

## POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA GANANCIA SOLAR DIRECTA EN ZONAS ÁRIDAS ANDINAS.

**Arboit, Mariela; Basso, Mirza; Mesa, Alejandro y de Rosa, Carlos**

Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales. INCIHUSA, CONICET  
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, LAHV  
C.C.131. (5500) Mendoza, Argentina. Tel. +54-0261-524-4054  
E-mail: [marboit@lab.cricyt.edu.ar](mailto:marboit@lab.cricyt.edu.ar)

### RESUMEN

La implementación de estrategias de calefacción solar pasiva, posibilitaría reducir los elevados consumos invernales con aportes de energías renovables para el acondicionamiento ambiental del parque edilicio urbano, permitiendo un ahorro sustancial en el consumo energético. Dentro de las estrategias de calefacción solar pasiva, mediante sistemas de ganancia directa (GD), se pueden alcanzar ahorros energéticos con modificaciones en las superficies de aberturas. Si bien las envolventes edilicias, la localización, orientación y dimensionamiento de las mismas son importantes para la eficiencia energética, la captación solar a través del Área Colectora (AC) depende de la incidencia de obstrucciones (diseño de carpintería, rejas, arbolado urbano y volumetría construida). Partiendo de éste análisis se calcula la disponibilidad real de superficies colectoras, considerando como conjunto de análisis 32 manzanas urbanas de baja densidad del AMM. Para aprovechamiento de la energía solar disponible, mediante ganancia directa. A la situación actual se le realizaron mejoras que fueron evaluadas con el método SLR (Solar Load Ratio) del LANL (Los Alamos National Laboratory). Los resultados indican beneficios energéticos de hasta el 22% derivado las mejoras realizadas.

### ABSTRACT

The implementation of passive solar heating strategies would allow a future reduction of the high winter consumptions, by the contribution of renewable energies for environmental conditioning of the urban building stock, Within the strategies of passive solar space heating the direct gain is a system that would allow reaching high efficiencies and significant energy savings with only minimal modifications of the conventional local building practices. Even when the building envelopes, the location, orientation and the sizing of the openings are important for the energy efficiently, the collection through windows also depends on the incidence of nearby obstructions (urban trees and built volumes). Departing from this analysis, the real availability of collecting surfaces was calculated, considering a sample group of 32 low-density city blocks of Mendoza's Metropolitan Area, for the use of the available solar energy though direct gain. To the present situation, improvements were implemented which were then evaluated through the use of the LCR method of LANL (Los Alamos National Laboratory). The results obtained indicate significant energy benefits, derived from the use of the available solar resource in the region, through direct gain systems.

### 1. INTRODUCCIÓN

Se ha producido una amplia discusión en los sectores científicos acerca de la importancia de alcanzar la sustentabilidad ambiental en medianos plazos (MEADOWS, 1992). La preocupación con respecto

al futuro del medio ambiente y los recursos del mundo han logrado un consenso global que está fuera de todo cuestionamiento.

El debate ha incluido una variedad de temas relacionados con población, consumo de energía, calentamiento global y contaminación. Mientras que el conjunto de problemas ambientales es importante y todos están interrelacionados, el urbanismo plantea aspectos difíciles de resolver.

Aún cuando los problemas son ampliamente conocidos, la complejidad de las ciudades y la búsqueda de soluciones efectivas es una tarea ardua. El uso de la energía en el ambiente construido es, sin lugar a dudas, uno de los aspectos esenciales a ser encarados por planificadores y diseñadores en el camino hacia ese objetivo ambicioso y elusivo.

Mucho se ha discutido acerca de la interrelación entre consumo de energía y morfología urbana (OWENS,1998; GIVONI,1998). El consumo de la energía en la edificación urbana es principalmente dependiente de las condiciones de la escala “micro”, de la configuración de la morfología urbana y edilicia.

Mientras que los avances en tecnologías edilicias energéticamente eficientes ofrecen una contribución significativa y bien conocida en este sentido, la morfología urbana presenta una compleja problemática. Las distribuciones espaciales, deben ser claramente definidas para poder minimizar el malgasto de energía y maximizar el uso potencial de energías renovables, fundamentalmente en sitios de amplia disponibilidad del recurso solar en edificios urbanos, con altos requerimientos de calefacción de espacios, calentamiento de agua para uso doméstico y eventualmente generación fotovoltaica “in situ” (BASSO, 2003; FERNÁNDEZ, 2001).

A pesar de que la región estudiada cuenta con un generoso recurso solar, el problema de la sustentabilidad energético-ambiental de los medios urbanos se agrava progresivamente. El análisis de la matriz de consumo el sector edilicio residencial provincial representa el 27.7% de la demanda energética total (59.8 % gas natural, 11.2% gas envasado, 15.5% electricidad, 10.7% leña y 2.8% otros) con una eficiencia (Consumo Neto/Consumo Útil) del 55%. Del 100% de energía utilizada en el sector, el 41,1% es utilizada para calefacción y el 32,6% para calentamiento de agua. Si consideramos enfriamiento y refrigeración el consumo es del 0,5% (Comisión de Energía, UNC, 2004).

El objetivo del estudio es determinar el potencial energético de la ganancia solar directa para calefacción de espacios, mediante el cálculo del Área Colectora efectiva (AC) en entornos urbanos de baja densidad del Área Metropolitana de Mendoza, Argentina.

## **2. SITUACIÓN DE REFERENCIA**

### **2.1 Datos Regionales**

La zona definida para este estudio es el Área Metropolitana de Mendoza (AMM), integrada por seis departamentos, con una población aproximada de un millón de habitantes. La región se sitúa en el Centro Oeste de Argentina, a -32.88 latitud, 68.85 longitud y 827 m s.n.m. (Fig. 1)

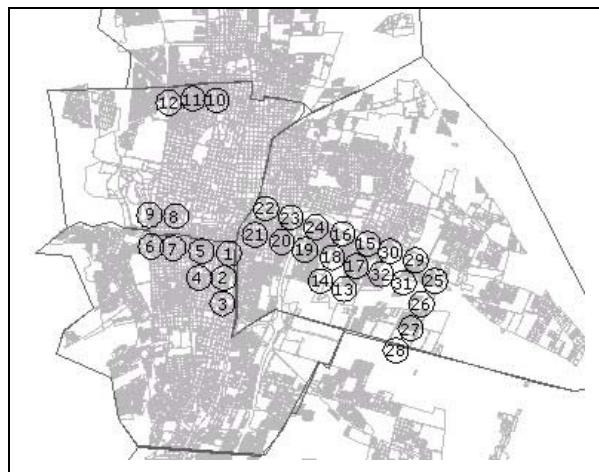
En climas con inviernos templado-fríos, la radiación solar es el recurso climático que más beneficios ofrece en el ciclo anual, desde el punto de vista del confort y ahorro energético. El AMM posee condiciones climáticas particulares, definidas por una marcada aridez, como consecuencia de los bajos niveles de precipitación, elevados niveles de insolación, importantes variaciones estacionales y diarias de la temperatura. El promedio anual de heliofanía relativa es alto, está por encima de 8 horas diarias, la nubosidad en la región muestra valores anuales inferiores al 40% de cielo cubierto. Los grados día de calefacción en base 18°C, están entre los 1300°C y 1500°C.

La ganancia solar directa posibilitaría disminuir la importante demanda de calefacción en época invernal, ya que existe una alta radiación solar sobre superficie horizontal para el AMM de entre 9.1 y 17 MJ/m<sup>2</sup>. Se puede afirmar que aprovechando el sol en las horas centrales del día (de 9.30 a 14.30 hora solar) se aseguraría más del 80% de radiación solar que conseguiría ser captada para calefacción de espacios.

## 2.2 Selección del área de análisis

A partir de las características de la morfología urbana del AMM se determinó una muestra representativa de la estructura urbano-edilicia en entornos de baja densidad compuesta por 32 manzanas urbanas de 11 sectores, (Fig. 2) del Área Metropolitana de Mendoza (AMM) (Fig. 3). La muestra, incluye tipologías de manzanas y edificios, en tramas urbanas residenciales (con una representatividad de más del 90%). (Fig. 4)

Se considera como unidad de análisis el conjunto edilicio compuesto por todos los edificios construidos sobre una misma manzana, unificando en el cálculo todos los valores, como si se tratara de un solo edificio.



**Figura 2: Casos seleccionados**



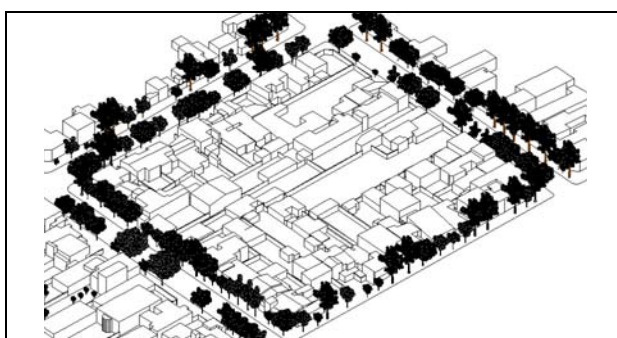
**Figura 3: Vista aérea de AMM**



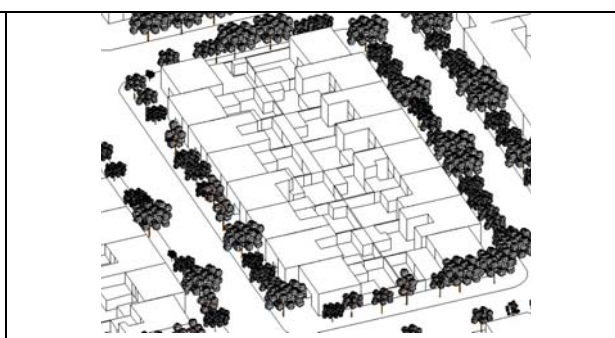
**Figura 4: Entorno típico de baja densidad**

## 3. METODOLOGÍA

Definida la muestra a partir de un relevamiento fotográfico in-situ del espacio se obtuvo información del contexto. Complementariamente se realizó la construcción de un archivo gráfico-computacional conteniendo la información de las 32 unidades de análisis seleccionadas. Sobre la base de la información y la digitalización de las imágenes se conforman modelos 3D en programación AutoCAD de las volumetrías de las viviendas y se integraron en cada manzana de baja densidad. Totalizando operativamente las componentes de estudio. (Figs. 5 y 6)



**Figura 5: Manzana 8**



**Figura 6: Manzana 29**

Los pasos metodológicos definidos son los siguientes:

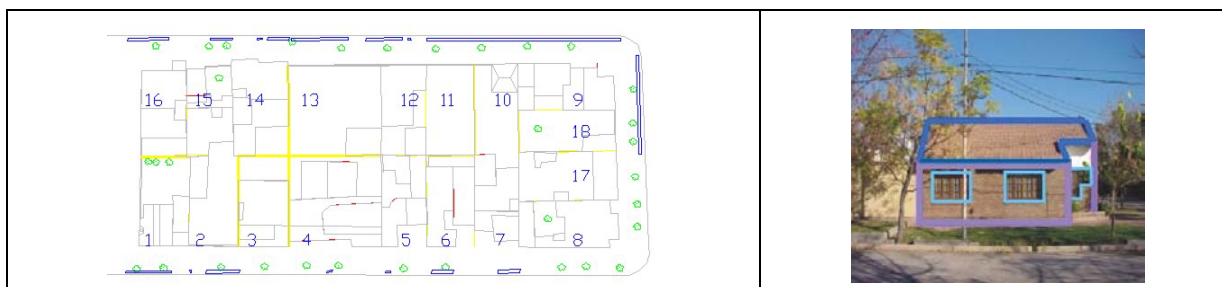
a. Determinación del asoleamiento real: Mediante el modelo gráfico de cálculo desarrollado en la UID (MESA, 2000), se obtuvieron las superficies asoleadas en fachadas norte para los días 21 de los meses de abril a septiembre para las 5 horas centrales del día, de 9.30 a 14.30 hs. solar.

En una primera etapa se realizaron 960 imágenes que contienen las perspectivas axonométricas vistas desde el sol correspondiente a los sectores urbanos seleccionados sin el arbolado urbano y con el

material elaborado se calcularon las áreas asoleadas de fachadas norte afectadas por enmascaramiento sólido. En una segunda etapa se evaluó la presencia del arbolado, considerando la forma, tamaño plenitud y punto de inserción espacial de cada ejemplar en la trama urbana. Se aplicaron posteriormente los porcentajes de permeabilidad solar del arbolado (CANTÓN, 2003), para determinar el área colectora real en fachadas norte (suma de área totalmente asoleada más área parcialmente asoleada afectada por el arbolado urbano).

b. Determinación de área de aberturas en fachadas: Para conocer el porcentaje de aberturas ubicadas en la fachada a la calle el procedimiento utilizado fue el siguiente:

**Relevamiento in-situ:** Se aplica un proceso de relevamiento de campo acompañado de datos cartográficos en formato digital de catastro: calles, arbolado público, cotas de nivel, etcétera.



**Figura 7: Relevamiento in-situ**

**Figura 8: Relevamiento fotográfico**

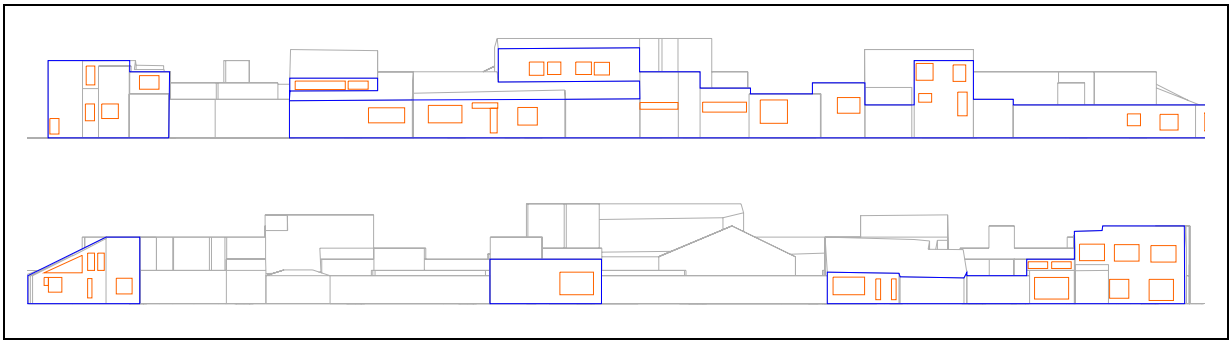
Apoyados en el análisis de estos mapas y aéreo-fotogrametrías disponibles se relevó información in situ por lote (Figs. 7 y 8). Durante el trabajo de campo se tomaron imágenes fotográficas de cada una de las morfologías construidas donde fue necesario recopilar información sobre un total de 1200 edificios construidos. Se obtuvo un archivo digital numerado por lote, con detalles de fachadas, aberturas, arboleda pública de cada lote (CÓRICA, 2004). (Fig. 9)



**Figura 9: Archivo Digital**

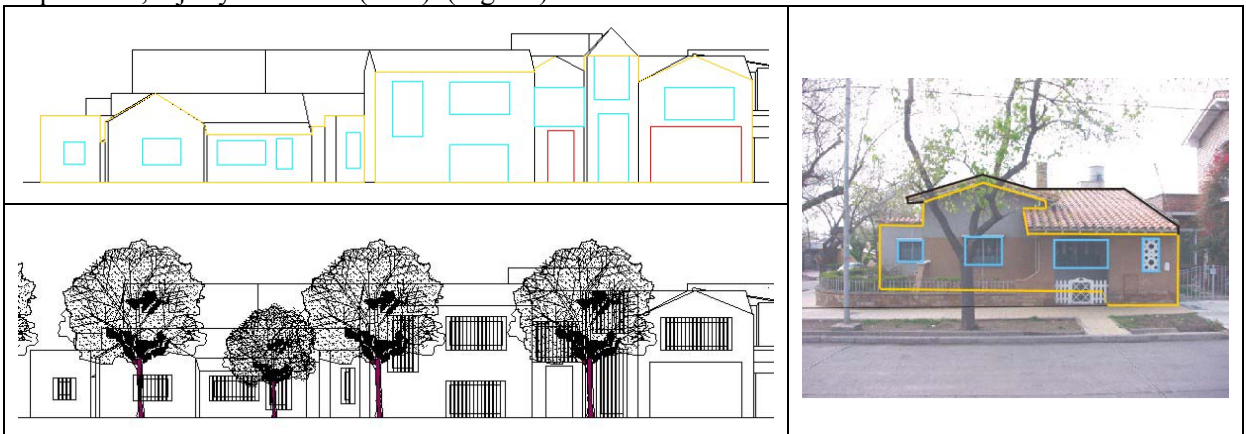
**Cálculo de aventanamientos:** Una vez constituidos los parámetros de referencia de cada vivienda en dos dimensiones, se conforman regiones con los bordes que albergan las áreas seleccionadas. Mediante una rutina de cálculo (Mesa, 2000), se obtienen las superficies en fachadas y ventanas. A partir de éstos valores se calcularon las áreas colectoras reales para ganancia directa computando la diferencia entre las superficies (Fig. 10).

El método propuesto ha sido validado mediante la comparación de resultados de mediciones desarrolladas sobre las manzanas seleccionadas por su condición de representatividad del barrio, sobre imágenes fotográficas obtenidas, y la reglamentación vigente en el Código de Edificación Municipal. (ARBOIT, 2005)



**Figura 10: Imagen del cálculo de las áreas de aventanamiento y fachadas de un área analizada.**

**Determinación del área colectora (AC) a través de la ganancia directa:** El área colectora AC (m<sup>2</sup>) potencialmente disponible para la calefacción de espacios, es el área neta de vidrio de las fachadas orientadas al N (+/- 15°) efectivamente asoleadas. (Fig. 11) Se descuentan las superficies vidriadas que reciben sombras arrojadas por elementos sólidos (construcciones vecinas) y permeables (arbolado) (CANTÓN, 2003), y se computan además los porcentajes de reducción por obstrucciones de carpinterías, rejas y mochetas (25%). (Fig. 12)



**Figura 12: Reducción del Área Colectora (AC)**

**Cálculo del Área Colectora Máxima (ACM<sub>ax</sub>):** A partir de los resultados de acceso al sol obtenidos mediante el modelo gráfico de cálculo y de la determinación del área de aberturas en fachadas fue posible cuantificar el ACM<sub>ax</sub> y su potencial de ahorro energético. Se consideró para cada manzana la situación de envolventes reales, presentes y sin cambios.

El comportamiento energético se calculó a partir del método SLR (solar-load ratio) para la Fracción de Ahorro Solar (FAS) anual en dos alternativas: envolventes con tecnologías tradicionales y aventanamientos reales, y envolventes con tecnologías tradicionales y aventanamientos mejorados.

#### **4. RESULTADOS**

Se relacionaron las Áreas de Muros Norte realmente asoleadas (en la situación menos apropiada de la estación de calefacción analizada), con el Total de Muros Norte Potencialmente Colectores (Fig.13).

Las posibilidades de implementar calefacción de interiores por GD está condicionada por la potencialidad solar de los entornos urbanos, por lo expresado las superficies asoleadas verticales son de fundamental importancia.

Los resultados reflejan el factor de asoleamiento con un rango de valores entre 40% y 10%. En el Escenario 25 se desaprovecha el 70% del área potencialmente disponible para ganancia solar sobre la manzana (valor medio). En el extremo inferior del rango analizado se obtienen valores de obstrucción del 90% al recurso solar (Escenario 32).

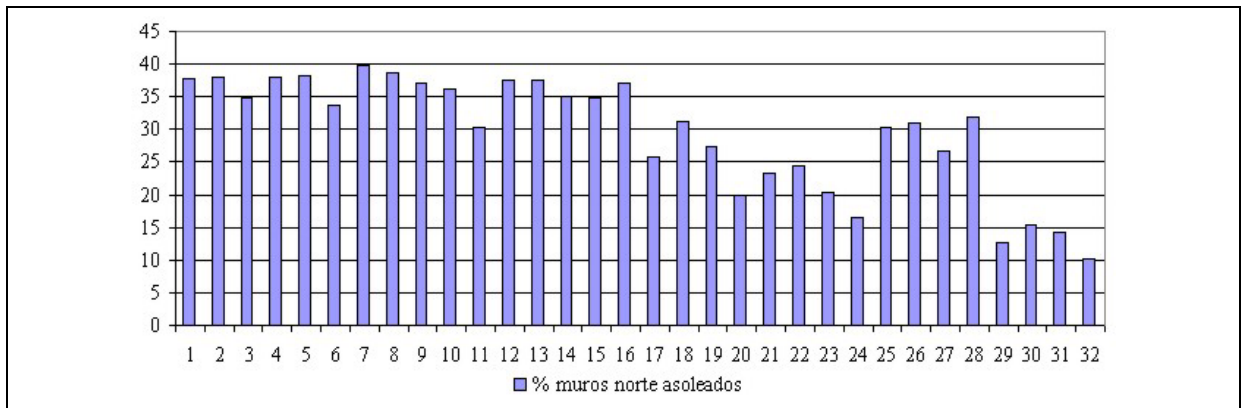


Figura 13: Área Asoleada al Norte / Área Colectora Potencial.

#### 4.1 Área Colectora Disponible para Calefacción de Espacios:

**Aventanamientos Reales -AC (m<sup>2</sup>)-:** En la morfología urbana actual existe en promedio el 48% de ventanas asoleadas en fachadas norte libre de obstrucciones. El 52% restante está influenciado por enmascaramientos.

**Aventanamientos Mejorados -ACM<sub>ax</sub> (m<sup>2</sup>)-:** Se estipula para la ampliación de ventanas el 85% del total de las superficies verticales orientadas al norte asoleadas, dado que por razones constructivas es imposible utilizar el total de fachadas asoleadas para captar energía. Descontando el 15% restante para situaciones de borde y detalles constructivos (estructura edilicia).

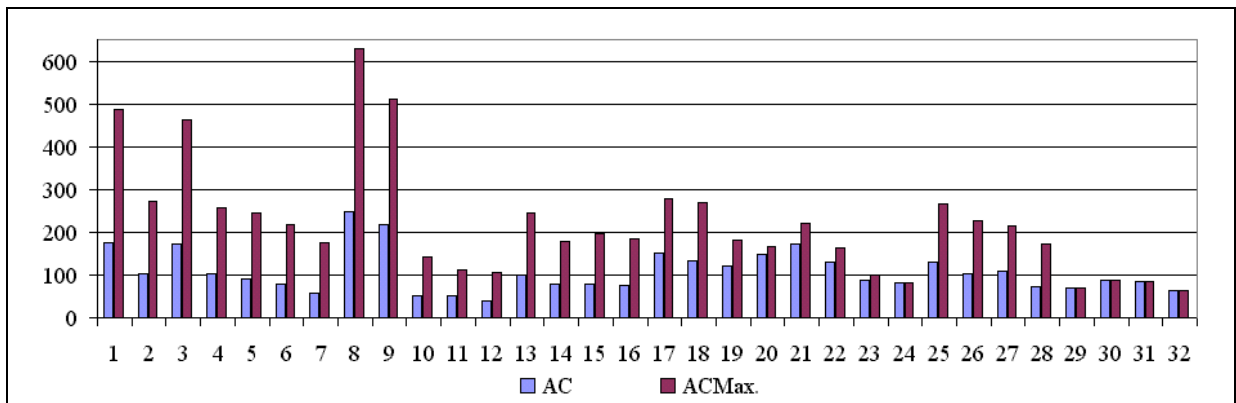


Figura 14: Relación Área Colectora y Área Colectora Máxima.

En los casos analizados se presentan distintas situaciones:

**Manzanas con eje principal Este-Oeste:** Aquellas manzanas con ancho de cañones urbanos de 20m, valores bajos de FOS (Superficie construida en planta baja/ superficie total construible) y FOT (Superficie construida total/ superficie total construible del terreno) y morfologías 5:4 y 5:5 (Fig. 15) es posible ampliar la GD hasta un 300% de las áreas actuales (Escenarios 6 a 9). (Fig. 14 y 16)

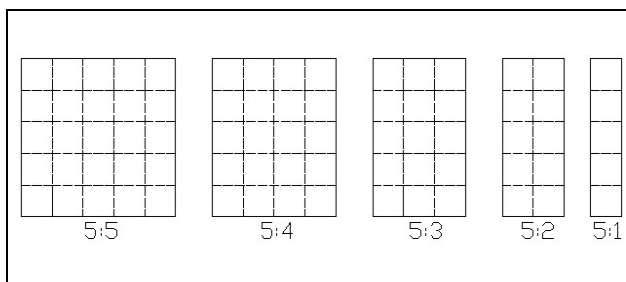


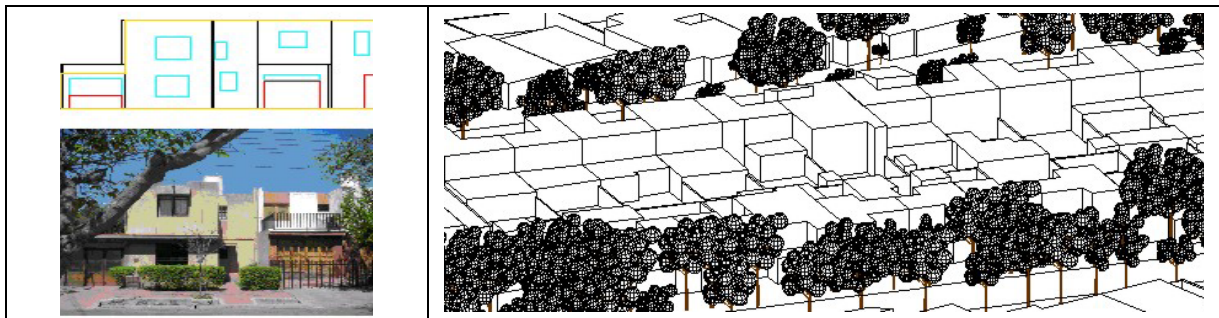
Figura 15: Tipologías de manzanas urbanas



Figura 16: Vista Aérea Escenario 8

En los entornos con morfologías edilicias de carácter regular, bien orientadas, con elevado índice FOT y cañones urbanos estrechos merece una especial atención a la hora de la localización de la abertura

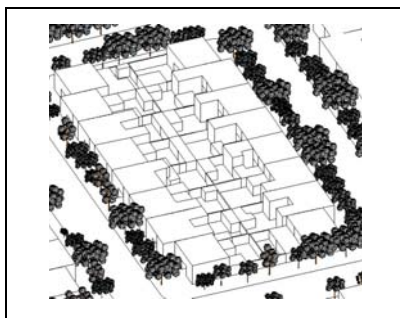
para GD ya que el porcentaje de muros asoleados norte se reduce considerablemente (Escenario 17). (Fig.17)



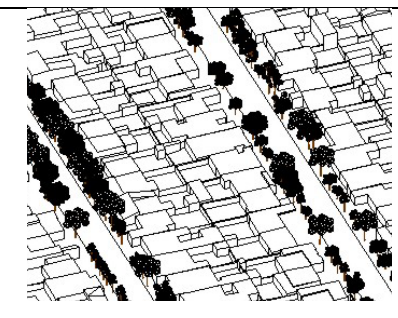
**Figura 17: Imagen del Escenario 17**

**Manzanas con eje principal Norte-Sur:** En las manzanas con valores de FOT alto, ancho de cañón urbano menor a 20m y morfología edilicia homogénea es imposible aumentar la ganancia solar directa, ejemplos: escenarios del 29 al 32 ya que el tamaño de las ventanas superaría la disponibilidad de paramentos asoleados. (Fig. 14 y 18)

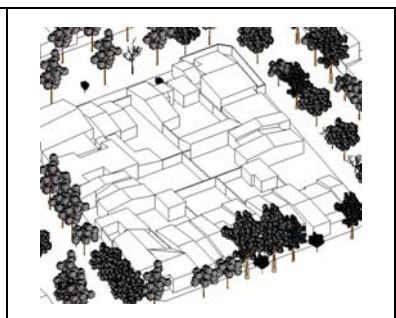
En las manzanas con orientación desfavorable, pero baja obstrucciones por arbolado urbanos y valores bajos de FOS y FOT, ancho de cañón urbano menor a 20m y morfología edilicia homogénea es posible aumentar con precaución el tamaño de la ganancia solar directa, ejemplos manzanas escenarios del 19 al 23. (Fig. 14 y 19)



**Figura 18: Escenario 32**



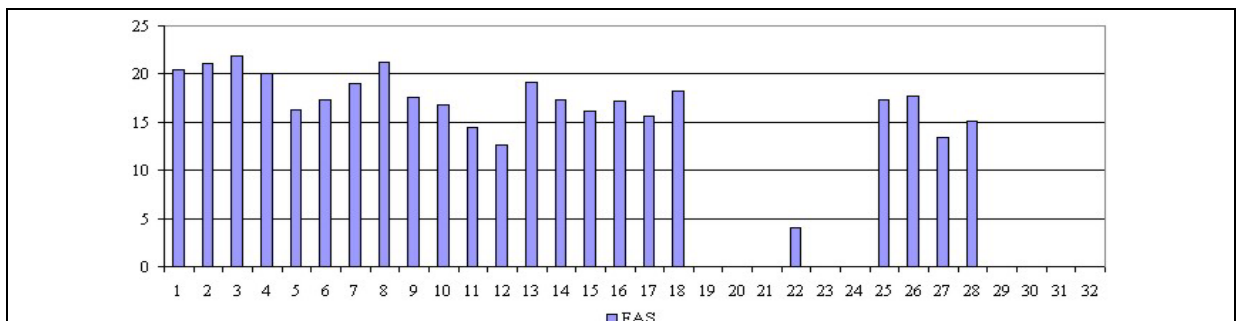
**Figura 19: Escenario 19**



**Figura 20: Escenario 10**

En aquellas manzanas con orientación desfavorable ( $74^\circ$ ) como es el caso de los escenarios 10,11 y 12 con tipologías de manzanas 5:4 (Fig.16) y con morfología edilicia heterogénea. Dichos escenarios tienen posibilidad de reciclados y mejoras, ya que las salientes y contrafachadas norte permiten mayor cantidad de muros asoleados y por lo tanto el porcentaje de aberturas asoleadas podría ampliarse. (Fig. 14 y 20)

#### 4.2 Análisis de la Fracción de Ahorro Solar (FAS)



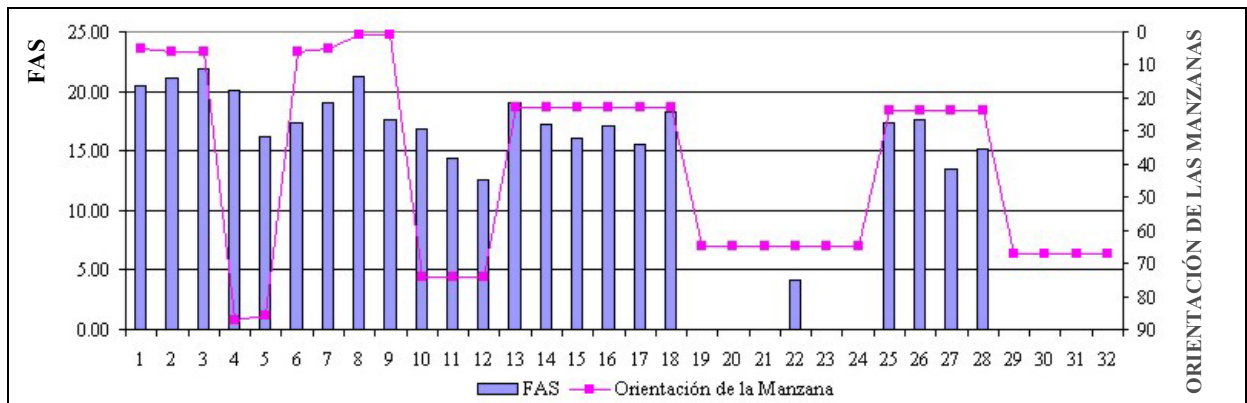
**Figura 21: Resultados del Factor de Ahorro Solar -  $ACM_{ax}$ .**

Para la alternativa de aventanamientos reales (manzanas sin solarizar) no se observa ninguna sensibilidad en las Fracciones de Ahorro Solar (FAS), con valor extremo 0 (cero). Para las manzanas solarizadas con medidas adicionales de GD ( $ACM_{ax}$ ) la fracción de la carga térmica de invierno que es satisfecha mediante la energía solar, varían entre 0 (cero) y 22 % para los extremos del rango, con una media del 12 % en las manzanas estudiadas. Si bien en los Escenarios 19 al 23 es posible aumentar con precaución la GD los valores de FAS siguen cercanos o iguales a 0 (cero) por lo tanto no es

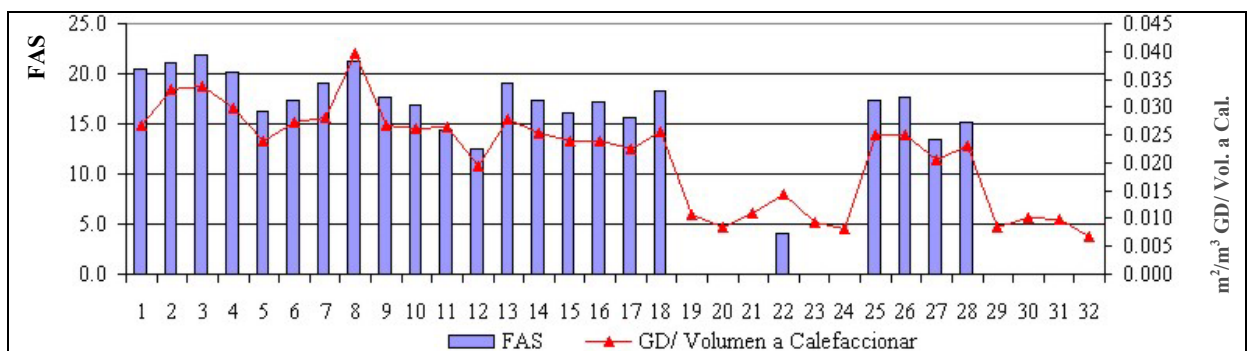
suficiente y se debe pensar en medidas conservativas. Sin embargo el Escenario 22 alcanza una FAS positiva debido a la carencia de arbolado urbano. (Fig. 21)

Al analizar la influencia de cada una de las variables de la morfología urbana y edilicia en el comportamiento energético de las manzanas urbanas se concluye que solo indicador urbano o edilicio separadamente no explica el comportamiento energético de las manzanas urbanas (Fig. 22), por lo que se prevé hacer un estudio estadístico multivariar para determinar la incidencia de cada una de ellas.

Los entornos urbanos de baja densidad son los que presentan mayor requerimiento energético para calefaccionar los ambientes por unidad de volumen (MESA, 2000). Por lo tanto se correlacionaron los valores de FAS con el Área Colectora(GD)/ Volumen a Calefaccionar. En la figura 23 se observa el comportamiento de FAS similar a GD/volumen a calefaccionar ( $m^2/m^3$ ).



**Figura 22: Relación de FAS y orientación de las manzanas**



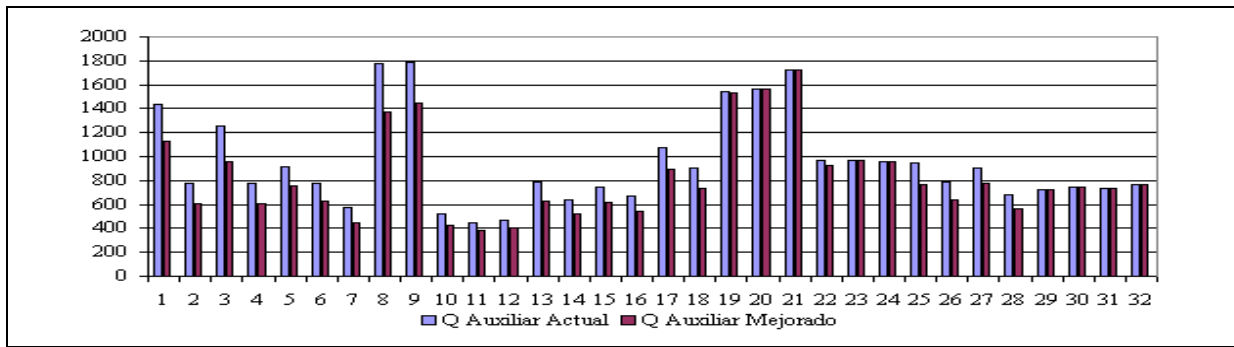
**Figura 23: Relación entre FAS y GD/Volumen a Calefaccionar.**

Los datos obtenidos y relacionados muestran que si la relación entre el GD/volumen es de 0.02 el FAS posee valores cercanos 12% hasta alcanzar un valor máximo de Factor de Ahorro Solar de 22 % correspondiente a 0.037 metro cuadrado de área neta de vidrio de las fachadas orientadas al Norte afectivamente asoleada por cada metro cúbicos ( $m^3$ ) del espacio a calefaccionar (Escenario 8).

### 4.3 Análisis de la Energía Auxiliar Necesaria (Q Auxiliar Mw-h/año)

El Q Auxiliar es la Energía Auxiliar Convencional necesaria para suplementar a la FAS hasta el 100% de la necesidad de calefacción anual. Se calcularon los valores de la Energía Auxiliar Necesaria (Q Auxiliar) para las dos alternativas: a- Q Auxiliar Actual: Envoltentes con tecnologías tradicionales y aventanamientos reales. b- Q Auxiliar Mejorada: Envoltentes con tecnologías tradicionales y aventanamientos mejorados. (Fig. 24)



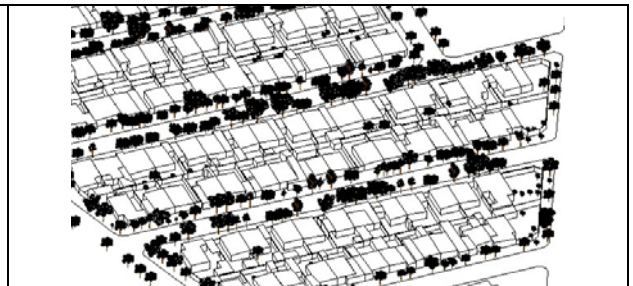


**Figura 24: Q Auxiliar Actual (Mw-h/año) y Q Auxiliar Mejorado Mediante GD (Mw-h/año)**

Los valores del área  $Q$  Auxiliar Mejorada /  $Q$  Auxiliar Actual, refleja el factor de ahorro potencial de energía mediante la utilización de sistemas pasivos de GD: Los valores varían entre 0% (Esc.32) y 24% de ahorro energético (Escenario 3) con una media de ahorro del 13% (Esc. 27). (Figs. 25 y 26)

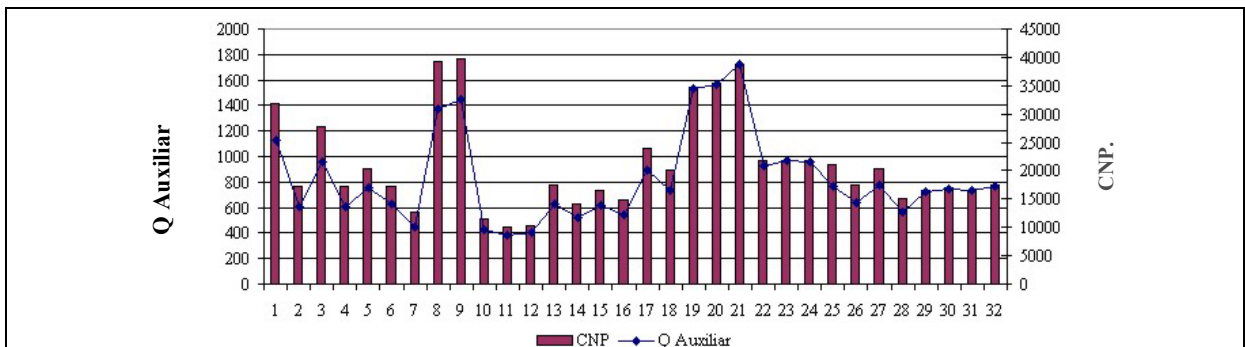


**Figura 25: Manzana 3**



**Figura 26: Manzana 27**

Al igual que se da en el caso anterior el  $Q$  Auxiliar (Mw-h/año) crece simultáneamente con el Coeficiente Neto de Pérdidas (CNP) motivado por las superficies de intercambio de muros, techos, fundaciones, aventanamientos. (Fig. 27)



**Figura 27: Relación entre Q Auxiliar Mejorado (Mw-h/año) y CNP (w/°K).**

Los ahorros energéticos presentan una fuerte variación con la disminución del CNP esto implicaría importantes economías de energía con la implementación de medidas adicionales de conservación. Sin embargo la combinación de ambos sistemas de GD y conservación incrementarían significativamente los ahorros energéticos.

## 5. CONCLUSIONES

Una visión global de los resultados pone claramente en evidencia las deficiencias existentes en la situación real presente de los entornos urbanos. Como puede establecerse luego de analizar los resultados la estrategia de aprovechamiento de la energía solar para calefacción de espacios a través de sistemas solares pasivos, GD, no son suficientes y deberían complementarse con estrategias conservativas. Los resultados mostraron que para los espacios de uso residencial, el máximo valor de FAS alcanzado, mediante GD es de 22 %.

Se conoce que un sistema pasivo eficiente, como el de GD, es efectivo solo en una profundidad aproximada de seis metros, desde la fachada norte (GOULDING, 1994). Cuando se trabaja con un objetivo a mediano y largo plazo resulta inaceptable que una importante cantidad de energía no pueda ser aprovechada, para el mismo uso, especialmente cuando se trate de grandes volúmenes, de una

profundidad mucho mayor de 6m que quedaría así sin otra posibilidad que recurrir a la calefacción convencional. Para “superar” tentativamente esta limitación se propone implementar un sistema activo complementario de calentamiento de aire que, mediante un colector vertical, conductos horizontales aislados y un pequeño ventilador establezca un “loop” convectivo forzado con los espacios principales de la cara opuesta del edificio, la validez de esta suposición y su viabilidad económica, debe ser puesta a prueba por estudios futuros (FERNÁNDEZ, 2003).

La reglamentaciones municipales vigentes (Códigos de Edificación) que regulan las construcciones en medios urbanos, establecen para los distintos tipos de locales, valores mínimos admisibles de superficies de aberturas destinadas a ventilación e iluminación. En la actualidad esos porcentajes están en relación con el área de pisos del local, y para los locales principales se establece como valor mínimo el 12% (MUNICIPALIDAD DE MENDOZA, 2000). De lo expuesto surge que el porcentaje de aberturas exigido por las Ordenanzas Municipales no son suficientes para alcanzar los más altos niveles de utilización solar que el recurso, el diseño y la tecnología permiten en la región considerada.

Otro aspecto revelador es que este valor mínimo del 12% (si bien está referido al área de pisos exigido es de los locales principales), no contempla la superficie en dirección Norte ni las obstrucciones producidas por elementos sólidos o permeables. Además no considera las áreas de GD relacionadas al volumen a calefaccionar. Si bien las Ordenanzas Municipales representan un esfuerzo interesante para mejorar las condiciones ambientales queda aún pendiente, definir lineamientos de diseño que sirvan de base a una legislación futura que controle variables significativas para la optimización y generalización del aprovechamiento solar en entornos urbanos.

## 6. REFERENCIAS

- ARBOIT, M et al. (2005). "Potencial energético de la ganancia solar directa en medios urbanos consolidados de zonas áridas andinas." AVERMA, Ed. Milor, Salta, Argentina.
- BASSO, M., et al. (2003). “Urban morphology and solar potential of the built environment in Andean Cities of Hispanic Layout. Assessing proposals towards a more sustainable energy future”. 20th Conference on Passive and Low Energy Architecture, PLEA 2003, Santiago – Chile, Noviembre.
- BLOWERS, A. (1993). “Planning for a sustainable environment. A Report by the Town and Country Planning Association”. Earthscan Publications Limited. London.
- BREHENY, M. (1996). “Centrist, Decentrists and Compromisers in The Compact City”. E & FN Spon, London.
- CANTON, M.A., et al. (2003). “Assessing the solar resource in forested urban environments: results from the use of a photographic-computational method. Architectural Science Review, Vol. 46.
- CÓRICA, L., et al. (2004). “Iluminación natural de espacios habitables en función de la morfología urbana circundante, para climas soleados”. AVERMA, Ed. Millor, Salta, Argentina.
- FERNÁNDEZ, J. et al. (2003). “Consecuencias energéticas de las nuevas reformas al código de edificación de la Ciudad de Mendoza” AVERMA, Ed. Millor, Salta, Argentina.
- GIVONI, B. (1998). “Climate considerations in building and urban design” John Wiley & Sons, Inc. USA.
- GOULDING, J. et al. (1994). “Energy in Architecture. The European Passive Solar Handbook. C.E.C.
- MEADOWS, D. H., et al. “Beyond the limits”. Earthscan Publications Limited. London. 1992.
- MESA N. A. et al.(2000). “Determinación de áreas de fachadas potencialmente colectoras en medios urbanos, a través de un modelo gráfico computacional”. Memorias del Ises Millennium Solar Forum 2000, ANES, México, D. F.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y OBRAS PUBLICAS. (1998). “Estudio energético integral de la provincia de Mendoz”. Mendoza, Argentina.
- MUNICIPALIDAD DE MENDOZA (2000). “Código de Edificación”, Ordenanza N° 3296/14975/1996”.
- OWENS, S, (1986). “Energy, Planning and Urban Form”. Pion Ltd., London.