calienta, asciende debido al cambio de densidad (*se vuelve más liviana*). En el caso de un sistema de calentamiento de agua solar, el agua calentada por el sol, asciende hasta ingresar en un tanque acumulador y se ubica en el nivel superior de dicho tanque.

El agua fría desciende hasta la parte baja del depósito, pasando al calentador, produciéndose de esta manera, la circulación natural del agua.

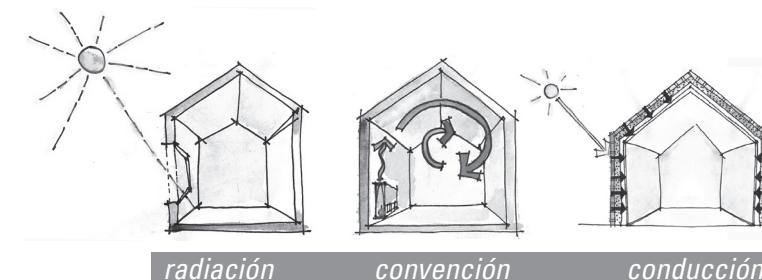
La circulación natural se produce por la diferencia de temperatura del agua que se encuentra entre la salida del calentador (*agua más caliente*) y la salida del depósito (*agua más fría*), y por la distancia entre el punto medio del depósito y el punto medio del calentador. Cuanto mayor sea esta diferencia, más fácil se producirá la circulación del agua.



## Principio de Transferencia de Calor

La transferencia de calor es un proceso por el cual se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. El calor se puede transferir mediante convección, radiación o conducción. Por ejemplo: el calor se transmite a través de la pared de una casa por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta por conducción y convección, ya que el agua fluye y tiene movilidad de intercambio de energía.

La Tierra recibe calor del Sol por radiación. La radiación solar puede calentar aire y otros fluidos. Para transferir el calor del sol a un fluido, es conveniente que éste tenga alta capacidad calorífica, o sea que al tomar el calor, acumula más energía. El fluido natural con mayor capacidad calorífica es el agua, con  $4186 \text{ J}/^\circ\text{C Kg}$ . Entonces ella puede tomar el calor que absorbe un caño negro si se la hace circular a través de él.



radiación

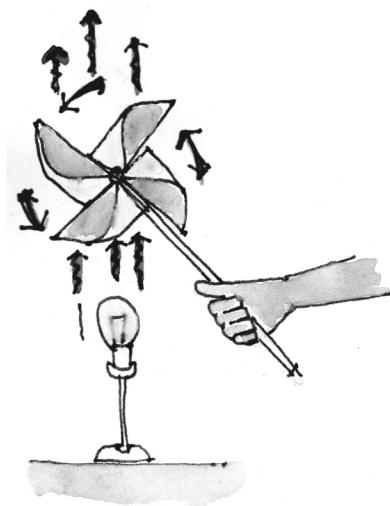
convección

conducción

### Principio de convección natural

La convección natural es el mecanismo de transferencia de calor a través de un fluido en movimiento, a nivel macroscópico (*en el caso que nos ocupa es el aire*).

La convección se clasifica en natural o forzada. En la forzada se obliga al fluido, a través de un medio externo, a moverse (*como por ejemplo un ventilador*), mientras que en la convección natural, el movimiento es por causas naturales, como el ascenso del aire caliente y el descenso del aire más frío.

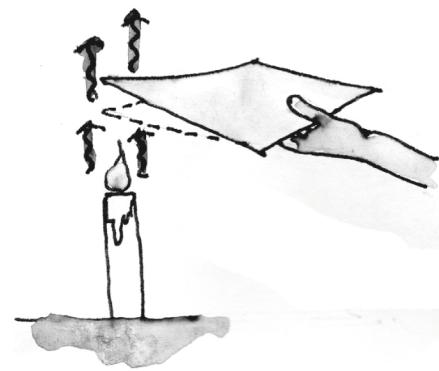


La velocidad de transferencia de calor depende de:

- La velocidad del fluido; de las características de las superficies en contacto de este, su geometría y su aspereza (*en nuestro caso entre el aire y la superficie absorbidora compuesta por la viruta metálica*).

- Del tipo de flujo, si es laminar o turbulento, (*para el caso de utilizar la viruta el flujo de aire por dentro de ella adquiere cierta turbulencia y mejora la transferencia de calor desde el metal al aire*).

- Por la diferencia de temperatura entre la superficie absorbidora y el fluido.



## PROYECTO

“Desarrollo tecnológico para la mejora del hábitat de productores rurales de escasos recursos. Sistemas tecnológicos alternativos sustentables y apropiados, de calentamiento solar de agua y aire, de bajo costo, para la vivienda rural.”

Ministerio de Economía y Producción. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. PROINDER. (2009 -2011)

### Dirección

Dr. Arq. Gustavo San Juan

### Equipo de investigación

Arq. Victoria Barros (Becario CONICET)  
Dr. Ing Carlos Discoli (Investigador CONICET)  
Dra. Arq. Graciela Viegas (Becario CONICET)  
Arq. Jéscica Esparza (Becario CONICET)

### Colaboradores

Arq. Carla Ruótolo, Arq. Amparo Arteaga, Arq. Laura Garganta, Sr. Juan Carlos Arévalo, Sta. Ana Güimil, Arq. Martín La Mónica, Arq. Federico Pérez

### Diseño

DCV Héctor Aldebrando Ungurean - [www.udiseno.com.ar](http://www.udiseno.com.ar)

### Corrección texto

Gustavo San Juan / Victoria Barros / Graciela Viegas

### Impresión

SERVICOP

*El equipo del IIPAC agradece el envío de observaciones y sugerencias para el enriquecimiento del presente manual.*

Teléfono FAU/UNLP: (0221) 423-6587/ 90 interno: 250-31

Más detalles en:

[www.fau-lambda.blogspot.com](http://www.fau-lambda.blogspot.com)

[www.iipac.unlp.edu.ar](http://www.iipac.unlp.edu.ar)

Más detalles en: [www.energiayambiente.com.ar](http://www.energiayambiente.com.ar)