

ESTRATEGIAS BIOCLIMATICAS EN VIVIENDA RURAL PROVINCIA DE TUCUMÁN

Arq. Jorge Negrete (1); Arq. José L. Guijarro (2); Arq. Raúl Ajmat (3); Arq. Adriana Raed(4); Sergio Lorente (5); Carolina García (6); Marcelo de Innocentis (7)

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán, Avda. Roca 1800 (4000) Tucumán Argentina, e-mail: jnegrete@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo, está enmarcado dentro del Proyecto de Investigación, del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán, "Definición de Pautas de Diseño Bioambiental, Utilización de Energías No Convencionales y Tecnológicas Apropriadas para el Sector Vivienda en Zona Rural de la Provincia de Tucumán", y presenta resultados parciales del objetivo correspondiente a "Definición de estrategias bioclimáticas para edificios destinados a vivienda en el Valle Calchaquí". En particular se analiza el prototipo del Instituto Provincial de la Vivienda y Desarrollo Urbano (IPVDU) con relación al cumplimiento de las Normas IRAM sobre Aislamiento Térmico de Edificios, como así también el aspecto organizacional y dimensional de sus locales en relación con lo naturalmente aceptado y propuestos en viviendas rurales tradicionales. Por último se demuestra la importancia, en el comportamiento térmico de la vivienda, de la aplicación de estrategias bioclimáticas y su relación con el confort y potencial ahorro energético, concluyendo en la definición de un prototipo de vivienda que contempla los aspectos analizados.

ABSTRACT

This work, is framed within the Investigation Project of the Council of Investigations of the National University of Tucumán, " Environmental Guidelines Definition of Bioenvironmental Design, Use of Appropriate Nonconventional and Technological Energies for the Housing Sector in Countryside of the Tucumán Province", and presents partial results of the objective corresponding to " Definition of bioclimatic strategies for buildings destined to housing in the Calchaquí Valley". You analyze an house-type of Provincial institute of the House and Urban Development (IPVDU) with relation to the compliment of the IRAM rules on Heat insulation of Buildings and the relation with the organizational and dimensional aspect the houses of the area. At the end you show the importance of the use of bioclimatic strategies in the termical aspect of the houses. Concluding in the definition of a prototype of house that contemplates the analyzed aspects.

1. INTRODUCCIÓN

El organismo oficial responsable de la política de vivienda social, en nuestro caso el Instituto Provincial de la Vivienda y Desarrollo Urbano de la Provincia de Tucumán Argentina, no ha investigado o desarrollado en forma sistemática diseños de vivienda adecuados a la zona rural.

En general aplica los mismos criterios y prototipos utilizados en zonas urbanas, situación que plantea una serie de problemas tales como: falta de adecuación al microclima local de cerramientos y materiales de la envolvente; deficiente organización y planteo funcional del diseño de las viviendas como así mismo desajuste en las dimensiones y proporción de los terrenos y locales en relación con pautas culturales y modo de vida características de la comunidad rural analizada.

2. OBJETIVOS

- a) Estimar el comportamiento del prototipo analizado en función del cumplimiento de la Norma IRAM 11603: Acondicionamiento térmico de edificios.
- b) Comparar las dimensiones y organización de los espacios propuestos para los diversos locales del prototipo en función de la tendencia detectada en viviendas tradicionales de la zona y proponer alternativas de cerramientos externos que den cumplimiento a las exigencias térmicas.
- c) Determinar en función del clima de la zona en estudio las estrategias bioclimáticas adecuadas a ser aplicadas a viviendas y estimar en una primera aproximación el potencial ahorro energético resultante..

3. ZONA EN ESTUDIO

La zona de interés para el presente informe se desarrolla en el occidente del territorio de la Provincia de Tucumán, República Argentina, conteniendo a las poblaciones de Ampimpa, Colalao del Valle, Talapazo, El Bañado, Quilmes, El Pichao, Amaicha del Valle, entre otras. Se toma como datos promedios de ubicación geográfica de la misma, los 27° de latitud sur y 65° de longitud oeste y una altura promedio sobre el nivel del mar de 2000 metros.

2.1 Aspectos Socioeconómicos de la Familia Rural

Si nos encuadramos en alguna clasificación, podríamos denominar a la familia vallista como "extensa", en la que conviven en una misma vivienda varias generaciones. Existe un sentido comunitario y solidario de la vida. Estas características marcan el grado de cohesión existente entre los miembros de las familias campesinas. Esta unión se expresa en el sentido de pertenencia a una misma región, en el sentido comunitario, en la comunidad de tradiciones, en el sentimiento de una cultura común, un habla y metalenguaje compartidos. En cuanto a la edad de la población los valores mayores se dan en la franja de edades, de 0 a 14 años con un porcentaje del 39%. En otras franjas, tomadas cada 5 años, el porcentaje baja para cada una de ellas entre el 4 al 7 %. Destacándose con un valor del 11 % la comprendida entre 65 años y más. Si algo nos parece destacable en la familia vallista actual es que ha sabido conservar el espíritu comunitario de antaño, asimismo preserva su arraigo a la tierra.

2.2 Clima

La región en estudio, de acuerdo a la división bioclimática establecida por la norma IRAM 11.603, corresponde a la Zona III: templada cálida, delimitada por las isolíneas de TEC de 24 y 22,9 °C. Los veranos presentan temperaturas medias que oscilan entre 20 y 26 °C, con máximas medias que superan los 30 °C sólo en su faja de extensión Este - Oeste. El invierno no es muy frío y presenta valores medios de temperatura entre 8 y los 12 °C y valores mínimos que rara vez llegan a 0 °C. La amplitud térmica es superior a los 16 °C y la tensión de vapor es menor a 14 mm. Hg. La Radiación Solar Llega prácticamente con pocas alteraciones por la atmósfera limpia, diáfana, sin polvo, humo o vapor de agua. La radiación solar es intensa, siendo incrementada por el terreno árido y de color claro. La heliofanía es frecuentemente mayor del 60%, siendo en la época invernal (junio, julio, agosto) mayor del 80%. Las precipitaciones son del orden de los 200 mm anuales.

4. DESARROLLO

El prototipo propuesto por el Instituto Provincial de la Vivienda, que se muestra en Figura 1, está resuelto con mampostería de ladrillo común de 0.15 m de espesor enmarcados por encadenados verticales y horizontales tanto inferior como superior. Sobre los muros exteriores se ejecuta un azotado cementicio 1-3 con hidrófugos terminando con un revoque rústico de espesor mínimo de 0.015m, reglado y fratazado. La cubierta esta resuelta con chapa de acero de construcción sobre una estructura de correas de filigrana de acero común. No especifica la calidad ni espesor del aislamiento térmico en cubierta. En cuanto a sus dimensiones son mínimas.

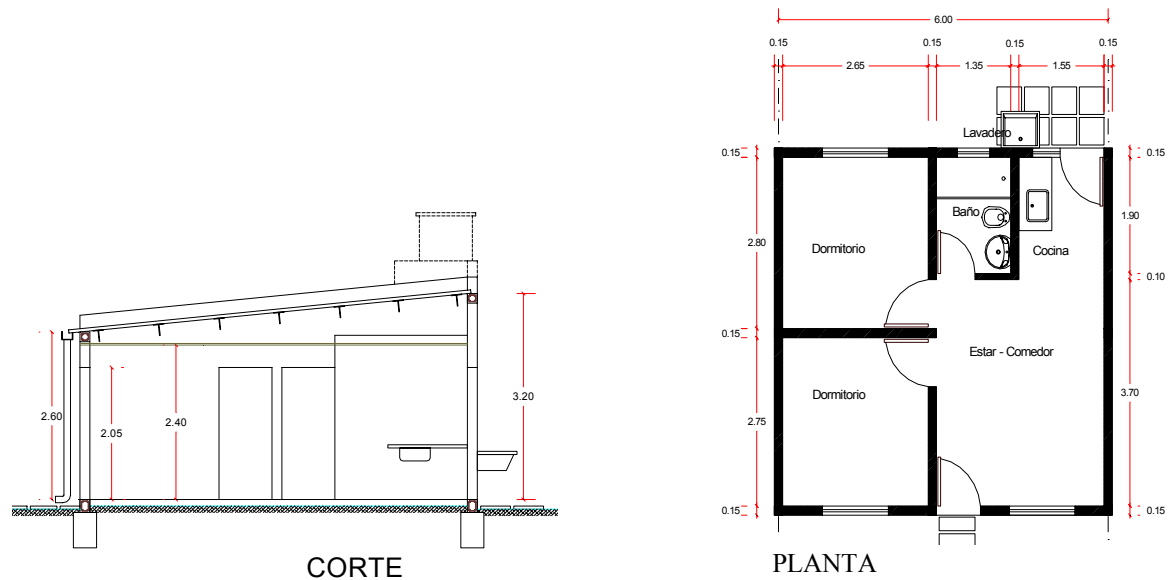


Figura 1. Prototipo del IPVDU analizado

El prototipo fue sometido al análisis para corroborar el cumplimiento de las normas IRAM antes mencionadas. Concluyéndose que **no cumple** con los requisitos mínimos de transmitancia térmica y riesgo de condensación de vapor de agua establecidos para la zona bioclimática correspondiente (IIIa). Se realizaron estudios de diferentes tipos de cerramientos alternativos tanto de muros como de cubiertas cubriendo una amplia gama de materiales, combinaciones de los mismos, modificaciones de espesores, etc. definiendo **un catálogo de cerramientos** e indicando en él, aquellas posibilidades adecuadas para la zona del Valle Calchaquí. A modo de ejemplo se muestra el caso de ladrillo común macizo, en Tabla 1.

Tabla 1 Ejemplo de cerramiento analizado con relación al cumplimiento de Norma IRAM. Cerramiento vertical: muro simple de ladrillo macizo común.

Cerramiento mampostería	Espesor m	K (Transmitancia térmica) (W/ m ² °K)				Retardo (horas)	Decrec. (%)	Constante termal (horas)	Riesgo de Condensación SI condensa NO condensa)	
		verano Verifica.	invierno verifica	Superficial	Intersticial					
C1 – ladrillo S/revoque	0,280	1,94	SI	1,94	NO	4,50	70	20,00	NO	NO
C2 - -ladrilloo c/revoque interior	0,280	1.88	SI	1.88	NO	4,70	73	21,70	NO	NO
C3 – Ladrillo c/revoque exterior	0,280	1.80	SI	1.80	SI	4,90	78	22,14	NO	NO
C4 – ladrillo o c/revoque interior	0,210	2,33	NO	2,33	NO	3,20	56	12,10	SI	NO
C5 – ladrillo c/revoque exterior	0,210	2,25	NO	2,25	NO	3,60	62	13,50	SI	NO

5. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS VIVIENDAS TRADICIONALES

De acuerdo con el objetivo de verificar y comparar las dimensiones y organización de los espacios propuestos para los diversos locales del prototipo en función de la tendencia detectada en viviendas tradicionales de la zona, se presenta a continuación los resultados resumidos del diagnóstico sector vivienda. Los datos fueron obtenidos mediante tareas **de gabinete** (evaluación de la información registrada y relevada) y **de campo** (relevamiento de las características técnicas de las viviendas y de aspectos socioeconómicos de sus habitantes). El total de viviendas analizadas fue de 1517 que abarcaron 18 comunidades del Valle Calchaquí. De ellas realmente se encuestaron de modo general 831 y en forma detallada 35.

Es evidente que la presencia, en la mayoría de las viviendas, de un espacio único donde se desarrollan las actividades de **cocinar, trabajar y estar**, muestra un aspecto cultural incorporado al grupo humano que la habita. Estos locales generalmente se vuelcan a una galería, que es el lugar donde se desarrolla la vida social y las actividades laborales de aquellos que se ganan el sustento trabajando en la propia vivienda. Así mismo se detecta que el único local de la vivienda de uso exclusivo lo constituye el dormitorio siendo las medidas de los mismos muy superiores a las definidas en prototipos oficiales.

El material predominante es la tierra la que responde a la tradición constructiva de la zona y adecuada al clima. En cuanto a los materiales de cerramientos externos se tiene: para techos, el 68,3 % de barro y el resto se divide entre cañas y cinc. En cuanto a los de paredes sigue la misma tendencia. Así, el adobe alcanza un 55,4%, El ladrillo un 11,6 % y la piedra un 6,6%. Se destaca un porcentaje del 23 % que se puede considerar mixto entre los materiales citados precedentemente.

De 831 viviendas, 502 utilizan leña correspondiéndole un porcentaje del 60,4 %. Un 12% utilizan gas envasado, carbón un 0,5 % y un uso mixto entre leña y gas envasado un 30,4.

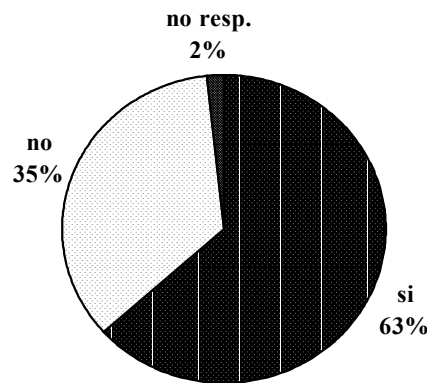


Gráfico 1: Porcentaje de viviendas con galería en el Valle Calchaquí

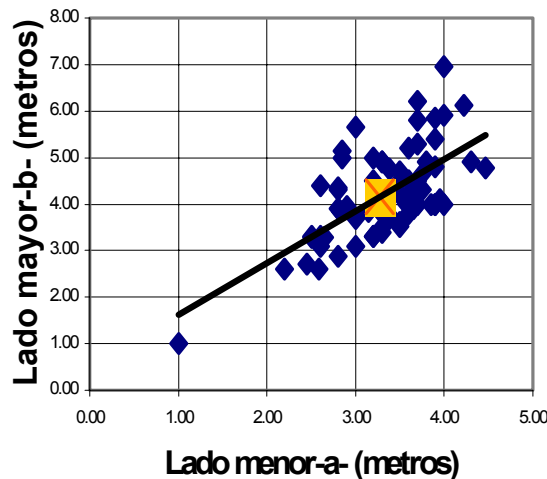


Gráfico 2: Tendencia de dimensiones en dormitorios Valle Calchaquí

6. DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

Utilizando las “Cartas Bioclimáticas del Valle Calchaquí”, y volcando sobre él los datos climáticos significativos para todos los meses del año, permitieron en visualizar las principales estrategias específicas del Valle, correspondiente a la zona oeste de la Provincia de Tucumán, ubicado a 2000 metros sobre el nivel del mar. Como ejemplo se muestra el mes característico más cálido de la zona que corresponde a pleno verano (enero).

I Zona de confort - V=0,1 m/s II Zona de confort - inercia III vent. cruzada IV inercia + vent. cruzada

V Ganancia directa VI Solar Pasivo VII Solar Activo VIII Calefacción Conv.

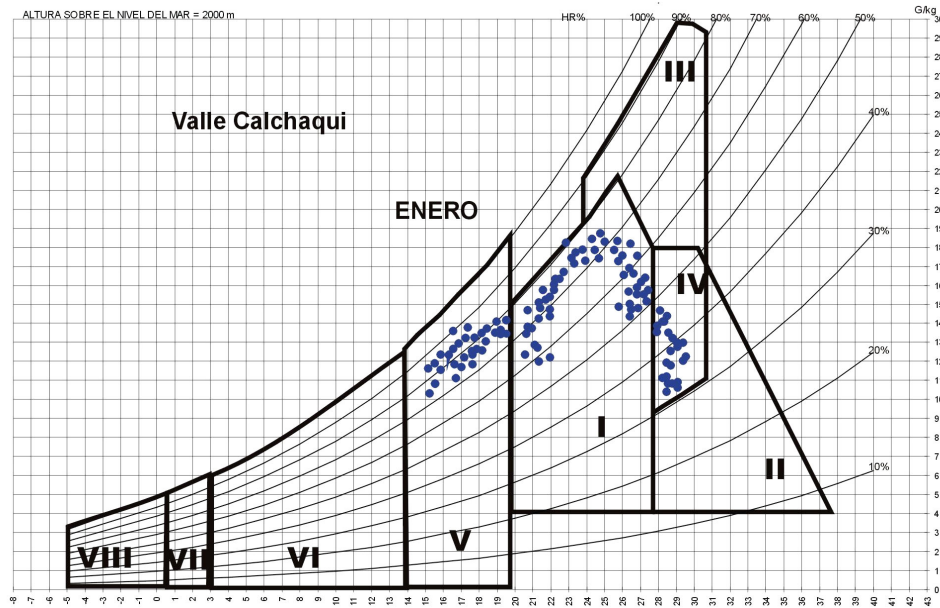


Figura 1 – Definición de Estrategias Bioclimáticas mes de enero

De este modo, trabajando para todos los meses del año, se evaluaron las posibilidades referidas al periodo anual, periodos cálido y frío como así también los correspondientes a los meses críticos del verano e invierno.

Tabla 2 - Porcentajes Estimados de Estrategias Bioclimáticas en Valle Calchaquí según época del año.

Período	Porcentaje (%)					
	CONFORT	INERCIA	GANANCIA DIRECTA	SOLAR PASIVO	SOLAR ACTIVO	CALEFACCIÓN CONVENCIONAL
Anual	37	10	27	21	4	1
Noviembre -- Diciembre Enero - Febrero	43	25	27	5	0	0
Mayo – Junio Julio - Agosto	20	0	33	32	13	2
Enero	46	25	29	0	0	0
Junio	0	0	46	33	13	8

Analizando los resultados, correspondiente a las estrategias bioclimáticas anuales, se concluye que el 63% del tiempo es necesario utilizar energías convencionales. Aplicando estrategias bioclimáticas el porcentaje del tiempo en que la vivienda posibilitaría situación de confort térmico se elevaría a un 95%. Solo en el 5% del tiempo se deberá utilizar sistemas solares activos o calefacción convencional.

Analizando los resultados correspondientes a las estrategias bioclimáticas del periodo cálido, se concluye que el 57% del tiempo es necesario utilizar energías convencionales. Aplicando estrategias bioclimáticas el porcentaje del tiempo en que la vivienda posibilitaría situación de confort térmico se elevaría al 100%.

Analizando los resultados, correspondientes a las estrategias bioclimáticas del periodo frío, se concluye que el 80% del tiempo es necesario utilizar energías convencionales. Aplicando estrategias bioclimáticas el porcentaje del tiempo en que la vivienda posibilitaría situación de confort térmico se elevaría a un 85%. Solo en el 15% del tiempo se deberá utilizar sistemas solares activos o calefacción convencional.

7. DEFINICIÓN DE PAUTAS BIOCLIMATICAS

Habiendo desarrollado hasta aquí aspectos importantes de las características; geográficas, climáticas y socio económicas de la Microrregión del Valle Calchaquí, como así también habiéndose determinado las **principales estrategias a seguir** para una arquitectura vinculada al acondicionamiento natural, se presentan a continuación las principales **pautas de diseño bioclimáticas** elaboradas. Las mismas han sido redactadas como **recomendaciones genéricas de diseño** vinculadas a cada estrategia definida.

7.1 Confort

La apertura de la casa al medio exterior puede resultar agradable durante gran parte del año; no obstante, deberá prestarse atención al aislamiento de sus espacios interiores debido a los efectos negativos que pueden resultar de la ganancia térmica en verano y de la pérdida de calor en invierno. Minimizar la reflectividad del terreno para aquellos casos que el sol del verano puede afectar aberturas o lugares semi - cubiertos (Galerías). Proveer materiales o pinturas de baja absorción de la radiación solar en la envolvente al efecto de disminuir la temperatura superficial exterior y por consiguiente la interna.

7.2 Ganancia Directa y Solar Pasivo

La mayoría de los espacios habitables se aconsejan abrirse al norte donde el sol del invierno es mayor y se intercepta (protege) fácilmente el sol del verano. Evite las grandes superficies vidriadas sobre los frentes este y oeste, sobre todo en este último donde dar sombra, mediante protecciones externas en verano, resulta difícil. Emplee persianas, cortinas o postigones (interiores o exteriores) para aislar los huecos y reducir las pérdidas nocturnas de calor a través de sus superficies acristaladas.

Muros, techos o dispositivos colectores orientados al norte. Aproveche las ventanas para favorecer la ganancia directa de la radiación solar. No olvide que el sol debe incidir en superficies que admitan el calor. Pisos y paredes no deben estar revestidos con materiales aislantes.

Concrete detalles constructivos adecuados en la carpintería (puertas y ventanas) a efecto de disminuir la infiltración en invierno. Aplique barreras de vapor para el control de la condensación del vapor de agua.

Opte por materiales de gran resistencia al paso del calor en los cerramientos externos. Si el mismo es compuesto, la capa aislante debe ir sobre el lado exterior del cerramiento. El muro de ladrillo o adobe con paramento interior visto y aislado por fuera con poliestireno u otro material similar, luego revestido constituye una solución de cerramiento eficaz y barata.

7.3 Inercia y/o Inercia Térmica con Ventilación Selectiva

Utilice para cerramientos verticales y para la cubierta material de gran masa que permitan acumular el calor ganado durante el día hasta las horas más frías del anochecer y así mantener las temperaturas menores de la noche hasta el día siguiente. Aísle los cerramientos externos. Si los mismos son compuestos, el aislante debe ir sobre el lado exterior del cerramiento. El muro de ladrillo o adobe con paramento interior visto y aislado por fuera con poliestireno u otro material similar, constituye una solución de cerramiento eficaz y económica.

Proyecte edificios de planta compacta. Cuanto menor sea la superficie exterior, menores serán las pérdidas y las ganancias de calor. Para favorecer la circulación del aire durante la noche abra ventanas altas y ventanas bajas, preferiblemente verticales, para favorecer la ventilación.

Construya aleros o instale toldos para sombrear en verano las ventanas orientadas al norte, pero que admitan el sol en invierno. Disponga materiales o pinturas de baja absorción de la radiación solar en la cara externa de la envolvente al efecto de disminuir la temperatura superficial exterior y por consiguiente la interna. Esto no incrementará la temperatura media interna en demasía.

7.4 Ventilación Cruzada

De acuerdo al diagrama Psicrométrico, existiría la posibilidad de utilizar esta estrategia en algunas horas de los meses cálidos. No se recomienda la misma al efecto de preparar la vivienda para tal situación. Es preferible aplicar el criterio de Inercia Térmica con ventilación selectiva.

El criterio de Inercia es coherente en sus pautas con respecto a la ganancia directa y el solar pasivo. No así las pautas que surgen de considerar la ventilación cruzada, que fundamentalmente aconsejan una organización de planta abierta opuesta a la compacta recomendada por las consideraciones realizadas en cuanto a Inercia, solar pasivo y ganancia directa.

La ventilación cruzada tal vez pueda ser utilizada para aquella zona de la casa, como la cocina y estar que generalmente, en la vivienda rural del Valle, se ubican en un único espacio y que resulta ser el más utilizado. Además están normalmente vinculados a espacios semi cubiertos como galerías o directamente a patios, lo que obliga a un continuo abrir de puertas con lo que el efecto de la inercia puede ser anulado. Velocidades del aire cercanas a los 0,6 m/s. serán más que suficientes para lograr situación de confort.

8. PROPUESTA DE PROTOTIPO

Se adopta, como la más adecuada a la zona, la estrategia de **Inercia Térmica** permitiendo la posibilidad de una regulación aceptable de las temperaturas internas. Esta situación obliga a tener cerramientos pesados o compuestos de varias capas que den un amortiguamiento y retardo equivalente. En nuestro caso se adoptó la piedra como material de cerramiento vertical. La piedra tiene una aceptación muy grande, a veces exigencia, en algunas comunidades específicas de la zona como ser El PICHAO cuya tradición se remonta a siglos. En cambio en otras la tradición se centra en el adobe. De todas formas el cerramiento compuesto con materiales como el ladrillo común o el suelo cemento en dos capas con aislamiento térmica interna, es buena solución. En este caso se debería dejar el mayor espesor del muro doble hacia el interior para favorecer la acumulación del calor solar o el producido interiormente por personas o la cocción.

En cuanto a la orientación, se tomó el criterio de ubicar las principales aberturas, cuya función específica es la de la ganancia directa de la radiación solar, hacia el norte. Orientación que cubre los requerimientos de energías necesarias para el período de calefacción, tanto en cantidad como en horas necesarias. Esta orientación puede tener alguna modificación en pocos grados hacia el oeste o hacia el este. Fundamentalmente se aplicó esta estrategia a los dormitorios que por su función y dimensiones permitían que sea coherente con el criterio de inercia.

En cuanto a la ventilación, es evidente que para los dormitorios conviene adoptar aquella definida como selectiva ubicada en un solo cerramiento vertical que permita enfriar en época cálida durante la noche en forma adecuada, más aún si se está trabajando con la inercia que no permite una ventilación cruzada permanente.

La ventilación cruzada se la plantea en el lugar común destinado a **estar – comedor - cocina**. Local que tiene, en la zona analizada, un uso diario intensivo. Al mismo se lo conecta a la galería que constituye el otro espacio de uso diario importante. Esta situación hace que no pueda utilizar la Inercia térmica en época cálida sino el de aprovechar la ventilación cruzada. Cuestión que se muestra como válida como opción en los diagramas bioclimáticos.

La galería se la ubica hacia el este ya que en horas de la mañana, aún en verano, es importante recibir la radiación solar. Cuestión que se revierte en horas de la tarde en verano. La galería debe estar protegida hacia el norte debido a un viento seco y fuerte, denominado por los habitantes “Zonda”, el cual corre en horas de la tarde a partir de agosto a mediados de septiembre.

Tomando en cuenta todos los aspectos desarrollados se propone, a modo de ejemplo, un primer prototipo de vivienda modificado. Se requiere que al mismo se le profundice todos los aspectos bioclimáticos, funcionales, constructivos y de costo.

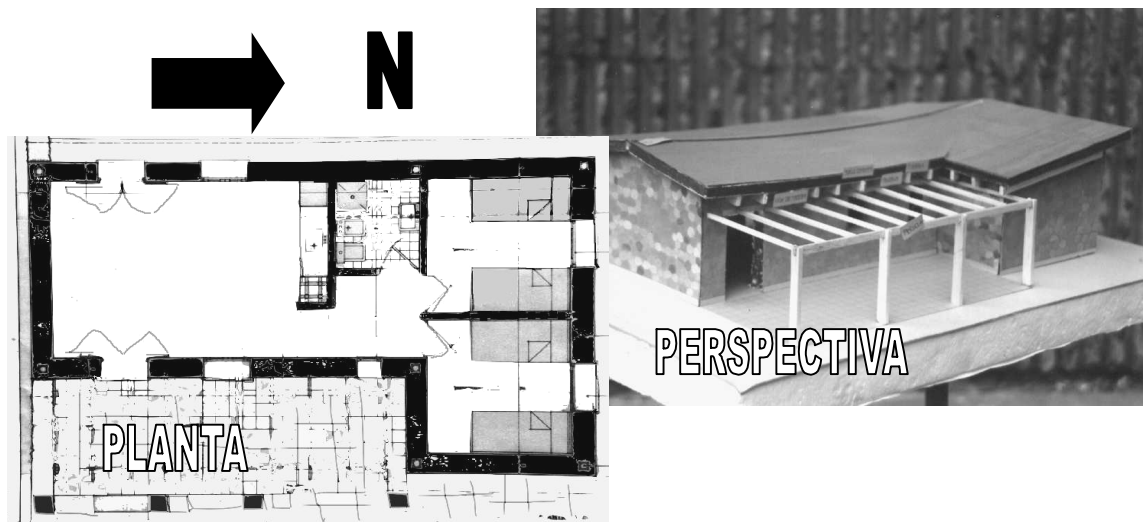


Figura 2 – Prototipo Propuesto

9. CONCLUSIONES GENERALES

El cerramiento o envoltente del prototipo definido por el Instituto Provincial de la Vivienda debe ser modificado para el cumplimiento de la normativa vigente. Con respecto a las dimensiones de locales se debería contemplar un incremento en las medidas y proporciones de dormitorios propuestos originalmente por el IPVDU y considerar sobre todo la incorporación de espacios semi cubiertos como lo es la galería. Con relación a los aspectos funcionales la vivienda mínima debe contemplar un espacio amplio donde se desarrollen las actividades de cocinar, trabajar y estar, el espacio de dormir debe ser exclusivo

De acuerdo a los resultados obtenidos en relación con el clima y las estrategias bioclimáticas se desprende que las de mayor importancia las constituyen las de Ganancia Directa y Sistema solar Pasivo en el caso del período frío y del control por inercia térmica principalmente en el caso de verano, obteniéndose potencialmente con ellas un importante ahorro energético y sobre todo que se consiga confort en un mayor tiempo. Este aspecto interesa sobre todo en las definiciones de orientación, características de aberturas y posibilidad de almacenamiento térmico de las viviendas sin descuidar un incremento en las resistencias térmicas de los cerramientos exteriores.

La posibilidad de la aplicación de las estrategias bioclimáticas mencionadas es factible ya que, la demanda de energía requerida no es alta teniéndose un valor de grados días de calefacción (base 18°C) < a 1500. En cuanto a la disponibilidad del recurso solar se cuenta con un alto valor de radiación solar durante todo el año. También se rescata el valor elevado de heliofanía, sobre todo en los meses correspondientes al período frío. Existe una diferencia de menos de 12 °C entre la media de temperatura exterior y la interna deseada para todos los meses del año. Por lo expresado podemos concluir que es factible la aplicación de las estrategias de ganancia directa y sistemas solares pasivos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GIVONI, B. (1976) Man Climate and Architecture. Londres, Applied Science Publishers, 483p.
- I.R.A.M. (1996) Norma IRAM 11603: Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina". Buenos Aires, IRAM, 47p.
- I.R.A.M. (1997) Norma IRAM 11604 Acondicionamiento térmico de edificios. Coeficiente Volumétrico de Pérdida de Calor. Buenos Aires, IRAM, 33p.
- NEGRETE, J. (2000) Viviendas Rurales, Principales Estrategias Hacia Un Acondicionamiento Bioclimático. Tucumán, 185p. Proyecto de Investigación CIUNT B/108, Universidad Nacional de Tucumán.