



RECIBIDO: 15.03.2014

ACEPTADO: 27.05.2014

**DISEÑO BIOCLIMÁTICO, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍA SOLAR
EN PROYECTOS DE VIVIENDA SOCIAL DE ARGENTINA**

**BIOCLIMATIC DESIGN, ENERGY EFFICIENCY AND SOLAR ENERGY
FOR SOCIAL HOUSING PROJECTS IN ARGENTINA**

**DISEGNO BIOCLIMATICO, EFFICIENZA ENERGETICA ED ENERGIA SOLARE
NEI PROGETTI DI ABITAZIONI SOCIALE IN ARGENTINA.**

*Silvia de Schiller
sdeschiller@gmail.com

**John Martin Evans

Centro de Investigación Hábitat y Energía
Secretaría de Investigaciones

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Universidad de Buenos Aires



*Investigadora especializada en sustentabilidad urbana, graduada en la FAU-UBA, prosiguió estudios de posgrado en Planificación Urbana y Regional en la Sociedad Argentina de Planificación, Buenos Aires, de Especialización en Planeamiento y Vivienda en Bouwcentrum International Education, Rotterdam, y se doctoró en Diseño Urbano en Oxford Brookes University, Oxford. En 1994 establece el Programa de Asistencia Técnica en Arquitectura Bioambiental (Resol.CD FADU-UBA 222/94), desarrollando proyectos demostrativos y asesoramientos a instituciones públicas y privadas en sustentabilidad de desarrollos urbanos y certificación de Edificación Sustentable. Dirige el Programa de Trabajo de Arquitectura para un Futuro Sustentable, Unión Internacional de Arquitectos, Región 3 'Las Américas'.



**Investigador especializado en eficiencia energética en edificios y la integración de energías renovables en el hábitat construido. Arquitecto, graduado y docente de la Architectural Association, Londres, se doctoró en la Universidad Tecnológica de Delft, Países Bajos. Fue Vice-Decano del Bouwcentrum International Education, Rotterdam, recibió premios por sus aportes a la investigación en energías renovables en arquitectura 'Pionero en Energías Renovables' por WREN, World Renewable Energy Network, y en concursos internacionales de proyectos. Experto en diseño bioclimático y consultor en acondicionamiento natural y eficiencia energética, asesora en el desarrollo de normativas edilicias y certificación de Edificación Sustentable en proyectos demostrativos e innovación.



RESUMEN

Este trabajo analiza el desarrollo de medidas para reducir la demanda de energía convencional en vivienda social en 8 regiones ambientales, representativas de la variación climática de Argentina. El proyecto adopta una serie de innovaciones en diseño, construcción e instalaciones en 4 categorías establecidas y evalúa las mejoras progresivas. Cada localidad cuenta con un conjunto habitacional que actúa como Vivienda de Referencia, sobre la que se elaboran mejoras según las categorías. En las Categorías 1 y 2 se mejoran las características térmicas de la envolvente, muros y techos, sin modificar el diseño original. En la Categoría 3, se adoptan nuevos diseños con estrategias bioclimáticas con captación y protección solar, ventilación cruzada, etc., que mejoran su desempeño y se incorporan sistemas solares pasivos según las condiciones ambientales de cada localidad, mientras en la Categoría 4 se incorporan sistemas solares activos y colectores solares para agua caliente. Se construirán 16 viviendas de las 4 categorías en 4 orientaciones en cada localidad, 128 viviendas en total. La evaluación confirma la hipótesis al evidenciar la importancia de mejorar la aislación térmica, logrando 23 % de reducción promedio en la demanda de energía convencional. La Categoría 3, sin adoptar las medidas de mayor costo de la Categoría 4, logra 33,3 % de reducción, superando el 30 %, objetivo del proyecto. Los resultados, con los estudios de diseño, experiencias constructivas y mediciones, aportarán fundamentos para establecer nuevas normativas en la producción de vivienda social en el marco del desarrollo sustentable.

Palabras clave: vivienda social, aislación térmica, diseño bioclimático, energías renovables, normativas de eficiencia energética.

ABSTRACT

This work analyzes the development of measures to reduce the demand of conventional energy in social housing in 8 environmental regions which are representative of climate variation in Argentina. The project adopts a series of innovations in design, construction and installations in 4 established categories and evaluates the progressive improvements. Each locality has a housing aggregate that acts as a Reference Housing on which improvements are made according to the categories. In Categories 1 and 2, thermal characteristics of surroundings, walls and roofs are improved without modifying the original design. In Category 3, new designs of bioclimatic strategies with sun proof, crossed ventilation, etc., are adopted in order to improve the performance of the house and passive solar systems are incorporated according to environmental conditions of each locality; while in Category 4, active solar systems and solar collectors for warm water are incorporated. 16 houses

considering the 4 categories will be built in 4 orientations in each locality, 128 houses in total. The evaluation confirms the hypothesis to demonstrate the importance of improving the thermal insulation, achieving 23% average reduction in the demand for conventional energy. Category 3, without adopting measures of higher cost than Category 4, achieves 33.3% reduction, exceeding the 30% objective of the project. So, results will provide basis for setting new standards in the production of social housing in the context of sustainable development considering designing studies, building experiences and measurements.

Key words: social housing, thermal insulation, bioclimatic design, renewable energy, energy efficiency regulations

RIASSUNTO

Questo lavoro analizza lo sviluppo di misure per ridurre il fabbisogno di energia convenzionale in abitazioni sociali in 8 regioni ambientali rappresentative della variazione climatica dell'Argentina. Il progetto adotta una serie di innovazioni in disegno, costruzione ed installazioni in 4 categorie stabilite e valuta i miglioramenti progressivi. Ogni località ha un complesso abitaziale che fa le feci di una Abitazione Riferimento sulla quale vengono fatti miglioramenti secondo le categorie. Nelle Categorie 1 e 2, vengono migliorate le caratteristiche termiche degli interni, muri e tetti senza modificare il disegno originale. Nella Categoria 3, si adottano nuovi disegni con strategie bioclimatiche, protezione solare, ventilazione incrociata ecc., che migliorano il suo performance, eppure vengono incorporate sistemi solari passivi secondo le condizioni ambientali di ogni località; mentre che nella Categoria 4, dei sistemi solari attivi collettori solari per l'acqua calda vengono incorporati. 16 abitazioni delle 4 categorie verranno costruite in 4 orientamenti in ogni località, 128 abitazioni in totale. La valutazione conferma l'ipotesi nell'evidenziare l'importanza di migliorare l'isolamento termico raggiungendo il 23% di riduzione media nel fabbisogno di energia convenzionale. La Categoria 3, senza adottare le misure di costo superiore della Categoria 4, raggiunge un 33,3% di riduzione, superando il 30% obiettivo del progetto. I risultati, con gli studi di disegno, esperienze costruttive e misure, forniranno le basi per stabilire nuovi regolamenti nella produzione di abitazioni sociali nel contesto dello sviluppo sostenibile.

Parole chiavi: abitazione sociale, isolamento termico, disegno bioclimático, energie rinnovabili, regolamenti di efficienza energetica.

DISEÑO BIOCLIMÁTICO, EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍA SOLAR EN PROYECTOS DE VIVIENDA SOCIAL EN ARGENTINA

1.-INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta los estudios realizados en el marco de un proyecto inter-institucional, con el fin de promover eficiencia energética e integración de energías renovables, particularmente energía solar, en vivienda de interés social en las distintas zonas bioclimáticas de Argentina. Los resultados alcanzados demuestran la factibilidad de lograr la meta propuesta: 30 % de reducción de la demanda de energía convencional, gas y electricidad, y mejorar las condiciones de vida.

Los autores asesoraron a 8 Institutos Provinciales de Vivienda (IPVs) en la elaboración de lineamientos, seguimiento y evaluación de anteproyectos y proyectos ejecutivos de prototipos de vivienda social, incorporando pautas de eficiencia energética, diseño bioclimático y energía renovable. Se indican las localidades seleccionadas para los proyectos de vivienda por provincia, región, latitud y zona bioambiental según la Norma IRAM (2012). Tabla 1 y Figura 4.

Tabla 1.-Regiones, Provincias, Localidades y Zonas Bioambientales (IRAM, 2012).

Región	Provincia	Localidad	Lat. S	Altura	Zona Bioambiental
Región Norte	Formosa	Formosa	24°		I Muy cálida
	Tucumán	Tafí Viejo	26		II Cálida
	Salta	R. de Lerma	25		III Templada
Región Centro	Mendoza	San Martín	35		III Templada
	Bs As	Alm. Brown	34		III Templada
Región Sur	Chubut	Rawson	41		IV Templada fría
	Chubut	Com. Rivadavia	46		V Fría
	T. del Fuego	Ushuaia	55		VI Muy Fría

2. CATEGORIAS DE VIVIENDA

Los IPVs de cada localidad proyectaron un conjunto de 16 viviendas con el objetivo de construir y verificar su comportamiento térmico, con 4 alternativas de diseño, cada una de ellas con 4 orientaciones. En todos los casos, las nuevas viviendas son unifamiliares de 1 o 2 pisos en su propio terreno, las que serán comparadas con viviendas existentes en un conjunto ya construido por el respectivo IPV, también con un diseño de vivienda en 4 orientaciones:

Vivienda de Referencia: Viviendas existentes que responden a los diseños y condiciones actuales de los IPVs, cumpliendo con las normas mínimas de habitabilidad (SEDUV, 2009) e incluyendo aislación térmica según la Norma IRAM 11.605 (1996), Nivel C 'Regular', calidad mínima. Figura 1.



Figura 1. Vivienda de Referencia en la Provincia de Buenos Aires, latitud 34° S, y Ushuaia, latitud 55° S.

Categoría 1: La vivienda mantiene el mismo diseño de la Vivienda de Referencia, modificando las características térmicas de la envolvente, muros y techos, para cumplir con la Norma IRAM 11.605 (1996), Nivel B 'Medio', calidad intermedia o buena, evaluando las viviendas ocupadas.

Categoría 2: La Vivienda Laboratorio, con el mismo diseño que la vivienda de la Categoría 1, se mantendrá desocupada durante un año con el fin de medir y evaluar sus condiciones térmicas y establecer su desempeño ambiental sin habitantes.

Categoría 3: Incorpora cambios en el diseño a fin de evaluar el potencial de mejoras con la introducción de recursos de diseño bioambiental, tales como optimización o protección de ganancia solar y ventilación cruzada o protección de viento, según las condiciones climáticas del lugar. Figura 2.

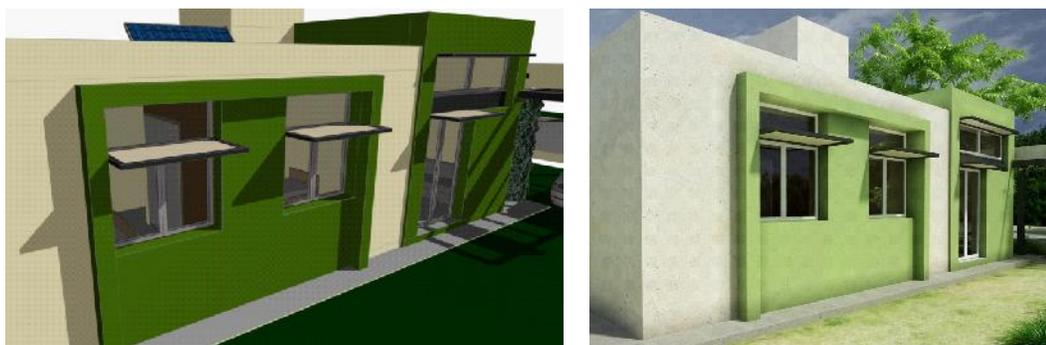


Figura 2. Ejemplo de diseño de vivienda Categoría 3, Provincia de Mendoza, con aislación térmica, protección y ganancia solar e inercia térmica.

Categoría 4: La última categoría incorpora medidas adicionales de eficiencia energética y energías renovables, con instalaciones tales como colectores solares planos para calentar agua y sistemas solares activos para lograr calefacción parcial.

3.-EVALUACION

Para la evaluación del uso de recursos energéticos en vivienda social y el estudio de la reducción potencial de energía, se definieron los siguientes criterios:

- reducción en la demanda de energía con el cambio de las características térmicas, de Nivel C a Nivel B (bueno) de la Norma IRAM 11.605 (1996).
- medidas adicionales de conservación de energía convencional. La reducción potencial entre la Vivienda de Referencia y la vivienda de Categorías 1 y 2, surge del cambio producido en la transmitancia térmica de muros y techos.

La determinación y ajuste de las estimaciones de ahorro energético para cada grupo de prototipos propuestos se realizó en función de la categoría de vivienda y las variaciones de costos respecto a la Vivienda de Referencia construida por los Institutos Provinciales de Vivienda en las distintas regiones bioclimáticas con el cumplimiento de la Norma IRAM 11.605, Nivel 'C', para muros y techos.

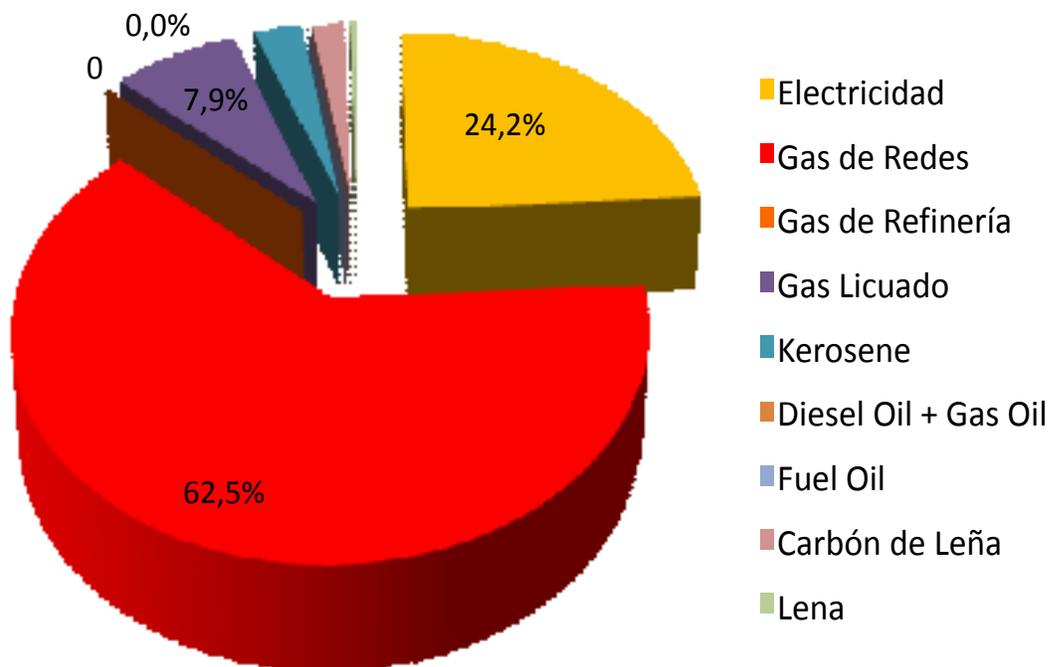


Figura 3. Energía en vivienda, Balance Energético Nacional (BEN, 2012). Gran presencia de gas: 83 % gas de redes, 62,5 % gas licuado, 7,9 % gas utilizada para generación eléctrica 12,6 %, casi la mitad de aporte de energía eléctrica.

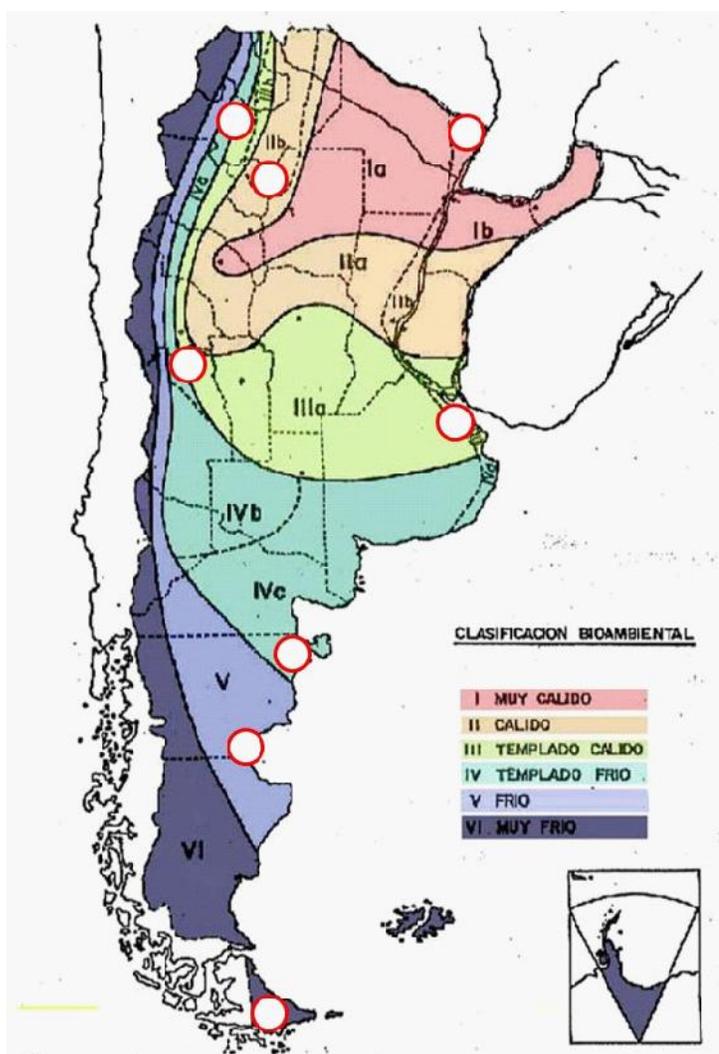


Figura 4. Clasificación Bioambiental de la República Argentina (IRAM, 2012) con la ubicación de los proyectos e Institutos Provinciales de Vivienda (IPVs).

La investigación se focalizó en el desarrollo de nuevas normativas y guías de diseño que permitan reducir 30 % la demanda de energía convencional, con menor impacto ambiental y económico, especialmente las emisiones GEI, de gases efecto invernadero. Al analizar las posibilidades y alternativas para alcanzar esa meta, se previó la construcción de 16 viviendas en cada localidad seleccionada, Figura 4, según los siguientes factores: diversidad climática del país y variación de latitud por un lado, y disponibilidad de radiación solar por otro.

Las viviendas experimentales incorporan distintos recursos de eficiencia energética y aprovechamiento de energía solar. Para evaluar la eficacia de las medidas y comparar las nuevas viviendas con viviendas de referencia, se evaluaron 80 casos de diseño y construcción convencional con 4 orientaciones básicas, según normas y estándares vigentes en vivienda social.

4.-ESTRATEGIAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO BIOAMBIENTAL

Se elaboraron recomendaciones de diseño bioambiental que contribuyan a reducir el uso de energía en el sector vivienda, considerando la gran diversidad de condiciones climáticas de Argentina, en base a 3 factores fundamentales:

- **Latitud:** Gran rango de latitudes, desde 22°S en los trópicos a 55°S en clima muy frío (se excluye el Sector Antártico, con vivienda en bases militares, sin vivienda social), solo superado por Brasil, con condiciones similares en ambos lados del Ecuador, y Chile con 200 km más de extensión N-S.
- **Altura:** Argentina también cuenta con una importante variación de alturas, con ciudades como La Quiaca a 3500 m de altura sobre el nivel del mar y 2 capitales de provincia a 1000 m aproximadamente.
- **Distancia al mar:** Importantes diferencias en distancias al mar, conformando zonas con influencia marítima y otras muy continentales de gran amplitud térmica, tanto diaria como anual.

La Norma IRAM 11.603 (2011) presenta la variación climática de Argentina y define zonas con distintas condiciones, con estrategias específicas de diseño. Dicha Norma presenta la Clasificación Bioambiental del país con 6 zonas y varias sub-zonas, Figura 4, definida según 2 criterios básicos:

- **Grados días:** indicador de la duración y severidad del periodo de calefacción.
- **Temperatura efectiva:** sensación térmica en días cálidos de verano.

La Tabla 2 presenta las características de las zonas según las condiciones de confort en un día cálido de verano, y la duración y severidad del período de calefacción en invierno, con las sub-zonas, según la amplitud térmica en verano.

Tabla 2. Características de la Clasificación Bioambiental de la Rep. Argentina

Zona	Clima	Grados días de calefacción	Temperatura de verano (1)	Amplitud térmica
I	Muy cálido	< 390	>26,3° C	
Ia	Mayor amplitud			>14° C
Ib	Menor amplitud			<14° C
II	Cálido	entre 390 – 780	24,6 – 26,3	
IIa	Mayor amplitud			>14° C
IIb	Menor amplitud			<14° C
III	Templado	entre 780 – 1170	22,9 – 24,6	
IIIa	Mayor amplitud			>14° C
IIIb	Menor amplitud			<14° C
IV	Templado frío	entre 1170-1950	21.2 - 22,9	
IVa	De altura	(Lat <32° S)		14° - 18° C
IVb	Máxima irradiancia			> 18° C
IVc	De transición			14° - 18° C
IVd	Marítima			<14° C
V	Frío	entre 1950-2730	< 22,9	
v	De gran altura y menor latitud			
VI	Muy frío	> 2730	no corresponde.	
VIa	De gran altura y menor latitud (2)			Lat <37° S
VIb	Menor altura y alta latitud (2)			Lat >37° S

Notas

(1) Temperatura efectiva corregida de un día típicamente cálido de verano.

(2) Norma IRAM 11.603 (2012) presenta 2 divisiones de Zona VI (punto 4.4.6.3).

4.-POTENCIAL DE AHORRO

Esta sección presenta la evaluación de potenciales ahorros de energía que surgen de aplicar recursos de diseño bioambiental y medidas de eficiencia energética en las 4 categorías de vivienda definidas en la investigación, según las condiciones climáticas de las localidades seleccionadas. La evaluación preliminar y el estudio de factibilidad permiten:

1. **verificar los ahorros propuestos** en el marco del Proyecto.
2. **identificar criterios de ahorro y eficiencia** que alcanzan las metas previstas.

Desarrollo y metodología de trabajo

El sector vivienda utiliza el 23 % de la energía entregada para usos finales, según el Balance Energético Nacional (BEN, 2012), Figura 3. En promedio, cada persona utiliza 15,55 MWhr/año, correspondiendo 3,53 a uso en vivienda, equivalente a 1,29 kWhr/día. Según el número de hogares registrados en el censo de 2010 (INDEC, 2012), cada hogar utiliza en promedio 11,66 MWhrs/año en la vivienda.

Del uso de energía en la vivienda, el 70 % corresponde a gas de redes, con 6 % adicional proveniente de otras fuentes de combustibles utilizados para generar calor: gas licuado, leña y carbón vegetal. Así, el 76 % de la energía convencional utilizada en la vivienda corresponde a la demanda de calor para calefacción, agua caliente y cocción. El 24 % restante corresponde a electricidad, también generada parcialmente con gas, y usada principalmente en iluminación, artefactos y electrodomésticos.

Una limitada proporción de la energía eléctrica corresponde a acondicionamiento térmico, con el uso de 'estufas eléctricas' con resistencia eléctrica, aplicación económicamente desventajosa y energéticamente ineficiente. También se utiliza energía en equipos 'split' de frío o frío-calor, de mayor eficiencia, pero de baja aplicación en el sector residencial de bajos ingresos.

Criterios generales

Se proponen los siguientes criterios generales en base de estudios realizados:

- **Consumo en relación al promedio:** Los ocupantes de viviendas de interés social utilizan menos energía que el valor promedio, por su limitado nivel de ingresos y tamaño de vivienda, de menor superficie que la vivienda promedio. Cabe aclarar que hay una proporción de la población en vivienda precaria que utiliza menos energía todavía, en muchos casos sin acceso a redes de distribución de gas y electricidad.

- **Factor de ocupación:** El número de ocupantes es superior al promedio nacional de 3,6 personas (INDEC, 2011), considerándose alrededor de 4 personas en vivienda de interés social. Se supone que el uso de energía por hogar en Vivienda de Interés Social es también menor al promedio nacional.
- **Rubro de consumo:** Los ocupantes de vivienda de interés social utilizan una proporción de energía mayor en cocción y agua caliente, y menor en calefacción, por su menor expectativa de confort, menor nivel de ingreso y menor tamaño de vivienda y menor demanda de calefacción.

Para la evaluación preliminar de la hipótesis de trabajo se adoptaron las siguientes estimaciones de la demanda de energía en vivienda de interés social:

- El 72 % de la demanda de energía corresponde a calor: 58 % para calefacción, 10 % para agua caliente y 4 % para cocción.
- El 28 % restante corresponde a energía eléctrica: 9 % para iluminación artificial, 3 % para refrigeración y 16 % para otros electro-domésticos, tales como TV, heladeras y freezers, computadoras, etc.

Estudio de flujos de energía en vivienda

A fin de analizar los flujos de energía en vivienda, se analizaron todos los ingresos de calor por energía convencional y no convencional, sus destinos intermedios y finales y sus interrelaciones, considerando las siguientes fuentes de energía, que corresponden a una vivienda típica de referencia:

- **Gas de red:**

- Calefacción con gas por tiro balaceado de baja eficiencia.
- Agua caliente domestica con calefón (artefactos de gas para calentamiento instantáneo de agua) o termo-tanque (calentamiento de agua con tanque de acumulación). En Formosa, sin red urbana de gas, se adopta el supuesto de calentamiento de agua con resistencia eléctrica.
- Cocción. Dado que Formosa no cuenta con red urbana de gas, se supone el uso de gas envasado en garrafas para esta función.

- **Electricidad:**

- Equipos de refrigeración y/o Split frío-calor, individuales o centrales. Se considera que los ocupantes de las viviendas de interés social no utilizan estos artefactos en los años iniciales de ocupación de las viviendas.

-Iluminación artificial. Se supone una importante proporción de las lámparas son fluorescentes compactos de bajo consumo.

-Electrodomésticos. No hay control sobre la eficiencia de los artefactos que adquieren los ocupantes de las viviendas. Sin embargo, se supone artefactos similares en todos los niveles de vivienda.

-Otro equipamiento y artefactos eléctricos.

• **Energía solar:**

-Colectores solares para calentamiento de agua (Categoría 4).

-Ganancia solar directa, ingreso por ventanas (Limitado en vivienda de referencia y en Categorías 1 y 2, mayor en Categorías 3 y 4).

-Otros sistemas solares pasivos tales como muro acumulador o invernadero adosado a la vivienda (Categorías 3 y 4).

-Sistemas solares activos, con colectores solares de agua o aire con bombas o ventiladores eléctricos (solo en Categoría 4).

El análisis del comportamiento térmico indica la interrelación entre los flujos de calor, donde pérdidas de unos rubros contribuyen a otros rubros, por ej., las pérdidas de calor de cocción y de artefactos de agua caliente pueden aportar calor a la calefacción. En promedio, el aporte de energía al sector vivienda es 62 % de gas, incluyendo calor metabólico y energía solar.

A su vez, el 60 % de toda la energía que ingresa en la vivienda contribuye a la calefacción compensando las pérdidas de calor de la envolvente.

Se establecieron las reducciones potenciales en la demanda de energía en vivienda social según rubros componentes de la demanda. Con estos porcentajes, se estimó el ahorro promedio inicial de cada escenario provistos en las categorías:

Categorías 1 y 2, envolvente mejorada: Las mejoras de aislación térmica en la envolvente de las Categorías 1 y 2 logran reducir las pérdidas netas de la vivienda con menor transmitancia térmica en 18,4 %. Mejorando las ventanas y considerando supuestos más realistas sobre las pérdidas de energía por medianeras, el valor de G disminuye a 1,59 W/m³.K, alcanzando un ahorro de 22,5 %. Finalmente con mejoras en la estanqueidad de las carpinterías, disminuye todavía más a 1,23 W/m³.K, una reducción de 40 %. Una proporción de la demanda de energía de calefacción de la vivienda corresponde a las ganancias internas de calor metabólico y radiación solar; estimado en 28 % del total en invierno. Con estas condiciones, se puede reducir la demanda de energía convencional para

calefacción en aproximadamente 46 % cumpliendo con los niveles de aislación térmica de la Norma IRAM 11.605 en muros y techos, y mejoras en la calidad de ventanas para reducir las infiltraciones de aire con sus correspondientes pérdidas. Con mejoras en aislación térmica de muros y techos, y mejoras en estanqueidad de ventanas se puede lograr un 23 % de ahorro en el uso de energía convencional.

Categoría 3: Estrategias de diseño bioambiental y ganancia solar directa.

Adicionalmente a las condiciones implementadas en el Categorías 1 y 2, se contempla la captación de energía solar con sistemas solares pasivos, ganancias directas. Estas ganancias logrados con medidas de diseño bioambiental y sistemas solares pasivos, pueden aportar hasta 10 % adicional de la demanda inicial de energía convencional, Con este aporte adicional de energía solar se logra un ahorro total de 33,3 % y superar así los objetivos del Proyecto.

Colectores solares para calentamiento de agua: Los colectores solares para reducir la demanda de energía convencional para calentamiento de agua logran un ahorro de 75 % en este rubro, pero agua caliente comprende solamente 8% de la demanda total. Así los colectores solares permiten lograr un ahorro adicional de 6 %, considerando un promedio de las 8 localidades.

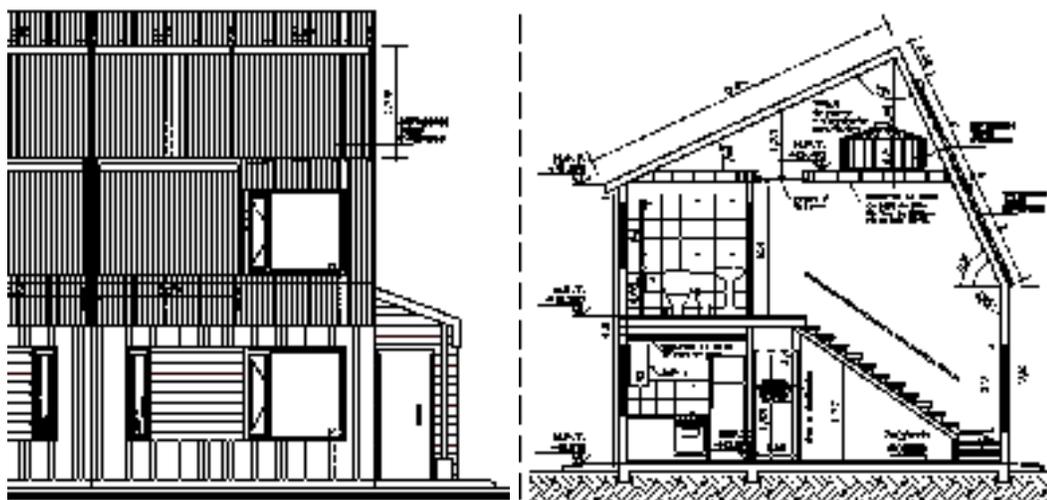


Figura 5. Vivienda de Categoría 4, con sistemas solares activos para agua caliente y calefacción solar, Ushuaia, Tierra del Fuego, 55 lat.S, Zona Sur.

Reducción de refrigeración artificial: Las mejoras en aislación térmica y en las estrategias de diseño bioambiental permiten lograr un ahorro adicional en viviendas con equipos Split para refrigeración en verano. En climas cálidos, se estima 2 % de ahorro adicional, aunque una proporción importante de vivienda social no cuenta con refrigeración artificial. La reducción adicional lograda con recursos de diseño bioambiental puede lograr así un ahorro final de casi 40 %.

Margen de seguridad: Se han estimado ahorros relativamente conservadores a fin de incorporar un margen de seguridad, considerando que varios factores pueden llegar a reducir los beneficios, tales como:

- Manejo sub-óptimo por parte de los ocupantes en el uso ineficiente de la vivienda, ya sea por escaso interés y compromiso, o por desconocimiento; por ejemplo, cerrando cortinas de día en vez de captar sol o aumentando la ventilación en días frescos en vez de cerrar aberturas.
- El mantenimiento y limpieza de los colectores solares y ventanas puede ser inadecuado, esporádico o insuficiente.

5.-CONCLUSIONES Y DISCUSION DE RESULTADOS

En climas cálidos, se reducen los ahorros en calefacción, mientras éstos aumentan en climas fríos y, por otro lado, los colectores solares tienen menor aporte a los ahorros de energía convencional en altas latitudes.

Importante notar que los aportes surgen principalmente de la complementación de:

Construcción: Las mejoras en la aislación térmica y diseño de ventanas pueden reducir la demanda total de energía convencional para calefacción en 46 % aproximadamente, y un ahorro del 27 % en energía convencional total.

Diseño: Las mejoras en aislación térmica también aportan al aprovechamiento de la energía solar en sistemas solares pasivos y a la reducción en la demanda potencial de refrigeración. Ambas reducciones dependen de la efectiva integración de estrategias de diseño bioambiental: orientación y protección solar.

Instalaciones: Los colectores solares pueden lograr un ahorro del 6 %, aprox. independiente del diseño y la construcción.

Figura 6. Colectores solares instalados en vivienda de interés social, Provincia de Buenos Aires, 34 latitud S.



Se demuestra la factibilidad de lograr el ahorro del 30 % de energía convencional propuesto en el Proyecto, al atender las siguientes mejoras:

Mejoras en diseño: La implementación de los recursos de diseño bioambiental, optimizando particularmente las orientaciones para captar energía solar a través de ventanas en invierno y protección solar en verano, puede lograr importantes ahorros que, conjuntamente con el mejoramiento de la aislación térmica, complementan los ahorros logrados.

Mejoras en la envolvente: Una proporción importante del ahorro logrado corresponde a las mejoras de aislación térmica, tanto en muros como en techos. La mejora en la estanqueidad de ventanas complementa esta reducción a través de la transmitancia térmica de muros y techos.

Sistemas solares: Los colectores solares planos para calentamiento de agua, logran significativos aportes al ahorro, independiente del diseño de la vivienda o la calidad térmica de su construcción.

La reducción en el uso de recursos energéticos convencionales depende de una combinación de medidas, considerando que aplicando solamente una medida de ahorro no garantiza el ahorro del 30 % esperado.

Los estudios aplican esta metodología al desarrollo de los prototipos de vivienda social de los Institutos Provinciales de Vivienda en las 8 localidades seleccionadas y en las 4 categorías especificadas, considerando las características constructivas, de diseño e instalaciones, con valores mensuales del balance energético.

Los estudios permitieron confirmar la evaluación inicial de medidas propuestas de eficiencia energética y aprovechamiento de energías renovables, adecuadas para lograr los objetivos del proyecto. Se considera que los criterios de eficiencia energética, adoptando el Nivel B de la Norma IRAM 11.605, combinados con sistemas solares pasivos, permiten cumplir con los objetivos planteados en el marco del desarrollo sustentable del hábitat edificado.

6.-RECONOCIMIENTOS

Los autores reconocen el apoyo del equipo de trabajo integrado por: Mgr. Arq. Claudio Delbene, Arq. Julian Evans, Arq. Juan Carlos Patrone, Arq. Juan Ignacio Lolago, Arq. Luján Palacios y Arq. Agustin Farah. El Proyecto fue financiado por el GEF, Global Energy Fund, a través del BID, Banco Interamericano de Desarrollo. Las herramientas de análisis y junto estudios previos fueron desarrollados en el Proyecto de Investigación UBACyT 2011201120100100598 'Sustentabilidad en el hábitat construido: la contribución de eficiencia energética y el uso de energías renovables en la transformación de la matriz energética', con financiación de la SECYT-UBA, Universidad de Buenos Aires.

BIBLIOGRAFÍA

- B.E.N. (2013). Balance Energético Nacional, Secretaría de Energía, Buenos Aires. <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>, fecha de consulta 30-07-2014.
- PEN (2007) Decreto N° 140/07, Poder Ejecutivo Nacional, Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de Energía, Boletín Oficial de la Nación 31309, 24/12/2007.
- SEDUV (2000) Estándares Mínimos de Calidad para Viviendas de Interés Social, Ministerio de Infraestructura y Vivienda, Secretaría de Obras Públicas, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Evans. J. M, y de Schiller, S. (1985) Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, EUDEBA, Buenos Aires.
- INDEC (2011) Censo de población y hogares, 2010, Instituto Nacional de Estadística y Censo, Buenos Aires
- IRAM (2012) Norma IRAM 11.603, Aislamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- IRAM (2003) Norma IRAM 11.604, Aislamiento térmico de edificios. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico 'G' de pérdidas de calor. Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- IRAM (1996) Norma IRAM 11.605, Valores máximos admisibles de transmitancia térmica 'K'. Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- IRAM (2006) Norma IRAM 11.625, Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación del vapor de agua superficial e intersticial en paños centrales. Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- IRAM (2012) Norma IRAM 11507-1, Carpintería de obra. Ventanas exteriores. Requisitos básicos y clasificación. Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- IRAM (1990) Norma IRAM 11601, Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de materiales para la construcción. Método de cálculo de la resistencia térmica total. Instituto Argentino de Normalización, Buenos Aires.
- SMADS (2011) Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2da Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.