

AS-1

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN VIVIENDAS. DOS CASOS DE ESTUDIO EN LAS SIERRAS DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Angiolini, Silvina / Bracco, Marta / Sánchez, Gabriela / Jeréz, Lisardo / Ávalos, Pablo / Pacharoni, Ana / Gatani, Mariana
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba,
Córdoba, Argentina
silvinaangiolini@hotmail.com

Introducción.

Ante la crisis energética actual, en Argentina y en muchos países de América Latina, existe la necesidad urgente de concientización en el uso de técnicas alternativas para alcanzar eficiencia energética de los edificios, y particularmente de la vivienda a través del adecuado diseño de las envolventes, por medio del uso de estrategias tecnológicas que logren el confort en la vivienda para lograr mitigar la contaminación y disminuir el excesivo gasto energético. (Gatani et al 2008).

Hoy en Argentina el 40% de la energía que se consume pertenece al sector residencial, y de ese porcentaje una gran porción es para lograr el acondicionamiento térmico de las mismas con medios mecánicos.

Generar conciencia sobre el uso racional de la energía (URE), y medir y evaluar el grado de eficiencia térmico energética⁴ de las viviendas analizadas son los objetivos principales del presente trabajo. Estos datos son cruzados con variables económicas a fin de considerar la viabilidad del diseño adecuado de las envolventes.

El Instituto Argentino de Normalización IRAM tiene como finalidad establecer normas técnicas, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, para ofrecer seguridad al consumidor. Dichas normas vigentes hoy en Argentina, son de escaso cumplimiento por falta de exigencias y control de los organismos de la construcción pertinentes.

Vista la importancia del comportamiento higrotérmico⁵ de las envolventes, laterales y superiores en el acondicionamiento interior; se analizaron los distintos sistemas constructivos de dos viviendas ubicadas en las sierras de Córdoba, Argentina y sus costos respectivos a fin de poder comparar el confort térmico alcanzado a partir de mediciones realizadas en los períodos más significativos de invierno y verano.

Metodología.

La metodología empleada consiste en analizar y evaluar el comportamiento de las viviendas promoviendo el uso eficiente de la energía⁶ en la búsqueda de una arquitectura ambientalmente consciente, concentrándose en la definición de pautas de diseño sustentable y haciendo énfasis en las posibilidades de aplicación de los mismos. Son confrontados con la situación local/regional a fin de validar los indicadores sugeridos para evaluar los requerimientos climáticos de habitabilidad y los parámetros de aceptación cultural. Se estima que la comparación del análisis de las viviendas aportará información, conocimientos para un diseño tecnológico sustentable.

Las principales etapas metodológicas son:

- 1) Relevamiento de las condiciones climáticas de la región.
- 2) Análisis de dos viviendas recientemente construidas. Las mismas son descriptas en cuanto a localización y emplazamiento, lineamientos generales de diseño y sistema constructivo utilizado.
- 3) Aplicación de métodos de cálculo teórico tal como se describe en Tabla 1.

1	Análisis térmico⁷	Se verifica el coeficiente K (W/ m2. K) de Transmitancia Térmica : indica el flujo de calor a través de la unidad de superficie de un elemento constructivo sujeto a una diferencia de temperatura del aire a ambos lados del elemento de 1°C, y se calcula de acuerdo con el método y características térmicas de los materiales y capas constructivas (IRAM 11.601) de las envolventes exteriores. Los resultados se verificaron con los que establece la Norma para Córdoba, para verano e invierno. (Normas IRAM 11.603)
2	Riesgo de condensación⁸	Se verifica el riesgo de Condensación Superficial : condensación de vapor de agua sobre la superficie interna de los cerramientos exteriores que se produce cuando la temperatura de dichas superficies es menor que la temperatura de rocío del aire del recinto que limitan. Condensación intersticial se produce en un punto de la masa interior de un cerramiento, cuando el vapor de agua que lo atraviesa alcanza la presión parcial de saturación. (IRAM 11.625 y 11.630)
3	Soleamiento¹	Se debe verificar un mínimo de 2 horas de sol directo en el solsticio de invierno (23 de junio) a través de aberturas de la mitad de locales habitables (IRAM 11.603), para asegurar niveles mínimos del aporte de energía solar. Se verificó el ingreso de sol en fachada Norte para el caso 1 y en la fachada NorOeste para el caso 2, en el solsticio de invierno y verano para las 12 y 15 horas, respectivamente, con datos de altura y azimut.
4	Cálculo de FAS^o	Se calcula la fracción de ahorro solar (FAS) Se determina la relación entre la energía proveniente del sol que se aprovecha y las pérdidas térmicas netas del edificio
5	Cálculo del coeficiente volumétrico G¹ de pérdida de calor	Se calcula el valor de coeficiente G (W/m3.K) teniendo en cuenta los valores de K de todos los componentes de las envolventes (muros, techos, y cerramientos no opacos), las áreas de cada uno de los mismos, el volumen interior de la vivienda a calefaccionar, y las renovaciones de aire del edificio, y se lo compara con el G máximo admisible fijado en IRAM (11604 :2001) para dar cumplimiento con el ahorro energético requerido, para una temperatura de confort de 18°C.
6	Cálculo de la carga térmica de calefacción¹	Se calcula la CARGA TÉRMICA ANUAL Q (KW h) basada en la Norma IRAM (11604: 2001) que posibilita estimar el ahorro derivado de las mejoras sobre las características térmicas de los edificios.

Tabla 1: etapas de análisis.

4) Medición: se realiza una evaluación del comportamiento térmico de verano e invierno con mediciones in situ, utilizándose sensores de adquisición de datos higrotérmicos HOBO, en las estaciones mas significativas del clima, verano e invierno.

5) Evaluación Económica: se procede a evaluar el incremento en el costo en los casos analizados. Se analiza y comparan los precios de los ítems representativos.

6) Encuesta a los usuarios: mediante entrevista al usuario se busca conocer el grado de satisfacción en relación al confort y la intervención en el comportamiento térmico de la vivienda.

7) Resultados obtenidos.

1.- Referencias climáticas de Córdoba.

Córdoba, Argentina está ubicada a una Lat.: 31,19 S y Long.: 64.13 W. Según las Normas IRAM 11603 en la Zona Bioambiental III; Subzona IIIA: Templada Cálida con amplitudes térmicas mayores de 14°C. Tiene estaciones bien marcadas, con veranos cálidos y húmedos e inviernos fríos y secos. Los veranos, con temperaturas máximas medias que superan los 30°C y mínimas medias de 17°C, La diferencia térmica diaria es muy importante, considerándose una característica del clima local. La estación lluviosa coincide con la época cálida, siendo de 581,2 mm la precipitación entre los meses de Nov a Feb. Diciembre tiene heliofanía relativamente alta de 66,9 %.

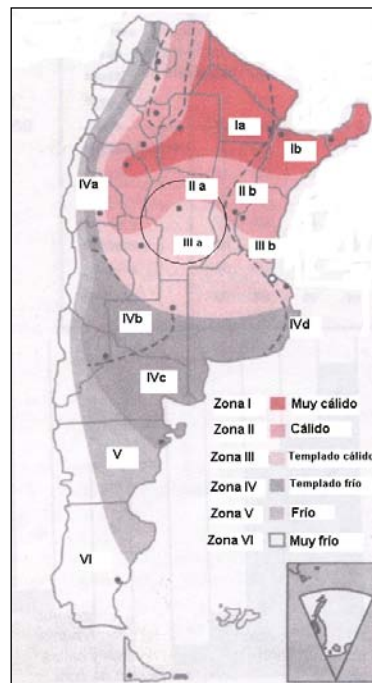


Fig. 1: Zonas climáticas de Argentina

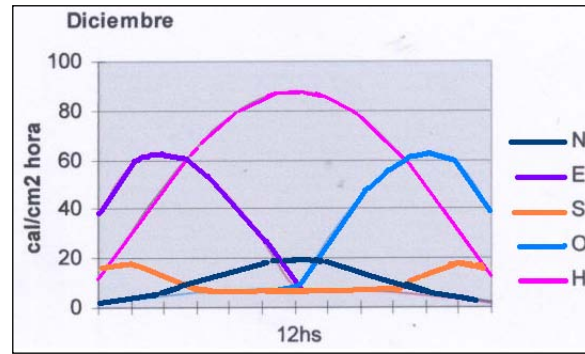
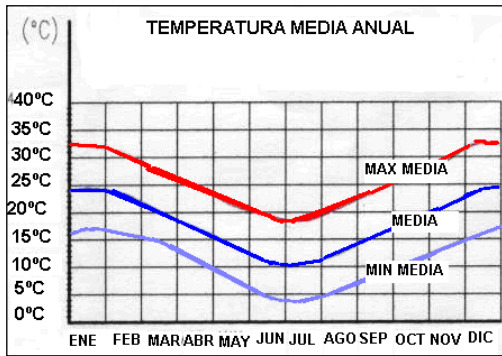


Fig. 2 y
3: Curvas
de

temperatura y Radiación

Los meses cálidos poseen un porcentaje entre el 16% y el 24% de días con vientos fuertes. La frecuencia que notoriamente se destaca es la NE, son vientos cálidos con una velocidad aproximada de 17 Km. /h. Los inviernos con temperaturas medias que oscilan entre 5°C, la mínima media y 19,1 °C la máxima media, con una temperatura mínima extrema de -5,2 °C en Julio.- La diferencia térmica diaria es importante, como así también los días claros, donde el aprovechamiento solar es óptimo, siendo el 40,66% en julio.- Es una estación netamente seca, con 14,13 mm. de precipitaciones promedio. -Hay alrededor de un 20% de días con vientos fuertes, incrementándose abruptamente en agosto. La frecuencia que notoriamente se destaca es la N, son vientos cálidos y secos, con una velocidad aproximada de 16 km/h. (Lambertucci¹¹ et al. 2007).

2- Análisis de las viviendas.

Caso 1: vivienda en Punta Serrana.

Localización y emplazamiento: Punta Serrana es una urbanización sobre el río Anisacate, a 55 Km. hacia el Sur de la capital de la Provincia de Córdoba, Argentina; a 9 Km. de la ciudad de Alta Gracia. Altura s/el nivel del mar 537 m.

Lineamientos generales de diseño: se trata de una vivienda unifamiliar, diseñada por los arquitectos Silvina Angiolini y Miguel Martiarena para fines de semana y periodos vacacionales.

La posición y la morfología de la misma se definen dando prioridad a las visuales naturales existentes hacia la montaña y el río, coincidiendo las mismas con la mejor orientación: norte. De esta forma se busca aprovechar los recursos naturales para su acondicionamiento energético.



Fig. 4 y 5: implantación de la vivienda en el sitio.

La vivienda tiene dos niveles, el nivel superior, de características más expuestas, más vidriadas, en donde se desarrolla la vida social. Se accede a través de una amplia terraza, tratada como un gran mirador al río y pensada como lugar de reunión, que se une al estar - comedor. El nivel inferior, de carácter más íntimo, donde se alojan los dormitorios y los baños, se encuentra semienterrado en su cara sur, incorporando aberturas de proporciones más controladas.

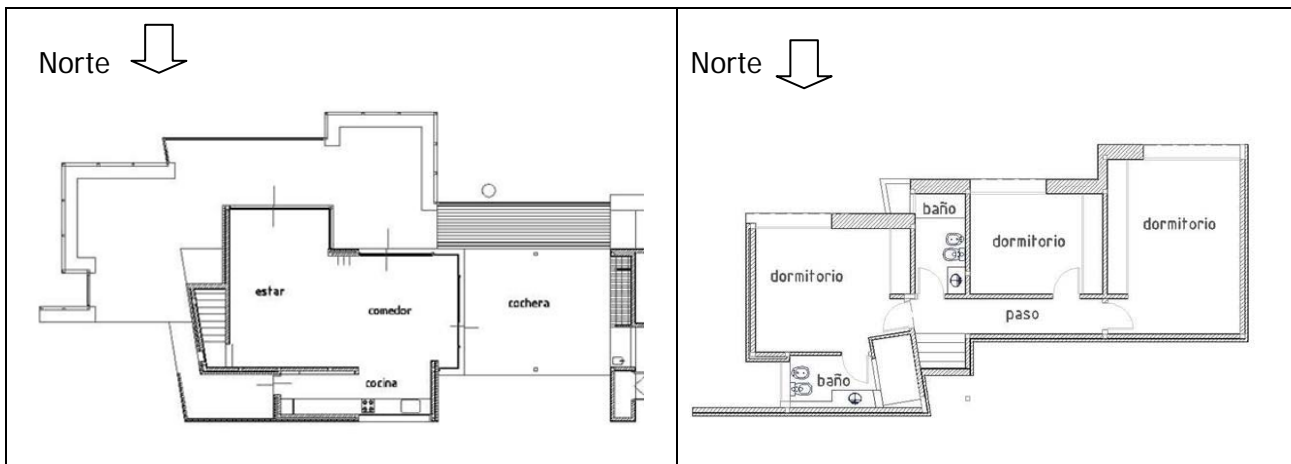


fig.6: planta alta y planta baja semienterrada

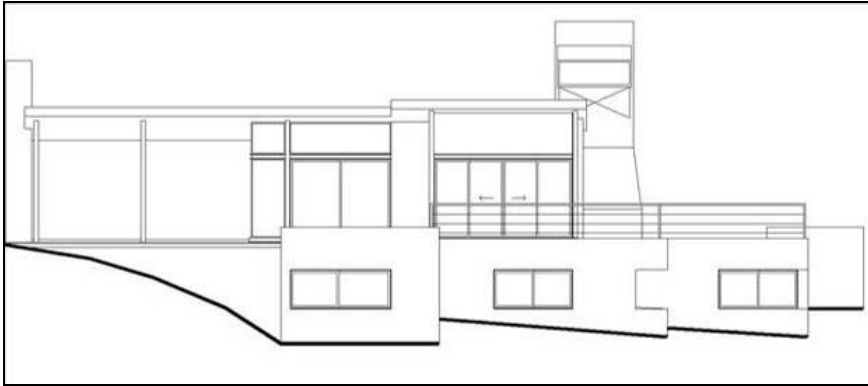


fig. 7: vista norte

La fachada Norte es la que permite ganancia de calor en invierno (por ganancia directa y por acumulación) y en verano se protege de la radiación solar, por los aleros horizontales que se encuentran sobre las aberturas. La calefacción se complementa con una salamandra central en el lugar de reunión.

El sistema de tratamiento para evacuación de efluentes: para las aguas negras, consiste en cámara séptica de doble compartimiento en serie, con posterior drenaje de infiltración. Las aguas grises son reutilizadas para riego.

El tratamiento del parque mantiene la configuración del bosque serrano, respetando la vegetación nativa existente en todos sus estratos (árboles, arbustos y cubresuelos) creando sectores de clausura. El diseño refuerza los grupos de árboles encontrados, repitiendo las especies del lugar: algarrobos, molles, alfilerillos, manzanos del campo, etc. Se conserva particularmente el algarrobo ubicado en el norte, incluyéndolo en la terraza de la vivienda, y los quebrachos de dimensiones adultas.

El trazado del camino de acceso se realiza por el sitio de menor impacto, perpendicular a las escorrentías del terreno, buscando de esta manera, evitar la erosión. Debido a la fuerte pendiente en que se encuentra ubicada la casa, se minimiza el impacto visual de la obra preservando la mancha noreste de bosque junto a la bajada al río. Se restaura la ladera mediante el trazado de bermas o terrazas y la implantación de vegetación nativa con valores paisajísticos (manzano del campo, durazno del campo, romerillo, tala, cubresuelos, etc.).

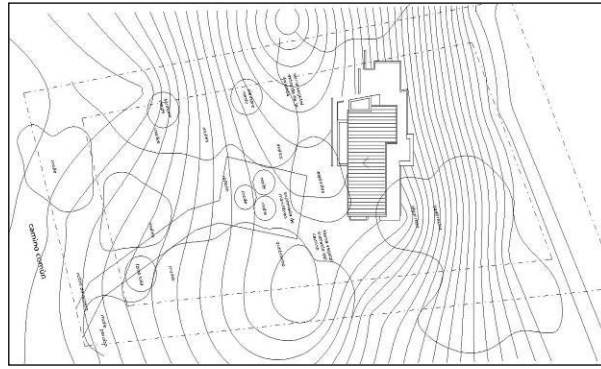


Fig.8: topografía y relevamiento paisajístico

Sistema constructivo utilizado:

Envolvente Lateral: los muros este, oeste, y sur son de doble bloque cerámico con cámara de poliestireno expandido de alta densidad, revocados y pintados en ambas caras, los muros norte (PB), ejecutados de ladrillos macizos, son de 0.45m. de espesor, revocados y pintados en ambas caras.

Aberturas: Carpintería de aluminio (DVH 6mm+9mm+6mm).

Envolvente superior: combina cubiertas planas e inclinadas.

Inclinada: estructura metálica, con cubierta de chapa, cámara de aire, aislante hidrófugo, aislación de 3" de lana de vidrio, barrera corta vapor y cielorraso de placa de yeso. Plana: son de dos tipos, una es losa accesible (terraza) con terminación de revestimiento cerámico; la otra es losa invertida sobre el local cocina, conformada por losa de viguetas con cielorraso aplicado y capa de compresión, barrera de vapor, hormigón de pendiente, membrana asfáltica, poliestireno de alta densidad, y canto rodado.

3- Resultados Cálculo Teórico.

Análisis térmico y verificación riesgo de condensación.

Datos: Temp. Interior de diseño de invierno 18°C y Temp. exterior de diseño de invierno 0,5°C.
(Ver tabla 2)

MURO	MURO	TECHO	TECHO
Doble Ladrillo cerámico Esp.: 0.30	Macizo Esp.: 0.45	INCLINADO	PLANO
<p>CORTE MURO FACHADA ESTE Y OESTE - espesor: 0,30 m.</p>	<p>CORTE MURO FACHADA NORTE - espesor: 0,45 m.</p>		
K = 0,45 (Verifica C y B –verano e invierno)	1,52 (Verifica C invierno y C y B verano)	0,35 (verifica C y B invierno y verano)	0,51 (Verifica C y B invierno y C verano)
Cond. Intersticial NO	NO	NO	NO
Cond. Superficial NO	NO	NO	NO

Tabla 2 –valores de transmitancia térmica de la envolvente exterior, verificación de norma IRAM 11605/96 (w/m2k) y riesgo de condensación

Soleamiento: Se verifica el ingreso de sol en fachada norte, en el solsticio de invierno para las 12 horas, con una altura máxima de 36°.

En el solsticio de verano, a las 12 horas con una altura de 82°, el alero horizontal intercepta el ingreso de sol en la estación cálida, época en la que no es beneficioso, y permite una gran penetración en el período frío.

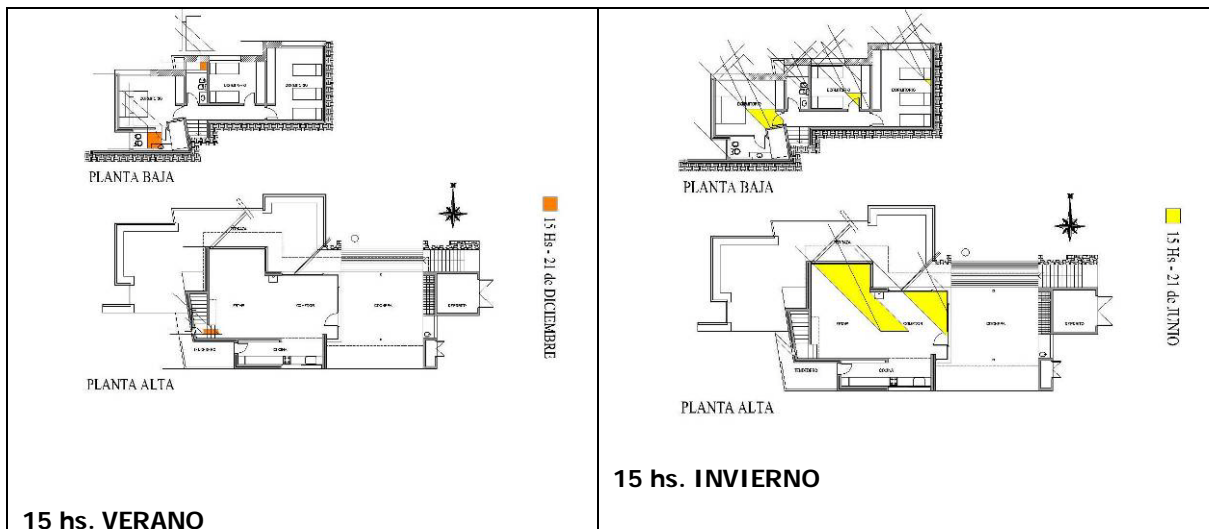


Fig. 9: verificación soleamiento

Calculo de Fracción de ahorro solar (FAS):

	DORM 1	DORM 2	DORM 3	ESTAR COMEDOR	PROMEDIO
Punta Serrana	15%	15%	15%	40%	21.25%

Tabla 3: planilla de FAS, solo para ganancia solar directa

Las áreas de mayor uso se distribuyen sobre el eje este oeste, con áreas transparentes al norte. La superficie de ganancia solar directa es del 16% respecto al área útil de la planta baja, y de casi 38% en la planta superior. Lo que va acompañado por estrategias de conservación de la energía.

Calculo de coeficiente global de pérdidas de calor: (Para Córdoba según 703 grados días).

G Admisible: 1,389 W.m³.kelvin - G de cálculo: 0,94 W.m³.kelvin. **VERIFICA.**

Relación transparente opaca:

Vivienda Punta Serrana	Masa Térmica	Transparente	Aislada	Total
Envolvente Lateral	17,3 %	26,9 %	55,8 %	100 %

Tabla 4: porcentajes de superficies laterales sobre los tipos construidos.

4-Mediciones:

Los inviernos, con temperaturas exteriores mínimas de 0°C y máximas de 27°C. Se observa (Fig.10 y 11) que sin la presencia de habitantes la temperatura a lo largo del día, en el dormitorio, se mantiene constante, con un promedio de 19°C, con variaciones de entre 3°C y 4°C aproximadamente. No se registran diferencias con respecto a la intervención de usuarios

El living – comedor tiene picos de máxima y mínima similares al exterior, que alcanzan amplitudes de 12 y de hasta 20°C.

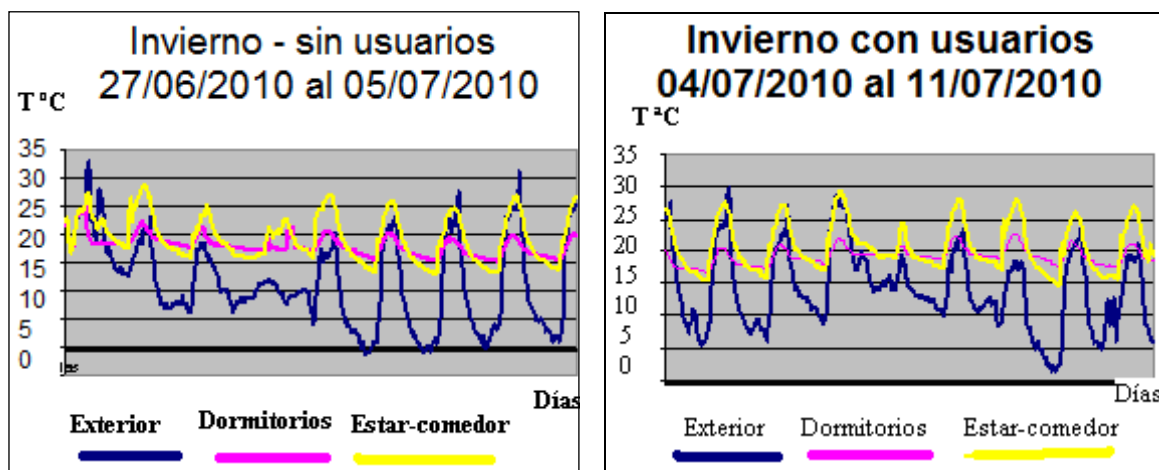


Fig. 10 y 11: Resultados de mediciones de temperatura en invierno sin usuario y con usuario

Período de verano, (Fig. 12). Se observa como se mantienen constantes las temp.

en el dormitorio, dentro de los parámetros de confort, mientras que en el estar la curva de temperatura acompaña, levemente por debajo, a la curva exterior en sus puntos de máxima. El registro exterior marcaba diferencias de 14 - 18°C entre máximas y mínimas.

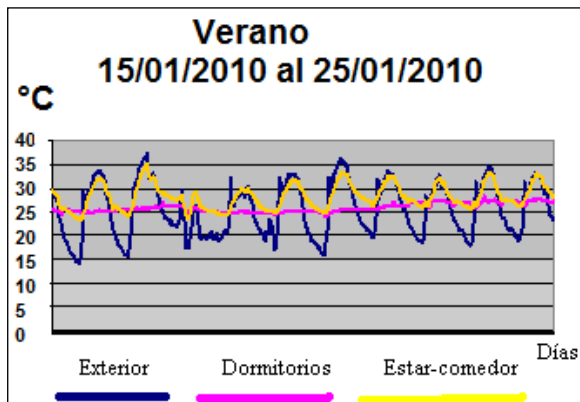


Fig. 12: Resultados de mediciones de temperatura de Verano

5- Evaluación económica.

Casa en Punta Serrana, Córdoba	Precio	Incremento Porcentual sobre Construcción Tradicional ¹	Porcentaje de Incidencia del Ítem en el Total de la obra	Variación Porcentual
	MO. y Materiales			
Tareas realizadas en la vivienda	por unidad de medida			
Cerramiento Vertical Exterior: ladrillo cerámico doble con aislación interior de poliestireno expandido, revocado, (int.-Ext.).	\$212.50 U\$S 53.12 ²	58.12%	8.00%	4.65%
Cerramiento Horizontal – Techo inclinado Estructura metálica, correas metálicas. Aislación térmica, Cubierta de chapas. Cielorraso placa de yeso 12,5mm	\$290.00 U\$S 72.5	31.38%	7.90%	2.48%
Techo Plano: Techo Plano: Losa H° viguetas pretensadas y lad. cerámico 13 cm. H° pendiente. Cubierta invertida: membrana asfáltica, poliestireno exp., grava rodada 1-3	\$248.00 U\$S 62	28.23%	5.90%	1.67%
Carpinterías: Superficie de vidrios en DVH en carpintería de aluminio tipo MODENA	\$236.20 U\$S 59	19.14%	10.46%	2.00%
VARIACION PORCENTUAL TOTAL				10.80%

Tabla 6: valuación económica vivienda Punta Serrana.

¹ Construcción tradicional e: muros de ladrillo común 0.30m de esp., revocados en ambas caras. Techos planos o inclinados de Losa de H° con viguetas pretensadas y ladrillo cerámico hueco 13 cm con capa de compresión de 5 cm.. capa de compresión de 5cm, H° de pendiente, aislante hidrófugo y bovedilla, Vidrios esp.: 3mm, carpintería de aluminio.

² \$ 4 (cuatro pesos Argentinos) = U\$S 1 (un dólar estadounidense).

6-Evaluación social

Entrevista a sus propietarios:

Respecto a la percepción de la temperatura, los usuarios perciben dentro de la vivienda dos zonas bien diferenciadas, planta baja y planta alta. Siendo la planta alta percibida como caliente en verano y como algo fría en invierno. El nivel de bienestar alcanzado en la planta baja es confortable en verano e invierno. El control en el uso de la vivienda fue evaluado con la frecuencia del control de radiación mediante cortinas y control de temperatura mediante apertura de ventanas. Ambos controles, declararon no ser siempre usados, ya que en verano el sol no ingresa y en invierno si. Respecto de la necesidad de mecanismos extras de acondicionamiento térmico, los usuarios manifestaron que no han incorporado mecanismo para acondicionar la vivienda en verano, pero si creen necesario la incorporación de cortinas por la excesiva luminosidad. En invierno, existe sólo una fuente de calor adicional – salamandra- , que funciona a partir de la ausencia de radiación solar y solo en la planta alta.

Caso 2: Vivienda en San Clemente.
--

Localización y emplazamiento: Se encuentra ubicada a 2 Km. de San Clemente, en las Sierras de Córdoba a 18 Km. de Potrero de Garay, en un predio de 5 hec. al pie de las Altas Cumbres y frente a la Quebrada del Condorito. Alt.s/ nivel del mar 936 m.

Lineamientos generales de diseño: Vivienda unifamiliar de uso temporal con proyección a ser utilizada como vivienda permanente, proyectada y ejecutada por los Arqtos. Marta Bracco y Luis Salvay, que posee una sup. cubierta de 261,20 m² y semicubierta de 60,35m². Es propiedad de una familia constituida por padres y 4 hijos mayores de 20 años, característica que se tuvo en cuenta para el proyecto.

Implantación en el sitio: El partido adoptado es una tipología desarrollada linealmente, en el sentido noreste- suroeste, estructurada a partir de un muro de piedra interior y exterior, paralelo a la cadena montañosa de las Altas Cumbres con un quiebre que dialoga con la Quebrada del Condorito. Este muro de piedra atraviesa la vivienda, como columna vertebral a lo largo de la misma, sobresaliendo en todos sus extremos y mimetizándose con el paisaje natural.



Fig. 13: Implantación de la vivienda en el sitio.

Ubicación de locales: Se resuelve en una sola planta, sin desniveles interiores, para lo cual, se buscó la implantación en el terreno, respetando la topografía del lugar y dando prioridad a las visuales hacia la Quebrada del Condorito y el Río San José. Consta de una amplia y continua área social. Los dormitorios se ubican a ambos extremos para posibilitar la independencia de los hijos. Un dormitorio principal en suite en el extremo SO, con vestidor, 2 dormitorios en el extremo NE., unidos por un pasillo conector, baño, sala de música, y cerrando el lado SE., la cochera y los servicios: depósito, despensa, lavadero y espacio para equipos solares.

Recursos de diseño: el diseño y construcción prioriza el aprovechamiento de los recursos naturales: radiación solar, iluminación natural y corrientes convectivas para ventilar naturalmente. Es fundamental la ubicación y tamaño de aberturas, para las visuales hacia el norte y noroeste; y para aprovechar al máximo la iluminación natural. En el estar, además de las ventanas y puerta ventana al noroeste, se proyectó una ventana cenital al sur sobre el ingreso.

Todos los ambientes, incluso baños, vestidor y depósitos, tienen importantes ventanas para la iluminación natural. También se ha previsto ventanas cruzadas en el dormitorio principal para la ventilación nocturna en verano. El pasillo conector que cruza toda la vivienda ayuda a la ventilación natural. La galería protege a las aberturas hacia el NO. de la radiación solar y en las ventanas sin protección, se controla la radiación mediante cortinas en el interior.

Como sistemas pasivos para aprovechamiento de energía solar en invierno se adoptan muros con inercia térmica y ganancia directa de la radiación solar por ventanas orientadas al norte y noroeste.

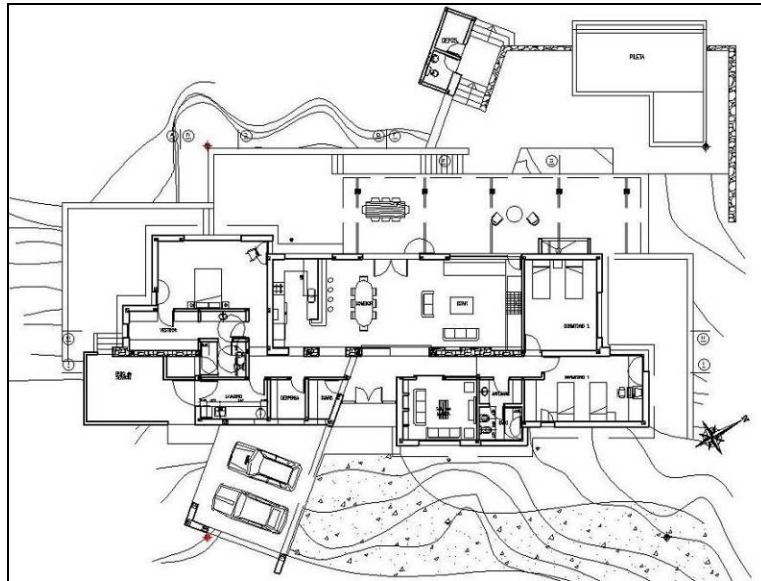


Fig.14: planta general de la vivienda

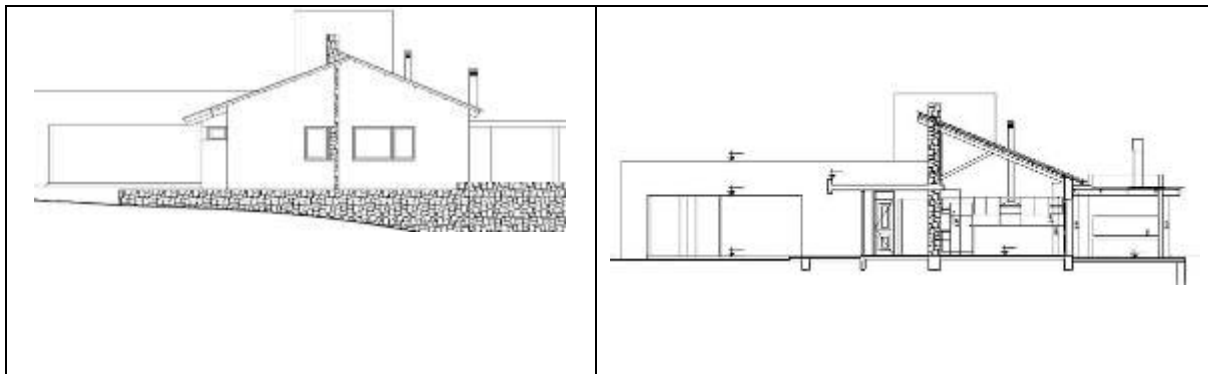


Fig. 15 y 16: Fachada Nor-Este - Corte Sureste – Noroeste (Sector comedor – galería)

Tratamiento del entorno: conservación del entorno natural y mínimo movimiento de tierra.

Infraestructura: considerando que la zona no posee infraestructura, se trae agua aprovechando el desnivel natural desde una vertiente cercana y se almacena en los tanques elevados. Para la energía eléctrica se instalan colectores fotovoltaicos, acumuladores y convertidor de energía, que alimentan a todo el sistema de iluminación de la vivienda. Para proveer de agua caliente de uso sanitario se instala un colector solar plano.

Sistema constructivo utilizado:

Envolvente Lateral: muros con inercia: los muros exteriores de ladrillo común de espesor 0.30 m., con revoque grueso y fino en ambas caras y pintado de blanco, muros interiores de 0.15 m, de ladrillo común y muro de piedra del lugar de 0.45 m de ancho, que atraviesa longitudinalmente la vivienda.

Aberturas: toda la carpintería es de aluminio Anodal, línea Tecno 03, con terminación pintado blanco con DVH para asegurar la aislación y estanqueidad.

Envolvente superior: Combina cubiertas planas e inclinadas.

Inclinada: en el interior cabriadas de madera, cabios de madera de anchico, machimbre de Kiry de ¾", membrana hidrófuga Tyvek, aislación térmica de lana de vidrio 70 mm., listones de madera y chapa acanalada color gris.

Plana: en el área de servicios. Hormigón con aislación térmica de vermiculita de 70 mm de espesor y barrera de vapor con pintura asfáltica (base acuosa), terminación de bovedilla y pintura acrílica impermeable.

Resultados Cálculo Teórico.

Análisis térmico y verificación riesgo de condensación: Se realiza la determinación del coeficiente K (W/m^2K) (Transmitancia Térmica / Condensación superficial e intersticial) de todas las envolventes, tomando como datos: temperatura interior de diseño de invierno 18°C y Temperatura exterior de diseño de invierno 0,5°C. Se comparan los valores obtenidos, con los establecidos por Norma para su verificación; y del riesgo de condensación intersticial y superficial. (Tabla 7).





	MURO	TECHO	TECHO
	PiedraEsp.: 0.45	INCLINADO	PLANO
 <p>REVOQUE Gruoso y fino int. LADRILLO Común 0.30 REVOQUE Gruoso y fino ext.</p>	 <p>PIEDRA del lugar Mortero de Asiento</p>	 <p>Chapa Galvanizada Camara de aire Lana de vidrio Barrera de vapor Machimbre de madera Tirante de Madera</p>	 <p>Pintura impermeabilizante Fibrada Carpeta cementicia esp= 2cm Hº de pendiente aliviado Pintura Asfáltica LOSA Hormigón Armado</p>
K = 1,98 (Verifica C-verano)	2,26 (No verifica)	0,36 (verifica C y B invierno y verano)	0,97 (Verifica C invierno)
Cond. Intersticial NO	NO	NO	NO
Cond. Superficial NO	NO	NO	NO

Tabla 7: valores de transmitancia térmica de la envolvente exterior, verificación de norma Iram 11605/96 (W/m2k) y riesgo de condensación

Soleamiento en Fachada No.: Se verifica el ingreso de sol, a las 15 horas, en invierno, permitiendo una gran ganancia solar. En verano, se verifica que no ingresa sol al estar comedor, época en la que no es beneficioso. Sí ingresa en dormitorio principal y en la cocina. Se resuelve con Black out interior.

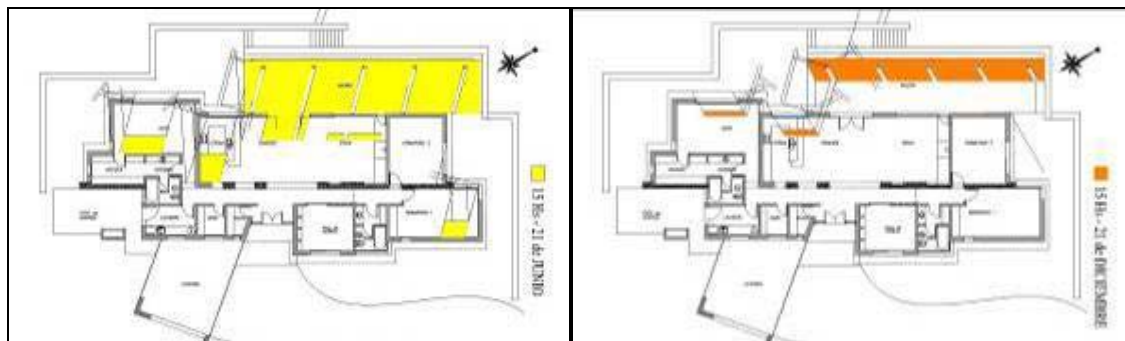


Fig. 17: verificación del ingreso de sol a las 15 horas, en invierno y verano en fachada NO.

Calculo de FAS: Se desestima el cálculo de FAS, por la ausencia de aventanamiento orientado al Norte.

Calculo de coeficiente global de pérdidas de calor:

G Admisible: 1,389 W.m3.kelvin - G de cálculo: 1,468 W.m3.kelvin

NO VERIFICA - (Para Córdoba según Norma IRAM, con 703 grados días).

Relación transparente opaco:

Vivienda Clemente	San	Masa Térmica	Transparente	Aislada	Total
Envolvente Lateral		84,20%	15,8 %	No posee	100%

Tabla 8: porcentajes de superficies laterales sobre los tipos construidos.

Calculo de carga térmica anual:

Q: 24 x 703x 1,468 x 877 : 21.721 Kw h -

1000

Siendo:

24 horas día, 703 grados días, 1,468 Gcal, 877 volúmen vivienda.

4 Medición:

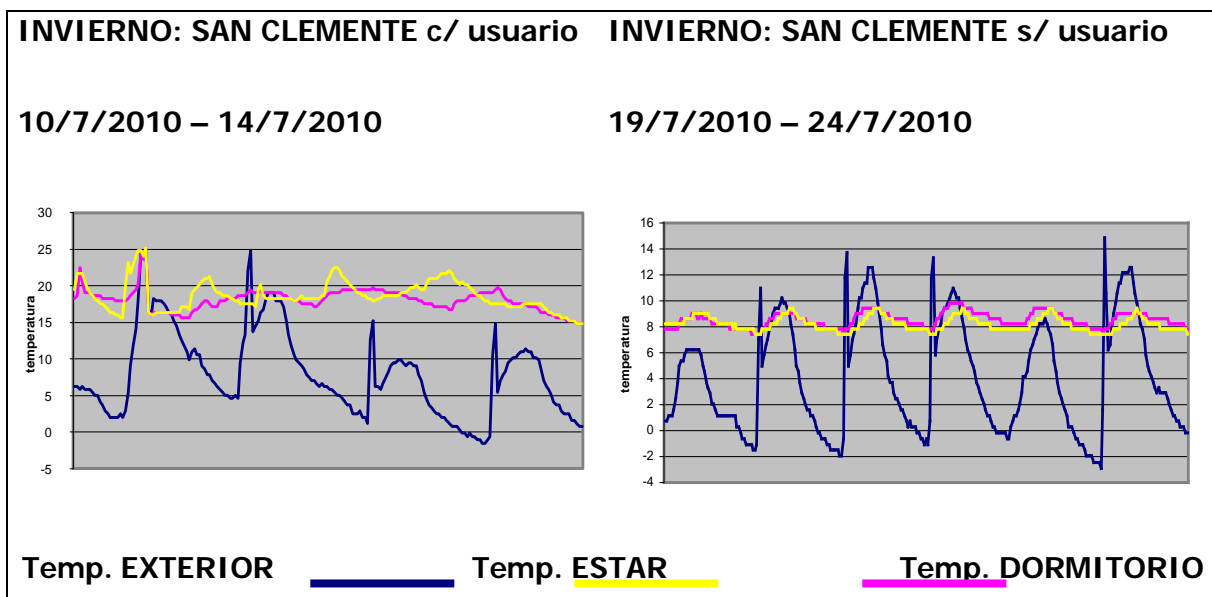


Fig.18: grafico de medición de temperaturas en periodo de invierno con y sin usuario.

En lo gráficos (Fig. 18) se muestran los resultados de las mediciones, sin usuario y con el usuario en el período de invierno. Con amplitudes de 12 a 14°C, con mínimas de -3°C y máximas de 15°C. Se observa que sin la presencia de habitantes la temperatura a lo largo del día, en el interior, se mantiene constante, con variaciones de entre 3°C y 4°C aproximadamente, por debajo del confort. Mientras que con el usuario, usando hogar a leña en el estar, se logran niveles de confort, pero se acentúan las temperaturas máximas y mínimas en el estar y se mantienen estables en el dormitorio.

En verano, (Fig.19) se muestran los resultados de temperatura. Se evidencia como se mantienen constantes las mismas tanto en el estar como el dormitorio con escasas variaciones diarias, dentro de los parámetros de confort, mientras en el exterior se registraban diferencias de 8 -9°C entre máximas y mínimas.

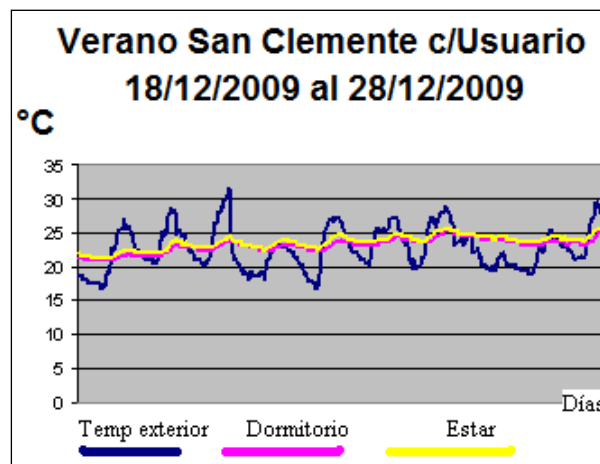


Fig.19 medición de temperaturas en el período de verano con usuario

- Evaluación económica.

Casa en San Clemente Córdoba	Precio	Incremento Porcentual sobre Construcción Tradicional ¹	Porcentaje de Incidencia del Ítem en el Total de la obra	Variación Porcentual
	MO. y Materiales			
Tareas realizadas en la vivienda	por unidad de medida			
Cerramiento Vertical Exterior: Mampostería de ladrillo común de 0.30, revocado, grueso y fino, (int.-Ext.) -	\$89,00 U\$S 22,25	0,00%	8,00%	0,00%
Cerramiento Horizontal – Techo inclinado_Cabios de madera (anchico), machimbre de Kiry ¾", Barrera de vapor TYVEK, aislación térmica con lana de vidrio 70 mm. Cubierta de chapas acanalada gris, esp. 0.002	\$ 218,00 U\$S 54,5	8,72%	7,90%	0,69%
Techo Plano Losa H° con viguetas, ladrillo cerámico hueco y capa de compresión, Cubierta: H° pendiente , vermiculita y bovedillas y pintura impermeable fibrada.	\$ 186,00 U\$S 46,5	4,30%	5,90%	0,25%
Carpinterías DVH de aluminio ANODAL, línea TECN0 03	\$ 305,00 U\$S 76,25	37,38%	10,46%	3,91%
VARIACION PORCENTUAL TOTAL				4,85%

Tabla 8: valuación económica

6-Evaluación social:

La entrevista a propietarios de la vivienda se basó en idénticas preguntas cualitativas en relación al confort y a la temperatura que en el caso 1. Respecto a la percepción de la temperatura, los usuarios la perciben, dentro de la vivienda, como normal en verano y como algo fría en invierno. El nivel de bienestar alcanzado es confortable en verano e invierno. El control en el uso de la vivienda fue evaluado con la frecuencia del control de radiación mediante cortinas y control de temperatura mediante apertura de ventanas. Ambos controles, declararon ser siempre usados. Respecto de la necesidad de mecanismos extras de acondicionamiento térmico, los usuarios manifestaron que no han incorporado mecanismo para acondicionar la vivienda en verano, que no lo consideran necesario. En invierno, existe sólo una fuente de calor adicional – hogar a leña – , que funciona parte del día.

7- Resultados obtenidos

Del análisis realizado a las dos viviendas se observan recursos de diseño sustentable en cuanto a:

Implantación en el sitio en relación a las orientaciones, un eje predominante Este- Oeste que permite mayor desarrollo Fachada Norte: orientación favorable para la ganancia de energía en invierno y protección en verano.

Tratamiento del entorno: conservación del entorno natural y mínimo movimiento de tierra, respetando la vegetación nativa existente en todos sus estratos (árboles, arbustos y cubresuelos)

Ubicación de locales Principales hacia Norte – Noreste. Servicios (baños, cocina, vestidor) hacia Sur Suroeste

Ganancia Directa en fachada Norte con adecuada protección para la situación de verano.

Aislación de la Envolvente Superior con verificación de K en nivel B, sin riesgo de condensación.

Respeto por las mejores visuales.

El empleo de mano de obra del lugar, favorece la actividad productiva de la zona.

Las diferencias detectadas son en relación a las envolventes laterales:

Envolventes Opacas masa térmica – inercia térmica con retardos calculados entre 12 y 15 hs. siendo estos correctos por la amplitud térmica del lugar. En Caso 1 ubicada en Fachada Norte y en Caso 2 ubicada en todas las Fachadas, siendo desfavorable al Sur Suroeste en situación de invierno.

Envolventes Transparentes en el Caso 1 el porcentaje de sup transparente se considera excesiva, mientras que en el Caso 2 la relación de sup transparente es 15,8% y se considera adecuada para el clima templado cálido con las características antes mencionadas; además para mejorar la situación de verano, se protegen las aberturas de la radiación solar con galería al noroeste y cortinas en el interior.

Envolventes aisladas solo en Caso 1 presenta aislamiento en fachadas desfavorables sur, este y oeste en relación a las pérdidas y ganancias de energía.

En la variable económica al comparar costos por m² en Caso 1 es un 10,80% superior a una vivienda de construcción tradicional en Córdoba, debido al incremento en las aislaciones de las envolventes laterales y a los grandes ventanales con carpintería de primera calidad y doble vidrio hermético (6mm+9mm+6mm) para asegurar la hermeticidad siendo un porcentaje aceptable en función del ahorro energético que representa. En caso 2 se observa un costo sólo un 4,85% superior que se registra fundamentalmente en las carpinterías con doble vidrio hermético de 6mm y la perfilaría de aluminio A30 necesaria.

Las mejoras que se proponen para lograr un comportamiento más eficiente, son:

Caso 1: la intensa radiación luminosa podría mejorar con la realización de un espacio intermedio (galería, pérgola, etc) sobre los ventanales al Norte y con cortinas en el interior.

Caso 2: La pérdida de calor, podría mejorar con aislación en las envolventes más expuestas, al sur y al oeste.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Normas IRAM -Instituto Argentino de Racionalización de Materiales :
 - Norma 11.603/1996 Acondicionamiento Térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
 - Normas IRAM: 11.549/2002.-11.601/2002.-11.604/2001-11.605/1996-11.625/2000-1.630/2000-11.658/2003-11.659/2004-07
Provincia de Buenos Aires **Ley 13059** -9/4/2003 Acondicionamiento térmico en los edificios y reducción del impacto ambiental por un uso racional de la energía.
- CZAJKOWSKI J., GOMEZ A. 2009 Arquitectura Sustentable. Editorial Argentino Buenos Aires
- GATANI, BRACCO, ANGIOLINI, JEREZ, PACHARONI, SANCHEZ, TAMBUSSI, AVALOS. 2008 Definición de indicadores de análisis de diseño sustentable. El caso de una vivienda serrana en Córdoba.-XXXI Reunión de trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, XVII Encuentro IASEE, Mendoza
- GONZALO, G. 2003 Manual de arquitectura bioclimática, 2° edición. CP 67, Buenos Aires.
- MARTINEZ C. 2005. Comportamiento térmico – energético de envolvente de vivienda en S.M. de Tucumán en relación a la adecuación climática. Revista avances en Energías renovables y Medio Ambiente Inenco Salta
- VOLANTINO V. 2007- Eficiencia energética en construcciones – www.inti.gov.ar
- MARISTANY, A.2006 Planilla de cálculo para las propiedades térmicas de las envolventes. CIAL, FAUDI, U.N.C. Córdoba Argentina
- 8- MARISTANY, A.1995 Modelo de calculo térmicos y lumínicos para viviendas bioclimática en Córdoba. Informe final. Beca de Investigación. SECyT. UNC. Dir.: Juan Wernly. Córdoba
- 9- MAZRIA, E.1985 El libro de la energía solar pasiva. Ediciones Gustavo Gili México
- 10- BALCOMB et al 1983 Passive Solar Design Handbook Vol. 1-2-3 Department of Energy. Washington DC United States
- 11-LAMBERTUCCI, R. et al. 2006-2007. Evaluación de la Eficiencia energética en edificios en la ciudad de Córdoba. 2° Etapa: evaluación y comparación del comportamiento energético de diferentes tipos constructivos de envolvente de viviendas y escuelas de la Ciudad de Córdoba, en relación al costo de producción. FAUD. UNC. Córdoba