

REHABILITACIÓN AMBIENTAL DE LA TIPOLOGÍA DE MEDIO PATIO. PARTE 1: Diagnóstico cualitativo y cuantitativo del confort térmico.

Carolina Ganem^{1,2}, Alfredo Esteves¹ Y Helena Coch²

¹Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda - Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales (INCIHUSA)
 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
 Centro Regional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CRICYT) C.C. 131. C.P. 5500, Mendoza, Argentina.
 Tel. (0261) 4288314 Int. 270, Fax. (0261) 4287370, E-mail: cganem@lab.cricyt.edu.ar

² Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (CA1-ETSAB)
 Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) Diagonal 649, 7ma planta. C.P. 08028. Barcelona, España.

RESUMEN: Se presenta un trabajo en dos partes. La primera desarrolla el diagnóstico cualitativo del confort térmico en viviendas de medio patio que denota una falta de confort en el 35% de los casos en verano y del 50% de los casos en invierno. Se selecciona un caso de estudio y se realizan mediciones in situ de temperatura en las que se corrobora y cuantifica la falta de confort denunciada por los usuarios (como resultado temperaturas promedio entre 11 y 13°C en invierno y entre 28 y 29°C en verano). La causa radica en que las viviendas, pese a tener una orientación correcta, no presentan los mecanismos adecuados para la regulación ambiental de los espacios y el logro del confort interior. Como conclusión se definen las oportunidades de mejora ambiental mediante la rehabilitación de la envolvente. Las mismas serán desarrolladas y evaluadas en la segunda parte de este trabajo.

Palabras Clave: rehabilitación ambiental, tipología de medio patio, confort térmico, diagnóstico.

1. INTRODUCCIÓN

Entre 1885 y 1912, la población de la ciudad de Mendoza se triplicó como consecuencia del arribo masivo de inmigrantes, principalmente italianos. En el término de 30 años se reconstruyó toda la ciudad (destruida por el sismo de 1861) con una impronta edilicia sismo resistente de tipo italiana que le confirió un orden y un ritmo a las fachadas y plantas de la ciudad debido a la repetición de una misma tipología: la casa de medio patio.

Las viviendas de esta tipología pertenecen al tejido actual existente, y, debido a la fecha de su construcción en la mayoría de los casos deben ser rehabilitadas. Por este motivo se propone estudiar las oportunidades de rehabilitación ambiental que presentan y aprovechar la oportunidad para disminuir el consumo de energía y aumentar el confort térmico por medios naturales en invierno y en verano.

Es común que se realicen varias viviendas contiguas prácticamente idénticas. (Figura 1). Esto favorece al agrupamiento de a dos de las casas de modo que los patios convergen hacia la medianera con lo que en cierta forma se rehace el patio cuadrado y se logra mejor asoleamiento del conjunto. (Guaycochea de Onofri, R., 2001)

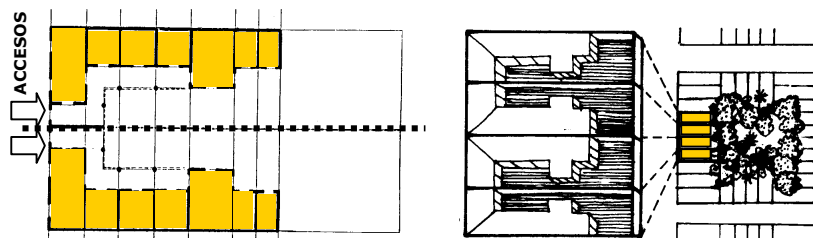


Figura 1. Viviendas de medio patio ubicadas en la manzana rehaciendo mediante su agrupación el esquema inicial correspondiente a la tipología colonial de patio. FUENTE: Adaptación de (Bórmida, E. 1984)

^{1,2} Becaria Doctoral Mixta – CONICET y Doctoranda UPC

¹ Investigador Adjunto – CONICET

² Profesor – UPC

2. CARACTERÍSTICAS PROPIAS DE LA TIPOLOGÍA

A continuación se enumeran en forma de cuadros (Tablas 1 a 4) las características propias de la tipología: forma, elementos constructivos opacos, elementos constructivos transparentes y elementos que posibilitan la dinámica de la envolvente. Este análisis es el punto de partida para la comprensión del diagnóstico resultante de este trabajo y luego, en una segunda etapa, para la elaboración de propuestas de rehabilitación ambiental. (Ver la segunda etapa de este trabajo).

FORMA

FORMA	COMPACIDAD	OBSERVACIONES
ABIERTA	0.70 - 3 m ² de envolvente por m ² de piso.	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor contacto con las condiciones exteriores. - Elección de terreno: mayor longitud en el eje Este-Oeste - Mayores posibilidades de captación de energías naturales (radiación calórica y luminosa, vientos). - Mayores posibilidades de pérdida de energía.

Tabal 1. Características propias de la tipología de medio patio que definen su forma.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS OPACOS

MUROS	TECHOS	OBSERVACIONES
Ladrillón o adobe revocado (espesor: 0.40 m –0.60 m) Columnas y Vigas de H°A°	Inclinado: Caña con vigas y viguetas de madera. Capa de barro y chapa acanalada de zinc	<ul style="list-style-type: none"> - Conductancia media de Muros: 1.42 W/m2.K - Conductancia media de Techos: 0.84 W/m2.K - Peso de muros: de 1500 a 2100 kg/m3 moderación de la amplitud térmica - Techos semi-livianos.

Tabal 2. Características propias de la tipología de medio patio que definen sus elementos constructivos opacos.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS TRANSPARENTES O TRANSLÚCIDOS

PERFORACIÓN	TRANSPARENCIA	TERSURA, TEXTURA Y COLOR	OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> - 15% de la envolvente vertical - Ventanas en fachada - Puertas ventana - Banderolas 	<ul style="list-style-type: none"> - Ventanas de abrir en fachada - Puertas ventana entre espacios - Banderolas sobre puertas 	<ul style="list-style-type: none"> - Columnas o pilastras adosadas al muro - Muros lisos o con terminaciones en almohadillado revocados en colores claros - Aleros - Fachadas con sombras. Percepción volumétrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Variedad de elementos de regulación ambiental - Postigones en puertas ventanas y ventanas - Variedad de elementos de expresión

Tabal 3. Características propias de la tipología de medio patio que definen sus elementos constructivos transparentes o translúcidos.

ELEMENTOS QUE POSIBILITAN LA DINÁMICA DE LA ENVOLVENTE

ELEMENTOS MODIFICABLES	ELEMENTOS PRACTICABLES	ESPACIOS INTERMEDIOS	OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> - Postigones en ventanas - Postigones en puertas ventana - Cortinas interiores 	<ul style="list-style-type: none"> - Ventanas de abrir en fachada - Puertas ventana entre espacios - Banderolas sobre puertas 	<ul style="list-style-type: none"> - Galerías - Porches - Parrales - Patios articulados con los espacios interiores 	<ul style="list-style-type: none"> - Articulación espacial interior–exterior: Creación de un microclima controlado. - Envolvente flexible: Adaptabilidad a la situación climática diaria y estacional.

Tabal 4. Características propias de la tipología de medio patio que definen sus elementos que posibilitan la dinámica de la envolvente.

Las oportunidades adaptativas son aquellos elementos de las edificaciones que permiten a los ocupantes adaptar el ambiente de los edificios a sus propios requisitos o adaptarse ellos mismos al edificio. (Nicol, F. y Roaf, S., 2005). Los espacios intermedios o de transición como los patios, las galerías, parrales y porches característicos de esta tipología favorecen oportunidades de regulación ambiental natural de los espacios para el logro del confort térmico.

El patio se protegía con el cultivo de parras de vid, que proveían uvas y sombra en la época estival y por su carácter de caducifolia, permitía el sol en invierno. Durante los sismos, los parrales presentaban una ventaja adicional: salir al patio significaba tener una protección de las aberturas de grietas en el piso por las raíces extendidas que presenta este tipo de planta; y también, bajo el entramado, se estaba protegido de la posible caída de cables o partes de muros.

Nuestro clima –veranos rigurosos e inviernos de bajas temperaturas pero con muchos días de sol– hace que la galería y el patio sean el estar de día en el invierno y de noche durante el verano; de ahí su tratamiento: piso embaldosado, plantas con macetas, toldos y parrales. Las habitaciones durante el verano por su tamaño, altura y masa térmica son frescas. (Waismann, M. 1999). (Figura 2)



Figura 2. Imágenes de la galería y del parral de la casa de medio patio en su función de estar de día en invierno y de noche en verano.

3. PERCEPCIÓN DE CONFORT TÉRMICO: DIAGNÓSTICO CUALITATIVO

Se aplicó una metodología de aproximación a la problemática socio-cultural a partir de encuestas. Las mismas fueron complementadas con aportes extraídos de la observación directa. Con este objetivo se seleccionaron 20 casos de estudio representativos, contemplando en forma equivalente las variantes de orientaciones y de relación de colindancia.

Para valorar en forma adecuada las preguntas relacionadas con la percepción de confort es importante tener en cuenta las posibilidades de confort adaptativo que tienen las personas. En el tiempo, la temperatura que las personas encuentran confortable (la “temperatura de confort”) se aproxima a la temperatura media que hayan experimentado. Queda implícito que las condiciones que los ocupantes encuentran confortables están influenciadas por su experiencia térmica y que se pueden adaptar a un amplio rango de condiciones. (Nicol, F. y Roaf, S., 2005)

La referencia a la sensación de confort debe estar entonces tomada desde el punto de vista de la adaptación al clima y; así mismo, la falta de confort o el uso de aire acondicionado, deben ser tomados como muestras de la incapacidad de dichos ocupantes para adaptarse al clima interior de sus casas, ya que la mayoría de los habitantes llevan más de 20 años o más viviendo en ellas. El uso de calor auxiliar, no se toma en cuenta como variable ya que el total de las viviendas hace uso de este recurso en invierno. Sin embargo, se debe tener en cuenta que pese a esta situación, las personas no logran el grado de confort deseado.

A continuación se presentan en forma comparativa los resultados derivados del análisis de las encuestas y se extraen conclusiones. (Figuras 3 y 4).

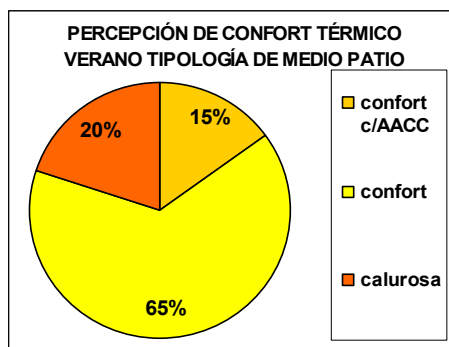


Figura 3. Encuesta sobre confort en Verano.

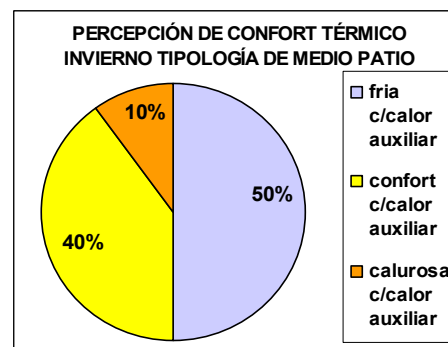


Figura 4. Encuesta sobre confort en Invierno.

Verano: (Figura 3)

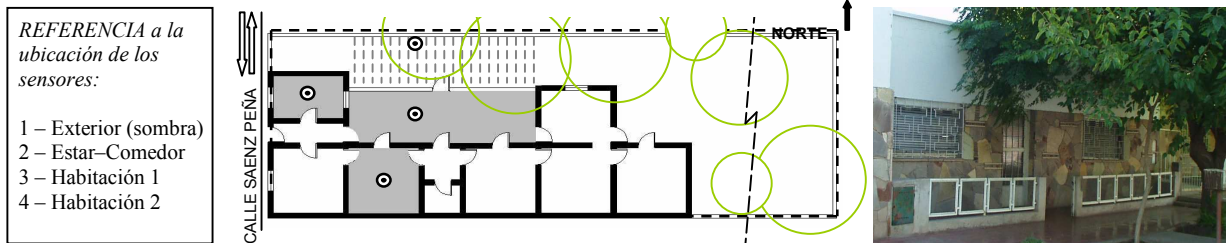
En los resultados se observa que el 65% de las personas perciben su vivienda como confortable en verano. El 35% restante se encuentra en falta de confort, debido a percibir su vivienda como calurosa o al uso de aire acondicionado para mitigar dicha percepción. Cabe destacar que el 35% comprometido con el confort corresponde a viviendas cuya orientación de los espacios principales es la Oeste y también a viviendas que, mediante modificaciones posteriores a su construcción han “perdido” los espacios de transición de la envolvente. Este es el caso de la vivienda seleccionada para su estudio (Ver apartado 4), que si bien cuenta con los espacios principales orientados al Norte, no cuenta con los elementos de la envolvente que tradicionalmente contribuyen a la regulación ambiental de los espacios para el logro del confort térmico.

Invierno: (Figura 4)

En todas las tipologías se utiliza calor auxiliar para calefaccionar las casas en la estación invernal. El sistema utilizado es a partir de calefactores por convección a gas natural. Sin embargo, y pese al gran consumo de dicha energía no-renovable, el 50% de las personas percibe su vivienda como fría en invierno.

4. CASO DE ESTUDIO

El comportamiento energético de los edificios existentes en su uso habitual debe ser evaluado en periodos representativos del día y del año para comprender el comportamiento del edificio y proveer una referencia, un caso base a partir del cual diseñar. (CEC, 1999). Con dicho fin, se seleccionó la casa de la calle Sáenz Peña por ser una clara representante de la tipología con orientación al Norte, en la que sus usuarios comunican la falta de confort de sus espacios en invierno y en verano. (Figura 5).



5. MEDICIONES DE TEMPERATURA: DIAGNÓSTICO CUANTITATIVO

Metodología

- Variables Climáticas a Medir: Se han seleccionado las siguientes variables de medición: en el exterior: Temperatura del Aire y Radiación Solar. Y las variables interiores: Temperatura del Aire y Humedad Relativa.
- Intervalo de Medición: Se fijaron intervalos de medición y registro cada 15 minutos simultáneos en todos los instrumentos. Este criterio fue adoptado de acuerdo a las recomendaciones de Longobardi y Hancock (2000)
- Sistema de Adquisición de Datos: Las Mediciones de Temperatura del Aire y de Humedad Relativa fueron registradas con ONSET HOBO H8 data loggers y digitalizadas con el software ONSET Box Car Pro . Las Mediciones de Radiación Global Solar se realizaron con un Solarímetro CM 5 KIPP & ZONEN en los mismos períodos y con la misma frecuencia de toma de datos establecida para las mediciones de Temperatura del Aire y de Humedad Relativa.
- Ubicación de los Sensores: En la Figura 5: 1 Exterior (en sombra); 2 Estar-Comedor; 3 Habitación 1 y 4 Habitación 2.

A continuación se analizan los resultados obtenidos mediante las mediciones in situ efectuadas en el caso de estudio para verano y para invierno:

Verano:

- Mediciones Completas: del 22/02/2005 a 15/03/2005
- Período seleccionado: 22/02/2005 a 26/02/2005 (Figura 6)
- Observaciones:
 - El período seleccionado corresponde a días claros, con poca nubosidad y leve aumento de la temperatura. Se incluye un día nublado, en el cual, la radiación disminuye y se nota la reacción de la temperatura a este hecho.
 - La temperatura exterior varía entre 17°C y 36°C, con amplitud térmica constante (15°C) durante los primeros tres días y de 5°C en el día nublado.
 - Las temperaturas interiores del Estar-Comedor se encuentran por encima del rango de confort sólo cuando la temperatura exterior supera los 31°C.
 - Las temperaturas interiores de la Habitación 1 se encuentran en el rango de confort. Además tienen muy poca variación diaria, fruto de la masa térmica interior y de las protecciones apropiadas en las aberturas.
 - En el Estar - Diario, los mayores intercambios exterior-interior diurnos suceden a través de la pared vidriada Norte cuya protección, por medio del parral, no es completa. Por lo tanto, las temperaturas interiores son 2 o 3°C más elevadas que en la Habitación 1.
 - No se efectúa ventilación nocturna por lo que en ambos locales, las temperaturas interiores durante la noche permanecen entre 5 y 7 °C por sobre las exteriores.

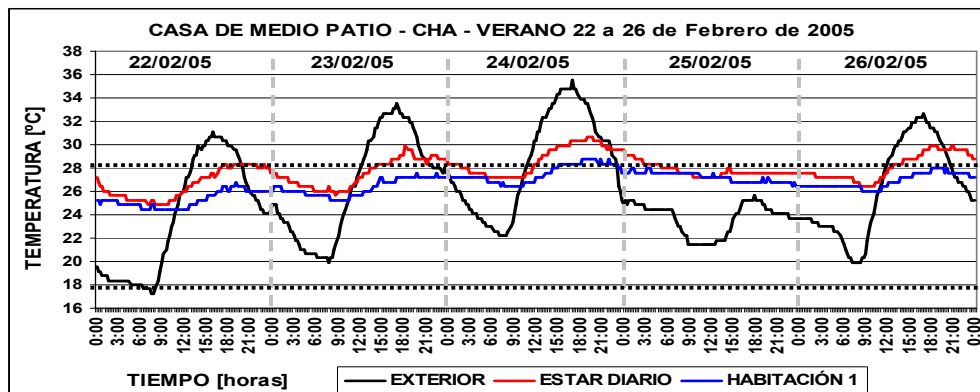


Figura 6. Mediciones de temperatura en verano.

Invierno:

- Mediciones Completas: del 19/07/2005 a 29/07/2005
- Periodo seleccionado: 23/07/2005 a 27/07/2005 (Figura 7)
- Observaciones:

-La temperatura exterior varía entre 1°C y 18°C y se puede observar la necesidad de calefacción.

-Las temperaturas del Estar-Comedor se encuentran por encima del límite mínimo de confort durante las horas del día, en las que hay gente en la casa y la calefacción está encendida. El resto del tiempo, la transmitancia térmica no es suficiente para mantener las temperaturas.

- En la Habitación 1 presentan valores por encima del rango mínimo de confort durante la noche, fruto de la calefacción que se intensifica a estas horas. Durante el día, se enfría.

-Las temperaturas de la Habitación 2 presentan picos focalizados generalmente cerca del mediodía mostrando un uso discontinuo de la misma, utilizada como escritorio o lugar de estar secundario.

- Sin la influencia de la calefacción durante los periodos enunciados para cada ambiente, las temperaturas se alejan mas de la zona de confort y esto concuerda con lo indicado en la encuesta que la vivienda resulta fría aun a pesar del uso de calefacción auxiliar en determinadas horas (por la inviabilidad económica de utilizarla constantemente).

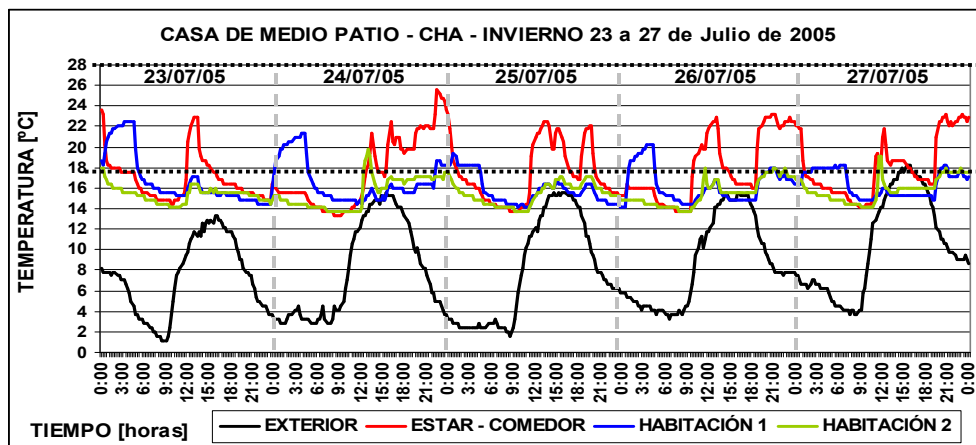


Figura 7. Mediciones de temperatura en invierno.

6. RESULTADOS: SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO DE VERANO

Puntos Débiles:

- Temperaturas interiores superiores al rango de confort.
- Envoltente sin protección solar: faltan elementos de filtro de la radiación solar incidente.
- Aberturas en una sola fachada longitudinal que no propician la ventilación cruzada para el logro de un correcto enfriamiento nocturno.

Puntos Fuertes:

- Presencia de árboles que favorecen la moderación climática y la protección a la radiación solar.
- Emparrado. Espacio intermedio regional de protección solar, funciona como una segunda galería. Enriquece los matices lumínicos.
- Posibilidad de abrir en verano la galería vidriada.
- Patio semi-abierto articulado con la envoltente de la vivienda. Oportunidades para el enfriamiento evaporativo.
- Masa térmica en la envoltente.

Los elementos característicos de la envoltente de la vivienda generan una secuencia de espacios interior-exterior moderando la relación con el clima. Los mismos se componen de la galería y el emparrado. En la Figura 8 se observa la secuencia de espacios y la circulación de brisas en el sentido transversal.

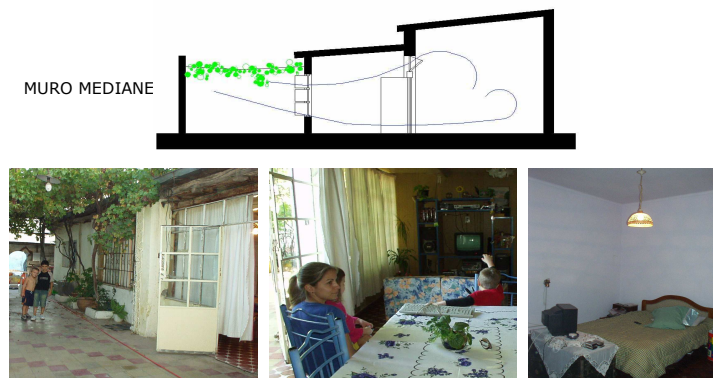
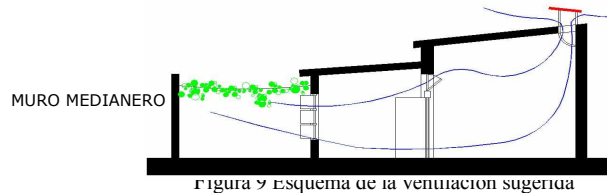


Figura 8 Secuencia de espacios y la circulación de brisas.

Sin embargo dadas las condiciones climáticas reinantes, la sola presencia de masa térmica no es suficiente como estrategia de enfriamiento pasivo. La falta de una adecuada estrategia de ventilación nocturna, impide el completo refrescamiento del la vivienda durante las horas de la noche, dado que la temperatura nocturna (temperatura mínima) se encuentra por debajo del límite de confort. Es imprescindible favorecer la aparición de aberturas cenitales que permitan el paso de las brisas nocturnas a través del efecto chimenea. Esta estrategia también mejorará la iluminación de la parte más profunda de las habitaciones si se implementa un sistema de tipo ventilación-luz. En la Figura 9 se presenta un esquema de la ventilación sugerida.



Para lograr los mejores resultados posibles se debe efectuar un cambio en el cerramiento actual de la galería. El mismo cuenta con una mayoría de vidrios fijos que no permiten ventilar correctamente el espacio, y por lo tanto tiende a sobrecalentarse. Se propone que la totalidad del mismo sea practicable, así como la incorporación de persianas con lamas orientables en el exterior.

En la segunda parte de este trabajo se presenta la propuesta de rehabilitación ambiental de la envolvente de verano. En la misma se identifican los elementos existentes y las intervenciones desarrolladas para lograr los resultados referidos a la protección a la radiación solar y a la ventilación nocturna.

7. RESULTADOS: SÍNTESIS DEL DIAGNÓSTICO DE INVIERNO

Puntos Débiles:

- Temperaturas interiores inferiores al rango de confort.
- Importante consumo de gas en invierno.
- Muros sin aislamiento.
- Marcos con simple contacto y sin burletes.
- Existencia de espacios intermedios que, al no contar con el aislamiento o gestión adecuados no cumplen su función ambiental.

Puntos Fuertes:

- Orientación principal al Norte.
- Muros con masa (adobe – ladrillos macizos) que favorecen la inercia térmica y la acumulación de calor.
- Uso de materiales regionales como la caña para el aislamiento de cubiertas.
- Tamaños adecuados en las aberturas para la captación solar, la ventilación y la iluminación.

La vivienda presenta ciertas características que tienden a favorecer el comportamiento ambiental de los espacios: gran inercia térmica en los muros de adobe, aislamiento con caña en las cubiertas y galería vidriada al Norte con dimensiones adecuadas para la suficiente ganancia solar pasiva. En la Figura 10 se observa una imagen de la composición de la cubierta y los elementos de la envolvente vidriados que cierran la galería. El ingreso a la vivienda se efectúa por un recibidor con doble puerta que reduce el intercambio de aire interior-exterior, beneficiando la conservación de energía.



Sin embargo, la estrategia pasiva de invierno es insuficiente y no posibilita optimizar la energía ganada. Como consecuencia la vivienda no alcanza el confort interior. Se propone la mejora de los marcos para evitar infiltraciones y la incorporación de vidrios dobles en los elementos de la envolvente transparentes. También es necesaria la incorporación de elementos exteriores en la envolvente que permitan reducir la pérdida de energía de los parapetos vidriados durante la noche o durante días nublados.

8. CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA

En esta primera parte del trabajo se concluye con la verificación cuantitativa de la falta de confort expresado en forma cualitativa por los usuarios (temperaturas promedio entre 11 y 13°C en invierno y entre 28 y 29°C en verano). Asimismo se vislumbran alternativas de rehabilitación ambiental que permitirían el logro del confort por medios naturales tanto en invierno como en verano. Las síntesis de diagnósticos logrados en los puntos 6 y 7 serán el punto de partida para la segunda parte en donde se desarrollarán y evaluarán propuestas concretas de rehabilitación ambiental de la vivienda estudiada. Atendiendo a la situación económica particular argentina, las mismas se presentan en dos etapas de aplicación sugiriendo el orden de las mismas debido al impacto de la mejora.

9. REFERENCIAS

- BORMIDA, E. (1984) Mendoza, una ciudad oasis. Revista de la Universidad de Mendoza 4-5. Ed. Universidad de Mendoza.
- COMMISSION OF EUROPEAN COUNTRIES. *A green Vitruvius. Principles and Practice of Sustainable Architectural Design*. Ed. James and James, 1999. pp.89.
- GUAYCOCHEA DE ONOFRI, R. (2001) Arquitectura de Mendoza y otros estudios. Nueva Edición, Ed. Inca.
- LONGOBARDI y HANCOCK, M. Field Trip Strategies. Proceedings of TIA 2000.
- NICOL, F. y ROAF, S. (2005) *Post-occupancy evaluation and field studies of thermal comfort*. Building Research and Information (2005) 33(4) pp. 338-346.
- WAISMANN, M. (ed.) (1999) *Documentos para una Historia de la Arquitectura Argentina*. Ed. Summa.

10. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Familia Sidoni por habernos permitido realizar el diagnóstico cuantitativo mediante mediciones en su vivienda.

ABSTRACT: A two-part work is presented. The first one develops a qualitative thermal comfort diagnosis in half-patio single family houses that shows a lack of comfort in the 35% of the cases in summer and in 50% of the cases in winter. A case study is selected and *in situ* measurements are performed in which are checked and quantified the lack of comfort expressed by users (as a result: mean temperatures between 11 and 13°C in winter and between 28 and 29°C in summer). The cause is found in the fact that these houses, even though they are correctly oriented, do not present adequate mechanisms for the environmental regulation of spaces and the achievement of the interior comfort. As a conclusion the opportunities of environmental improvement through envelope rehabilitation are defined. These opportunities will be developed and evaluated in the second part of this work.

Key words: environmental rehabilitation, half-patio typology, thermal comfort, diagnosis.