

EJE TEMATICO 1- INVESTIGACION: 1.3 PAISAJE- AMBIENTE- CIUDAD.

LA IMPORTANCIA DE LA ORIENTACIÓN EN EL DESEMPEÑO TÉRMICO ENERGETICO DE TIPOLOGIA VIVIENDA URBANA DUPLEX.

Marta BRACCO, Silvina ANGIOLINI, Lisardo JEREZ, Ana PACHARONI, Pablo AVALOS, Mariana GATANI.

silvinaangiolini@gmail.com – www.faudi.unc.edu.ar

Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño, FAUD, Universidad Nacional de Córdoba, UNC.
Av. Vélez Sarsfield 264, Córdoba, Tel. 54-351-4332096. Argentina.

Palabras claves: ORIENTACION, COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO ENERGETICO, TIPOLOGIA VIVIENDA URBANA.

RESUMEN

El uso de energías no renovables está causando problemas energéticos que promueven la búsqueda de alternativas para reducir el consumo. Las energías renovables y el acondicionamiento térmico eficaz son estrategias para optimizar los recursos energéticos y lograr confort adecuado para viviendas en la región.

Se presenta el siguiente artículo con el análisis de comportamiento higro térmico de una tipología de vivienda unifamiliar tipo dúplex, dentro de la trama urbana, ubicada en la ciudad de Córdoba, Argentina. Se analiza su desempeño energético en relación al sistema constructivo utilizado y a las distintas orientaciones que la tipología puede adoptar en relación con la trama urbana.

Se evalúa el desempeño energético en relación a pérdidas y ganancias térmicas, según normas IRAM, Instituto Argentino de Racionalización y Certificación, mediante los coeficientes de transmitancia térmica, los riesgos de condensación intersticial y superficial, la presencia de puentes térmicos y el coeficiente G de pérdidas y ganancias volumétricas.

Las conclusiones establecen que la tipología tipo dúplex tiene un comportamiento aceptable satisfactorio, aún en las orientaciones oeste y sur de nuestra latitud.

El emplazamiento define el comportamiento eficiente de las envolventes en verano.

La escasa exposición de las envolventes al exterior, y su compacidad, se constituyen como uno de los indicadores claves del buen funcionamiento en invierno, como así también la relación de superficie de envolventes vidriadas y envolventes opacas.

Se presentan resultados bajo el enfoque sustentable. Se evalúan posibles mejoras y su incidencia en los costos para un comportamiento más eficiente

INTRODUCCION

Ante el actual problema energético causado por el uso de fuentes no renovables, se hace necesario buscar alternativas que posibiliten reducir el consumo mediante el uso de energías renovables, a los fines de optimizar la eficiencia térmica energética en viviendas y lograr de esa manera un adecuado confort humano.

Para ello se requiere implementar pautas de diseño que posibiliten el ahorro energético, teniendo en cuenta que de acuerdo a datos arrojados por la Dirección General de Estadísticas y Censos año 2012 de la Pcia de Córdoba, del total de energía consumida en los tres últimos años, destinados principalmente para el acondicionamiento térmico de los edificios, el sector residencial representa el 41% del consumo de energía eléctrica y el 27% del consumo de gas natural.

En la ciudad de Córdoba, el censo de la Encuesta Permanente de Hogares realizada en el año 2008, dió como resultado que el 80% de la población habita en viviendas, siendo la predominante en la trama urbana de la ciudad y la que el usuario adopta con

Lineamientos generales de diseño.

La tipología está desarrollada sobre un terreno de 360 m², conformada por dos unidades de vivienda unifamiliar de uso permanente, que posee por unidad, una superficie cubierta de 91,30 m² y una superficie libre de 125 m².

El diseño de la tipología se resuelve con el mayor aprovechamiento de las superficies para su implantación en el terreno, el que se encuentra delimitado por ejes medianeros.

El partido adoptado se desarrolla en forma compacta, en el sentido este-oeste, estructurada a partir del muro divisorio de las dos unidades como eje de simetría, dispuesto en forma paralela a los ejes medianeros y el cual se aprovecha como tabique sanitario, confluyendo sobre éste las áreas húmedas de baños y cocina.

Cada unidad de vivienda se resuelve en dos plantas. En el nivel superior se ubica la zona privada conformada por dos dormitorios y un baño.

En el nivel inferior se ubica el área social conformada por estar comedor, toilette y la zona de servicios, compuesta por cocina, lavadero y cochera.

Todos los locales principales poseen aberturas que permiten la ventilación e iluminación natural e ingreso de la radiación solar dependiendo de su orientación. Cuenta con infraestructura de servicios: electricidad, gas natural, agua potable y cloacas (fig. 3 a 7).

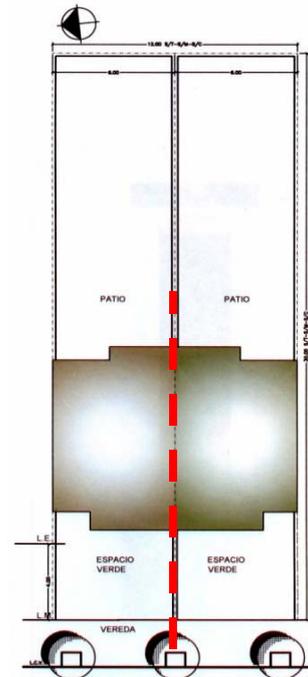


Fig. 2 - Implantación en terreno

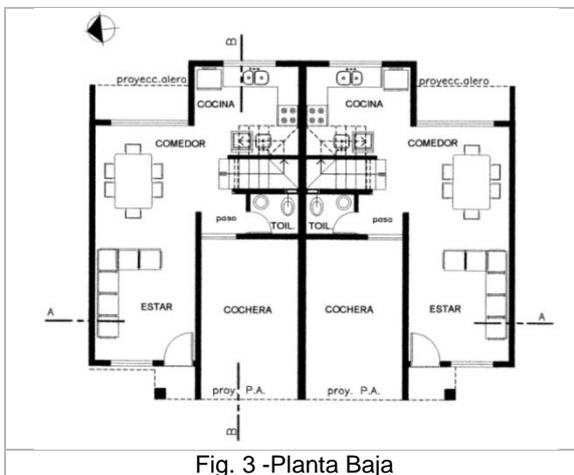


Fig. 3 -Planta Baja

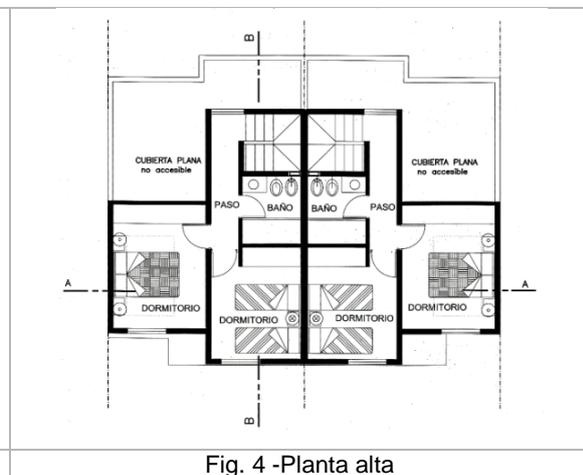


Fig. 4 -Planta alta

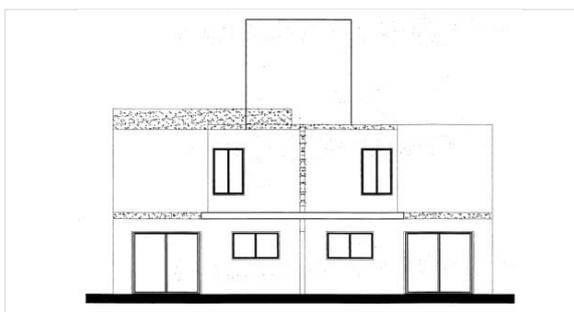


Fig. 5 - Fachada posterior

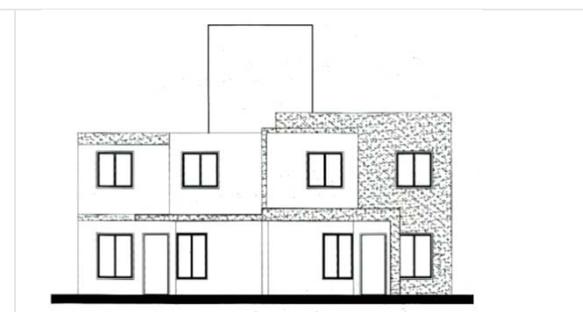


Fig. 6 - Fachada principal

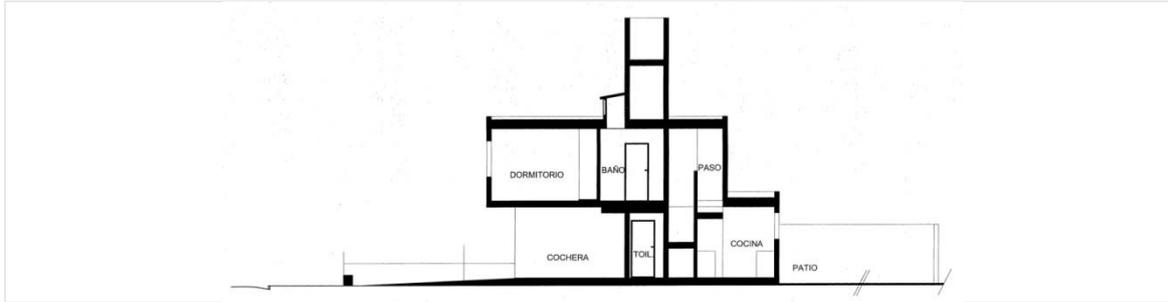


Fig.7 – Corte B-B dúplex

Sistema constructivo.

Para la construcción de esta vivienda se ha utilizado un sistema tradicional, muy empleado y difundido en la región.

La envolvente lateral está compuesta de muros exteriores de ladrillo cerámicos portantes de 0.12 m. de espesor que tiene como terminación en su cara externa, revoque grueso fratasado pintada al látex y yeso como terminación, en su cara interna. Los muros interiores están ejecutados en ladrillo cerámico de 0.08 m. de espesor y el eje de división de las dos unidades, se encuentra ejecutado en ladrillo cerámico portante de 0.18m. de espesor.

Para las aberturas se ha empleado ventanas y puertas ejecutadas en carpintería de aluminio doble hoja corrediza color blanco con vidrio simple. En sanitario se usó ventana con hoja de abrir común. Las hojas de las puertas son de madera con marco de chapa.

La envolvente superior (cubierta tradicional) está conformada por techos planos ejecutados con viguetas pretensadas y bloques de poliestireno de 0.18 m. de espesor, capa de compresión, barrera de vapor y pintura asfáltica. La cubierta está ejecutada con perlititas de poliestireno expandido, carpeta hidrófuga y bovedilla como terminación, recubierta con pintura acrílica impermeable.

La losa de entrepiso que divide planta baja y planta alta, está conformada por viguetas pretensadas y bloques de poliestireno de 0.14 m. de espesor, efectuando rebaje de losa en la zona de baños con un espesor de 10 cms.

ANALISIS DE INDICADORES DE COMPORTAMIENTO ENERGETICO.

Se analizan indicadores establecidos por Norma IRAM, Coeficiente K: referido a la capacidad de las envolventes de transmitir el calor; Riesgo de Condensación superficial e intersticial; Puentes Térmicos; Coeficiente G: referido a las pérdidas y ganancias volumétricas de calor de la edificación.

Análisis de comportamiento térmico (Coeficiente K) y verificación riesgo de condensación. (Norma IRAM 11605:1996)





Fig. 8- Detalle constructivo y verificación riesgo de condensación en muro y cubierta

Puentes térmicos.

Se identifican puentes térmicos en la envolvente lateral y envolvente superior. La presencia de la estructura de encadenados en muros y la secuencia de las viguetas para el armado de la losa, generan los puentes térmicos en la envolvente lateral y superior, respectivamente. Se verificó en cada caso el riesgo de condensación.(fig. 9).

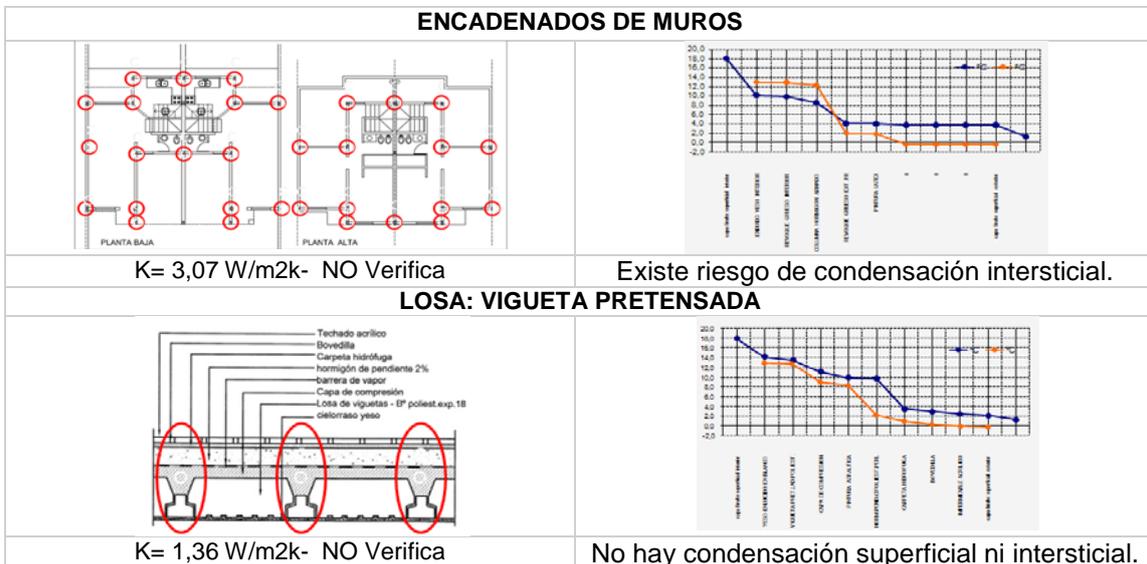


Fig. 9. Identificación de puentes térmicos en envoltentes y verificación riesgo de condensación

El valor de transmitancia térmica K de los puentes térmicos dio como resultado que el valor K_{pt} de la columna de encadenado es 50% mayor al valor de la transmitancia térmica del muro de ladrillos cerámicos portante de 0.12 m.de espesor, y el valor K_{pt} de la vigueta es 35% mayor al valor de la transmitancia térmica del techo de ladrillo de poliestireno (tabla 1).

MURO	TECHO
$\frac{K_{pt}}{K_m} = \frac{3,07 \text{ W/m}^2\text{K}}{1,58 \text{ W/m}^2} = 1,94 \text{ W/m}^2\text{K}$ <p>mayor a 1,50 W/m²K</p>	$\frac{K_{pt}}{K_m} = \frac{1,36 \text{ W/m}^2\text{K}}{0,17 \text{ W/m}^2\text{K}} = 8,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ <p>mayor a 1,50 W/m²K</p>
El valor de los puentes térmicos de los muros no verifica.	El valor de los puentes térmicos lineales de la envolvente superior no verifica.

Tabla 1: valores de Transmitancia Térmica K de puentes térmicos

Coeficiente Volumétrico “G” de verano e invierno en las cuatro orientaciones.

Se realiza el cálculo del Coeficiente G de invierno y verano para establecer el comportamiento global en relación a las pérdidas y ganancias de calor. (Tabla 2)



ORIENTACION SUR	
INVIERNO. verifica al G admisible para 20°C	VERANO: no verifica al G admisible. 20,75W/m3°C Se registra las ganancias por radiación, 20% del total

Tabla 2: Valores de Coeficiente Volumétrico “G” de verano e invierno según orientaciones.

En todas las orientaciones el Coeficiente Volumétrico G de Invierno: 1,06 W/m3°C verifica para los 20°C valor medio propuesto por Norma. , siendo el G adm Invierno 1,67 W/m3°C.

En el Coeficiente Volumétrico G de Verano no verifica en ninguna orientación resultando para orientación Este – Oeste el G cal.= 36,43 W/m3°C, Norte – Sur el G cal= 25,71 W/m3°C, siendo el G adm 20,75 W/m3°C.

PROPUESTAS DE MEJORAS – ANALISIS y RESULTADOS.

Las mejoras propuestas tienen como objetivo hacer más eficiente el comportamiento higrotérmico global de la tipología.

Comportamiento térmico (Coeficiente K) y riesgo de condensación. Mejoras de Envoltente lateral y superior.

Se propone mejorar las envoltentes laterales exteriores cambiando muro de ladrillo cerámico portante de 0.12m. de espesor, por ladrillo portante de 0.18m.de espesor. Para la envoltente superior se propone una cubierta invertida. Los resultados demuestran que en ambos casos, mejora el coeficiente térmico K. En el muro arroja un valor de 1,35W/m2k y en la cubierta un valor de 0,14W/m2k. Asimismo, en ambos casos, mejora el riesgo de condensación de las superficies analizadas, verificándose que no se produce condensación intersticial en las envoltentes. (Fig. 12)

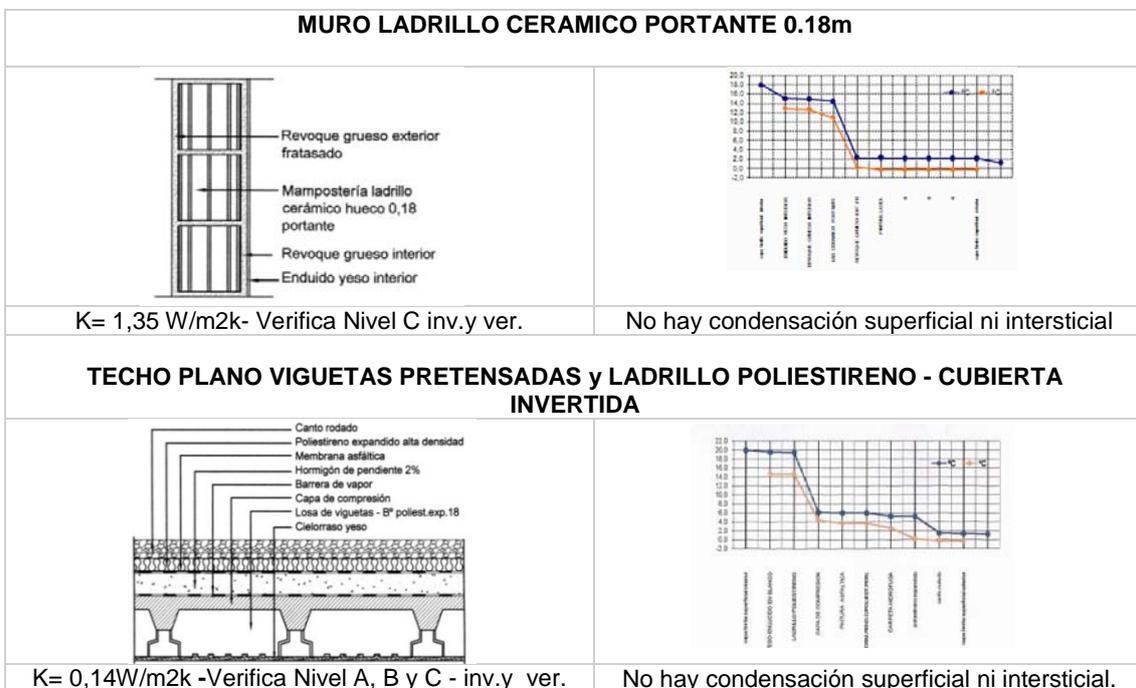


Fig. 10- Verificación riesgo de condensación. Mejoras de las envoltentes.

Puentes térmicos.

Se propone eliminar los puentes térmicos en encadenados de muros y en cubierta.

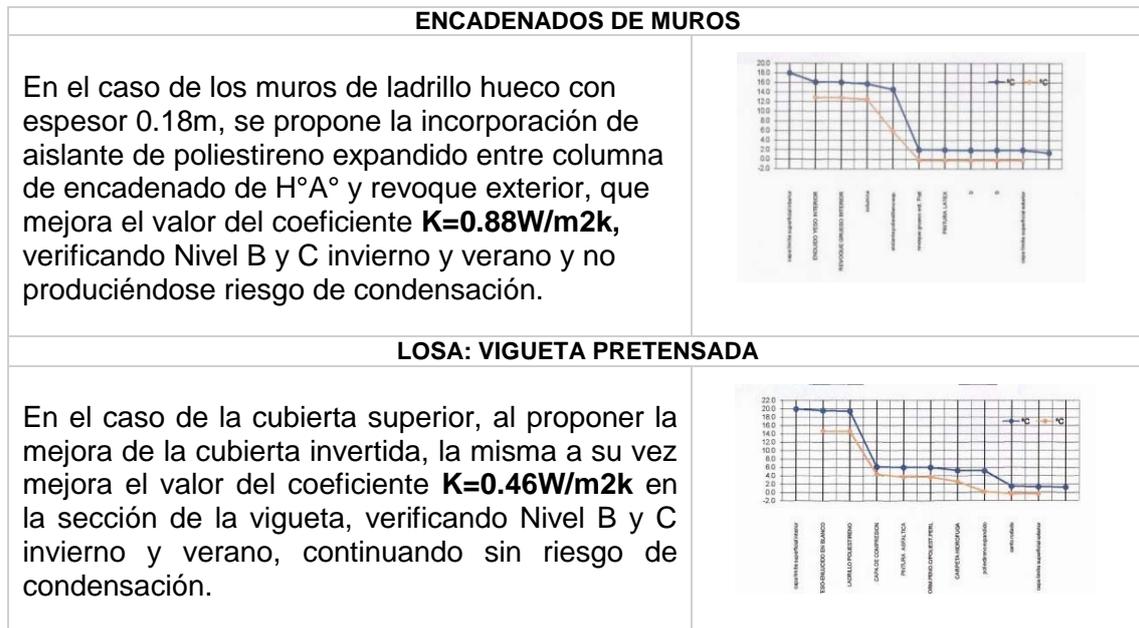


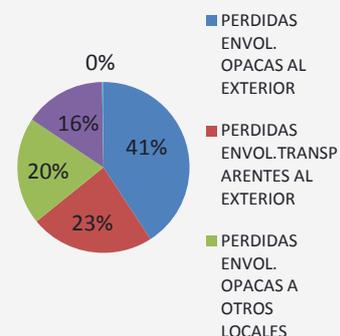
Fig. 11 Verificación riesgo de condensación. Mejoras puentes térmicos

Coefficientes Volumétricos “G” de verano e invierno. Protecciones externas en aberturas y mejoras de envolvente exterior para la orientación más desfavorable ESTE – OESTE.

En el coeficiente volumétrico G de verano, en la tipología orientada Este- Oeste, la mayor incidencia de ganancias térmicas está dada por el ingreso de la radiación solar por ventanas, por lo que se propone para impedir el ingreso de la radiación solar, instalar cortinas tipo toldos exteriores operables con circulación de aire entre el vidrio y la cortina, color claro.

En el coeficiente G de verano las ganancias solares disminuyen de 44% a 13% y el G de invierno disminuye de 1,06 W/m3°C a 0,94 W/m3°C (Tabla 3)

G TOTAL DE INVIERNO		
PERDIDAS TOTALES (W/°c)	PERDIDAS INVIERNO	
PERDIDAS ENVOLV.OPACAS AL EXTERIOR	114.23	41%
PERDIDAS ENVOLV.TRASP.AL EXTERIOR	65.25	23%
PERDIDAS ENVOLV.OPACAS A OTROS LOCALES	56.80	20%
PERDIDAS CONTACTO CON TERRENO	42.92	16%
PERDIDAS POR INFILTRACION	0.7	0%
TOTALES	279.90	
G cal =	0,94W/m3°C	
G adm p/ 18° =	VERIFICA	
G adm p/ 20° = 1.67 W/m3°C	VERIFICA	
G adm p/ 22° =		



G TOTAL DE VERANO					
GANANCIAS TOTALES (W/°c)			GANANCIAS VERANO		
GANANCIAS POR CONDUCCION			936.72	21%	
GANANCIAS POR RADIACION SOLAR			609.55	13%	
GANANCIAS INTERNAS CALOR SENSIBLE			2508	55%	
GANANCIAS EXTERIOR	CALOR SENSIBLE	AIRE	123	3%	
GANANCIAS INTERNO	CALOR LATENTE	AIRE	0	0%	
GANANCIAS EXTERIOR	CALOR LATENTE	AIRE	366	8%	
TOTALES			4543.27		
G cal =			22,76W/m3°C		
G adm = 20,75 W/m3°C			NO VERIFICA		

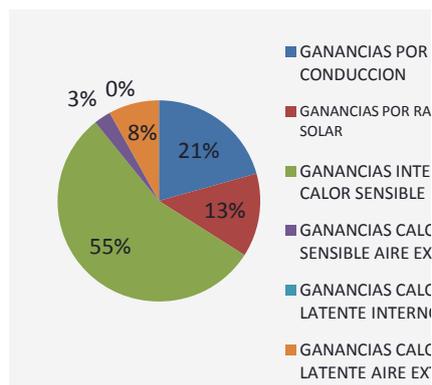


Tabla 3: Valores de Coeficiente Volumétrico "G" de verano e invierno con mejoras propuestas para orientación Este - Oeste.

ANALISIS ECONOMICO

La evaluación se realiza determinando el porcentaje de incidencia del ítem en el total de la obra. Se establece el incremento en porcentaje con la mejora propuesta y su incidencia en total del ítem. Sumando las mejoras, nos da como resultado que mejoras mínimas significan un 4,3% de diferencia con la situación inicial existente. (Tabla 4)

ITEM	EXISTENTE			MEJORAS PROPUESTAS		
		Dif.	Total		Dif.	Total
Muro exterior Este/oeste	3.5%	Portante Cerámico e=12 revocado	0%	0.0%	Portante Cerámico e=18 revocado	28% 0.98%
Cubierta Plana	9.6%	Tradicional	0%	0.0%	Invertida	20% 1.92%
Carpinterías	9.9%	Vidrio 4mm	0%	0.0%	Vidrio 4mm + Protección	14% 1.41%

TOTAL Incidencia

0.0%

4.3%

Tabla 4: Análisis económico de la situación existente y mejoras propuestas.

CONCLUSIONES.

Del análisis precedente, se establece lo siguiente:

Por norma IRAM 11605:1996 las vivienda sociales deben alcanzar el nivel C de confort, la tipología dúplex cumple con esto, aunque se debería aspirar a cumplir con los requerimientos del nivel B, dadas las características y el destino de la misma.

La composición de la tipología se ve favorecida al ser compacta y por tener consolidado sus ejes medianeros laterales, las superficies de envolventes exteriores expuestas al intercambio térmico, son reducidas, y posee 15,5% de envolvente vidriada del total de la envolvente lateral exterior.

La vivienda con el sistema constructivo existente, y emplazada en el sentido Este-Oeste tiene un comportamiento más desfavorable con respecto a la orientada Norte –

Sur. Ambas no verifican la situación de verano y con el ahorro de energético para refrigeración propuesto por norma. La tipología con orientación Norte – Sur con protección que impide el ingreso de la radiación solar se aproxima a los valores recomendados.

En la Norte – Sur la incidencia de ganancias por radiación solar baja un 50% en relación a las ganancias en el Este-Oeste. El principal problema se plantea en la ausencia de protecciones a las superficies vidriadas y no por sus dimensiones, seguido por el tipo de muro adoptado para el exterior.

En ambas orientaciones, la tipología se comporta con mayor eficacia en invierno, alcanzando los valores medios, para 20°C, recomendados por Norma.

La cubierta invertida, planteada como opción de mejora para el reemplazo de la cubierta no accesible, es económicamente más conveniente y más efectiva a nivel higrotérmico, manteniendo el mismo sistema constructivo. Verifica nivel A, B y C de la norma IRAM 11605:1996, no presenta riesgo de condensación y elimina los puentes térmicos.

La mejora propuesta para las envolventes laterales exteriores, mediante la cual el ancho de muro total pasa de 0.15m a 0.21m. de espesor, con el mismo material y terminaciones, implica una mejora higrotérmica importante. Siendo la superficie de mampostería exterior muy reducida implica un 0.98% de incremento sobre el monto total de obra.

La mejora relacionada con la protección de las aberturas propuesta para la situación Este – Oeste, la más desfavorable en verano, (cortinas tipo toldos exteriores operables con circulación de aire entre el vidrio y la cortina, color claro), disminuye las ganancias por radiación solar de un 42% a un 16 %, contribuyendo a su vez a impedir las pérdidas de calor en invierno. Es una solución accesible en términos económicos.

Teniendo en cuenta la vida útil de una vivienda, el porcentaje de incremento del monto total de obra no es significativo (4,3%), con respecto a las mejoras para alcanzar el confort higrotérmico.

REFERENCIAS:

- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1996) Norma 11603 Acondicionamiento Térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1996) Norma 11605 Acondicionamiento Térmico en edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (2001) Norma 11604 Aislamiento térmico en edificios
- Censo Provincial de Población 2008- Dirección General de Estadísticas y Censos. Gobierno Provincia de Córdoba.
- Gatani, Mariana et al (2008-2009) Definición de indicadores de análisis de diseño sustentable, el caso de una vivienda serrana en Córdoba – ASADES 2008 – Resúmenes de la XXXI Reunión de Trabajo de ASADES – organizado por Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda. INCIHUSA – CONICET – Mendoza 11 al 14 de Noviembre 2008
- Maristany Arturo. (CIAL-FAUD-UNC.) - Planilla de cálculo de Propiedades térmicas de elementos constructivos
- Peralta, Joaquin, Gargantini Daniela, (2008) Habitat y sostenibilidad social urbana. Criterios para la formulación y evaluación de proyectos socio – habitacionales Revista del Centro Marina Waisman de formación de investigadores en historia crítica de la arquitectura.

