

arquisur

Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura Públicas de
los países de América del Sur

LA SIMULACIÓN COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO Y VERIFICACIÓN DE PROYECTOS URBANOS.

Área temática: **PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y URBANO**

**Gatani, Mariana – Angiolini, Silvina -Sánchez, Gabriela – Tambussi, Roberto
Arquitectos**

Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de Córdoba

Av. Vélez Sarsfield 264 - CP 5000 - Córdoba - República Argentina

Tel: (54 351) 4332091 - 96 -- Fax: (54 351) 433-2092

Av. Haya de la Torre s/n - Ciudad Universitaria - Córdoba - República Argentina

Tel: (54 351) 4334063

Resumen:

La crisis energética y el escenario local donde las energías convencionales son limitadas, la radiación solar se convierte en un recurso fundamental de la luz natural y de las energías limpias para lograr confort y ahorro energético. Ante el desafío de una arquitectura sustentable, el estudio e incorporación de herramientas de simulación al proceso de diseño constituye una oportunidad. Mediante la aplicación del programa de simulación energética Ecotect®, se realiza un análisis de la incidencia solar en el caso de estudio, un edificio de vivienda ubicado en la ciudad de Córdoba, en un sector urbano de densidad media y de su entorno próximo. Se realizan estudios cualitativos y cuantitativos de sombras y obstrucciones, exposición solar, acceso e incidencia solar, máscaras de sombra, identificación de áreas adecuadas para la colocación de sistemas solares y organización de elementos exteriores, con el objetivo de evaluar su comportamiento. El resultado de dicha simulación nos lleva a contemplar la posibilidad cierta de contar en cada proceso de diseño con esta herramienta, desarrollando una búsqueda en el aprovechamiento de los recursos naturales que minimice el impacto ambiental de las construcciones sobre el medio ambiente y los habitantes priorizando el diseño pasivo y activo de conservación energética, en donde el recorrido del sol, la radiación solar incidente, los porcentajes de sombra, la luz natural y las obstrucciones juegan un papel preponderante para la toma de decisiones.

**Palabras claves: SIMULACIÓN, APROVECHAMIENTO DE LA RADIACIÓN SOLAR,
DERECHO A LA LUZ Y AL SOL.**

1.- INTRODUCCIÓN:

La crisis energética mundial y el agotamiento inexorable de fuentes fósiles requiere cambios fundamentales en el diseño de ciudades y edificios a fin de reducir la demanda de energía fósil no renovable. Los edificios utilizan alta proporción de todos los recursos energéticos a nivel nacional (y mundial) para obtener un servicio: principalmente acondicionamiento ambiental: calefacción, refrigeración, iluminación y ventilación.

Principales objetivos y desafíos a cumplir:

- Lograr eficiencia energética: mejor servicio con menor demanda
- Uso mayoritario de energías renovables: energía solar térmica, iluminación, ventilación y acondicionamiento natural.

El camino para los arquitectos y urbanistas es el diseño bioambiental, proceso en el que deben seguirse las siguientes etapas básicas de desarrollo:

- Estudio de condiciones del medio que impactan sobre el edificio y el paisaje.
- Definición de condiciones ambientales para actividades en interiores y en espacios exteriores.

arquisur

Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura Públicas de los países de América del Sur

- Selección de estrategias y recursos de diseño que permitan lograr o acercarse a estas condiciones óptimas utilizando las características de diseño del edificio y espacios exteriores.
- Integración y verificación de estrategias en el proyecto: **simulación y ensayos**.

2.- METODOLOGÍA

ECOTECT¹ es un programa que establece un acercamiento conceptual al diseño del edificio; incorpora una interfaz gráfica de diseño 3D, y posee un potente motor de análisis, realiza simulación energética, análisis de sombras, estudio de radiación solar incidente y de iluminación natural².

La simulación permite:

- Verificación del comportamiento de proyectos antes de su realización.
- Estudio de alternativas de diseño de edificios
- Calibración de simulación numérica.
- Medición cuantitativa de variables
- Visualización cualitativa de condiciones
- Demostración de resultados a proyectistas y comitentes

3- DESARROLLO

El edificio analizado está emplazado en Córdoba Capital, (ubicada a los 31,3 ° de Latitud Sur y a los 64,2 ° de Longitud O y con una altura sobre el nivel del mar de 425 m), Zona bioambiental IIIa templada cálida (Norma IRAM 11602). Posee un clima de estaciones bien marcadas, cálidas húmedas y frías secas. La época de lluvias coincide con la época estival. En el período frío (Junio, Julio y Agosto) las temperaturas medias oscilan entre 5°C la mínima media. La diferencia térmica diaria es importante, como así también los días claros, donde el aprovechamiento solar es óptimo.

El prototipo analizado corresponde a un conjunto de viviendas unifamiliares en altura, de cuatro plantas, entre medianeras, orientado SO-NE. Localizado en una zona de baja densidad, en proceso de renovación urbana que tiende a consolidarse hacia una densidad media, por su proximidad al centro, y porque cuenta con servicios, transporte e infraestructura urbana.

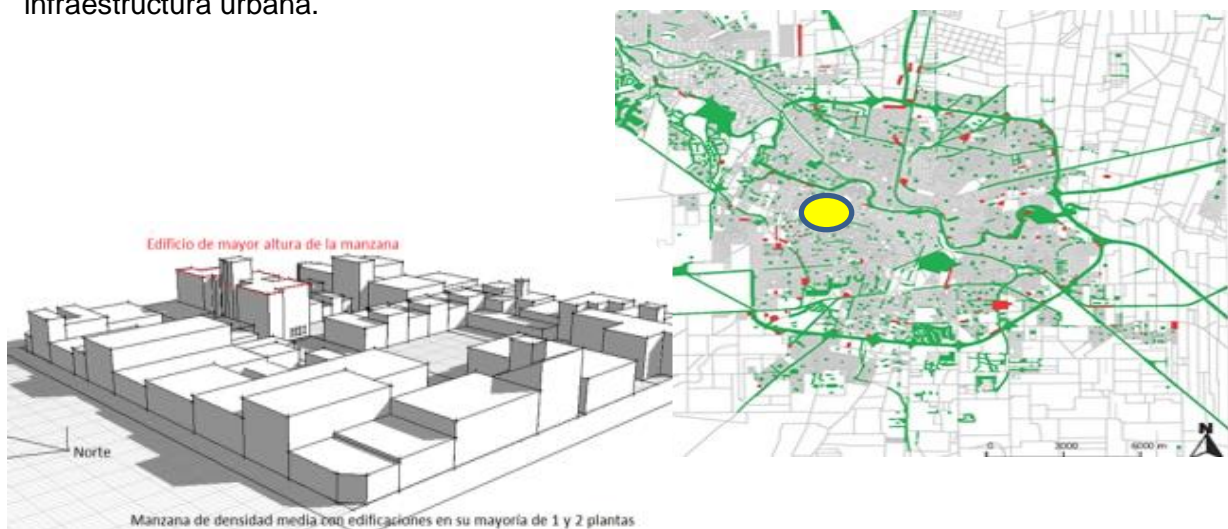


Fig. 1 Ubicación en la Ciudad de Córdoba

¹ Software. (2012)

² MAYAB- Máster Universidad Politécnica der Madrid.



Fig. 3 Edificio Analizado.
Planta Baja



Fig. 2 Emplazamiento en la Manzana

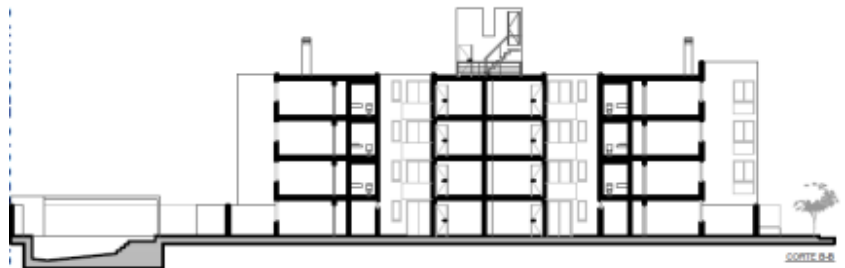


Fig. 4 Edificio Analizado. Fachada y Corte Longitudinal

El edificio se desarrolla entre medianeras 4 departamentos por planta; el eje principal es NE-SO, frente SO y fachada posterior NE, el resto de las fachadas se encuentran entre medianeras. Tiene una simetría en el sentido E-O. El lote es angosto y profundo, tiene un retiro de la LM entre 1.5 y 5 mts, generando un espacio de fuelle con la calle. El patio posterior tiene una longitud 14 mts. Y cuenta con piscina, pérgola y asador.

4.- RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN CON ECOTECT:

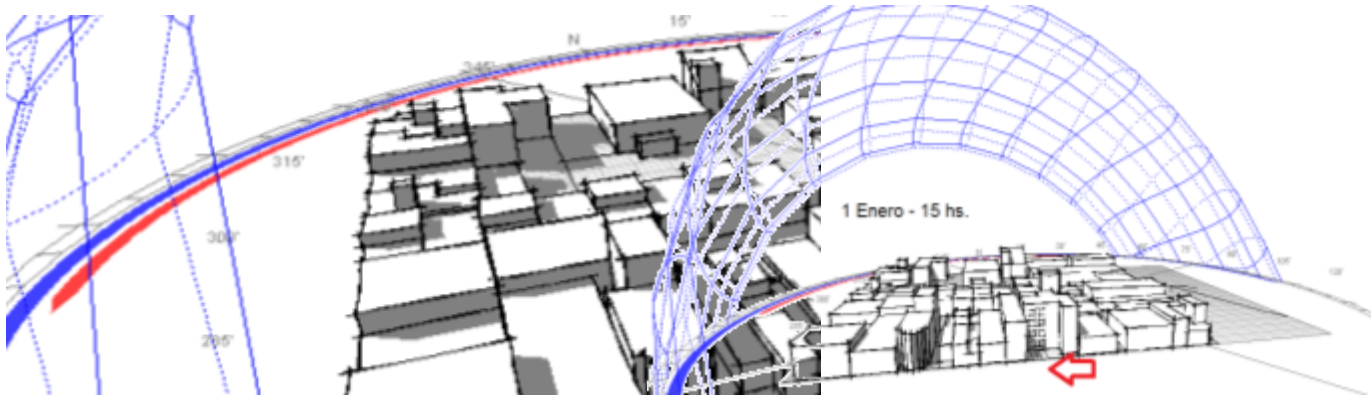


Fig. 5 Análisis de la Incidencia Solar y Sombras arrojadas

El programa Ecotect®, permite visualizar la posición anual y diaria del sol, con el que se obtiene un análisis muy preciso de la incidencia solar, y las sombras a distintas horas. En este caso se muestra el recorrido anual, la incidencia solar y las sombras sobre el edificio y los edificios del entorno al mismo. Como la fachada del edificio orienta al SO verificamos que todo el invierno permanece en sombra y recibe radiación en verano a la tarde.

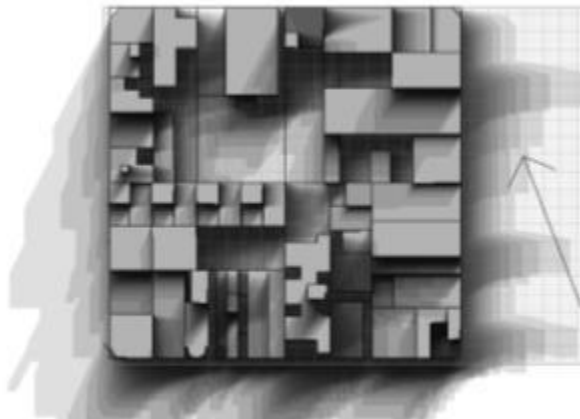


Fig. 6 Rango de Sombras para Julio
Horario 9 – 17 hs

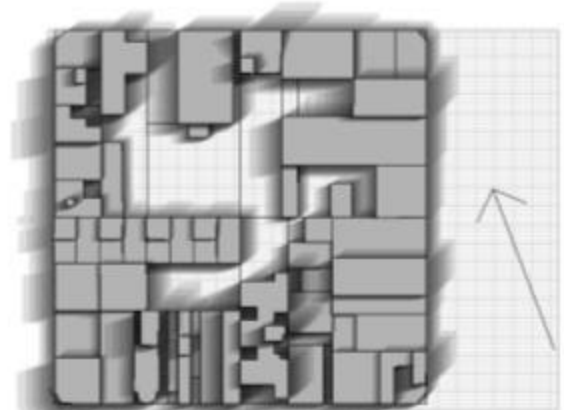


Fig. 7 Rango de Sombras para Enero
Horario 9 – 17 hs

Por la altura solar en invierno las sombras son muy largas, por el contrario en verano son más cortas. Las sombras arrojadas en invierno son importantes, crean áreas con poca o nula incidencia solar; en los espacios exteriores y sobre los techos de las edificaciones, lo que es muy importante su verificación a la hora de diseñar áreas de esparcimiento en los espacios exteriores hasta la ubicación de colectores solares sobre las diferentes superficies. El edificio también se ve afectado por la obstrucción solar por la orientación de algunas fachadas, en las que la incidencia de la radiación solar es muy escasa o nula, haciendo imposible el aprovechamiento del recurso, como estrategia de calentamiento en invierno.

El edificio está emplazado en una zona de densidad media, donde impone la mayor altura. Arroja importantes sombras hacia la calle, el retiro minimiza ese impacto. El patio orientado al Norte no presenta importantes obstrucciones, recibe radiación solar en invierno, y mucha radiación en verano, para su máximo aprovechamiento como espacio de expansión si se le proporcionan espacios con protección solar.

arquibur

Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura Públicas de los países de América del Sur

Favorece la trama de terrenos profundos por lo que el crecimiento y densificación de la zona no causará importantes impactos en él.

ANÁLISIS CUALITATIVO DE SOMBRAS EN EL EDIFICIO

Fachada NORESTE – INCIDENCIA SOLAR EN SOLSTICIO DE INVIERNO Y VERANO A LAS 12 HS. Sobre ventana de dormitorios.

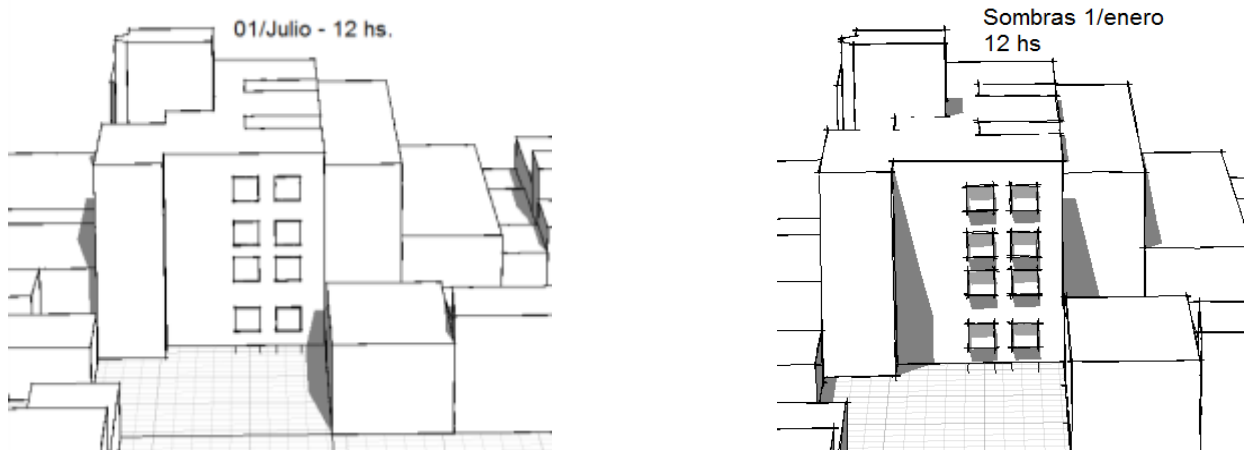


Fig. 8 Fachada Noreste. Incidencia Solar sobre dormitorios

En la fachada Norte, las ventanas de los dormitorios en verano reciben sombra debido a la gran altura del sol y recibe plena radiación en el solsticio de invierno, permitiendo usar el recurso de ganancia directa.

Fachada SUROESTE – INCIDENCIA SOLAR EN SOLSTICIO DE INVIERNO Y VERANO A LAS 12 HS. Sobre ventana de dormitorios

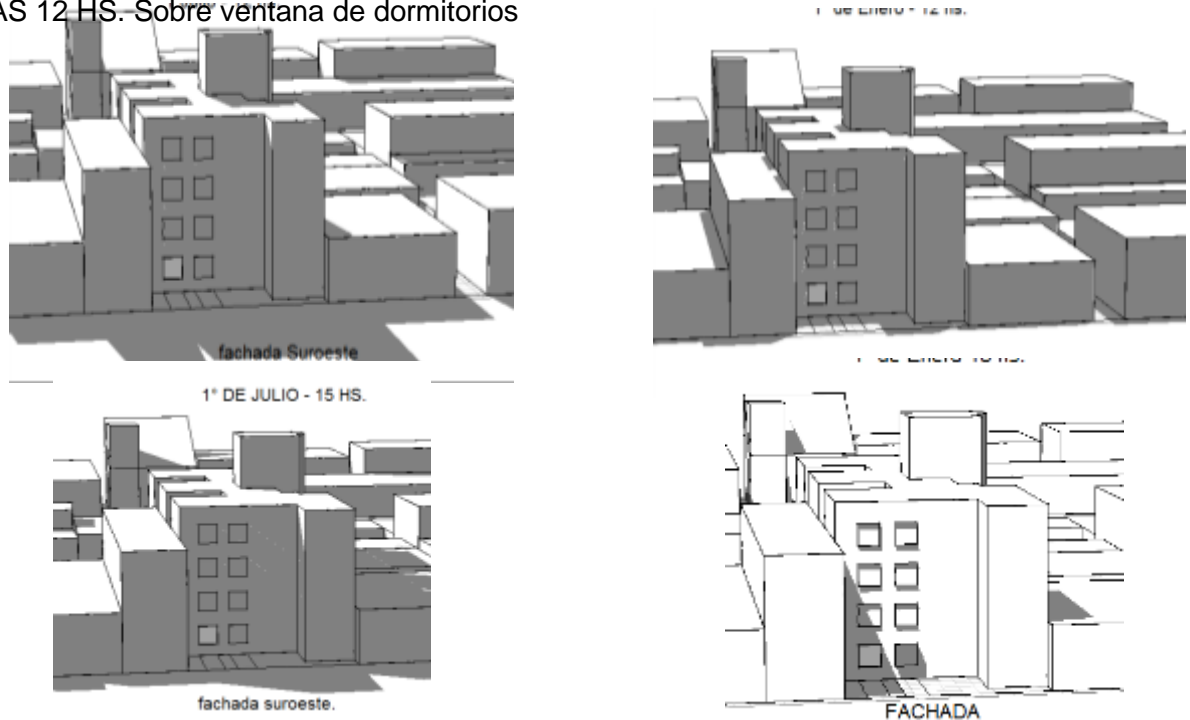


Fig. 9 Fachada Suroeste. Incidencia Solar sobre dormitorios

arquisur

Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura Públicas de los países de América del Sur

Las ventanas de fachada Sur permanecen en sombra la mayor parte del año, con el agravante que recibe sol en el solsticio de verano a partir de las 15 hs cuando debemos protegernos de su incidencia, causando discomfort.

Analizamos ventanas de PB de dormitorios (1.4 x 1.4) ubicadas en: Fachada Suroeste hacia la calle, en fachada Noreste en un Patio Interno y fachada Noreste hacia patio posterior; la radiación incidente y las obstrucciones:



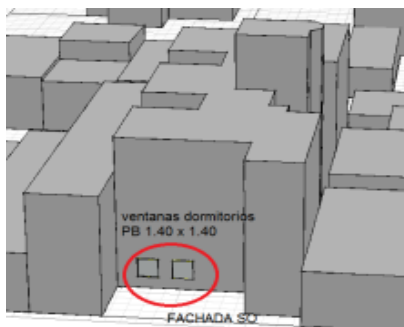
Fachada SO. Calle



Fachada NE. Patio Interno



Fachada NE. Fachada hacia patio



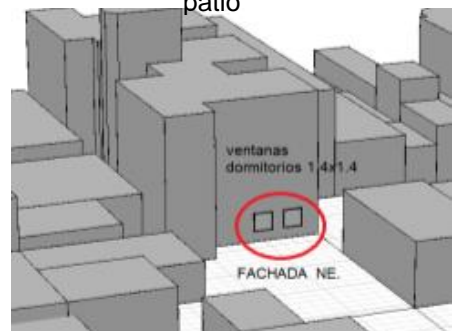
ventanas dormitorios
PB 1.40 x 1.40

FACHADA SO



VENTANAS
ENFRENTADAS
DORMITORIOS

PATIO INTERNO



ventanas
dormitorios 1.4x1.4

FACHADA NE.

Fig. 10 Ventanas objeto de análisis, distintas posiciones y orientaciones.

Fachada SO. Calle
Abertura PB

Fachada NE. Patio Interno
Abertura PB

Fachada NE. Fachada Patio
Abertura PB

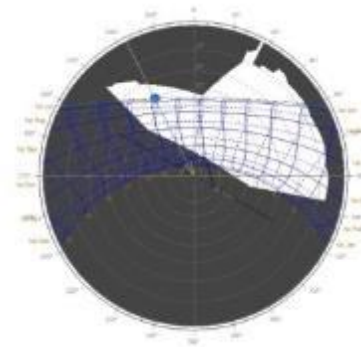
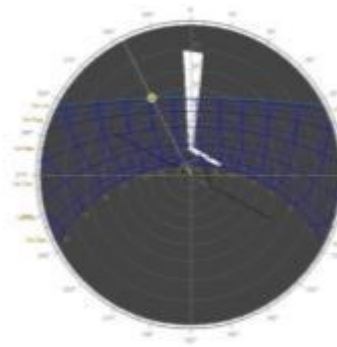
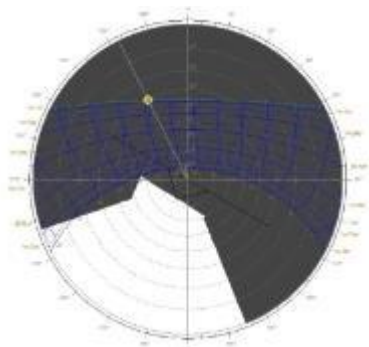


Fig. 11 Visión Estereográfica. Máscaras de Sombra de cada una de las Ventanas de la figura superior

arquisur

Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura Públicas de los países de América del Sur

Análisis desarrollado (muestra la posición del sol el 1 de Julio, a las 15 h.). La Máscara de Sombra de la ventana ubicada en **fachada SUROESTE en PB**, se encuentra totalmente en sombra en los meses de invierno. La ventana ubicada en **fachada NORESTE en PB** hacia un el patio interno lateral, rodeada de volúmenes no recibe radiación directa los meses de invierno y se encuentra en sombra a lo largo de todo el año, salvo una franja mínima de sol al mediodía.

En cambio la ventana ubicada en **fachada NORESTE en PB** pero hacia el espacio abierto (patio posterior), recibe radiación directa los meses de invierno posibilitando el recurso de GANANCIA DIRECTA, mejorando las condiciones de confort y ahorro energético. Se encuentra en sombra a partir de las 12 hs los meses de Enero y Febrero, lo que es muy positivo, ya que es cuando necesitamos Sombra y ventilación cruzada para acercarnos a las condiciones de confort.

Las tres máscaras de sombra muestran las diferentes condiciones en relación a la radiación incidente y a las diferentes condiciones frente a las posibilidades de aprovechar el recurso de GANANCIA DIRECTA en invierno. Si consideramos a éste como un recurso fundamental habrá que diseñar partiendo de ésa premisa, el esquema repetitivo simétrico y en espejo, no da las respuestas frente a esta condición.

PORCENTAJE DE SOMBRA PARA VENTANA DE DORMITORIO ORIENTACIÓN SO – 21/06

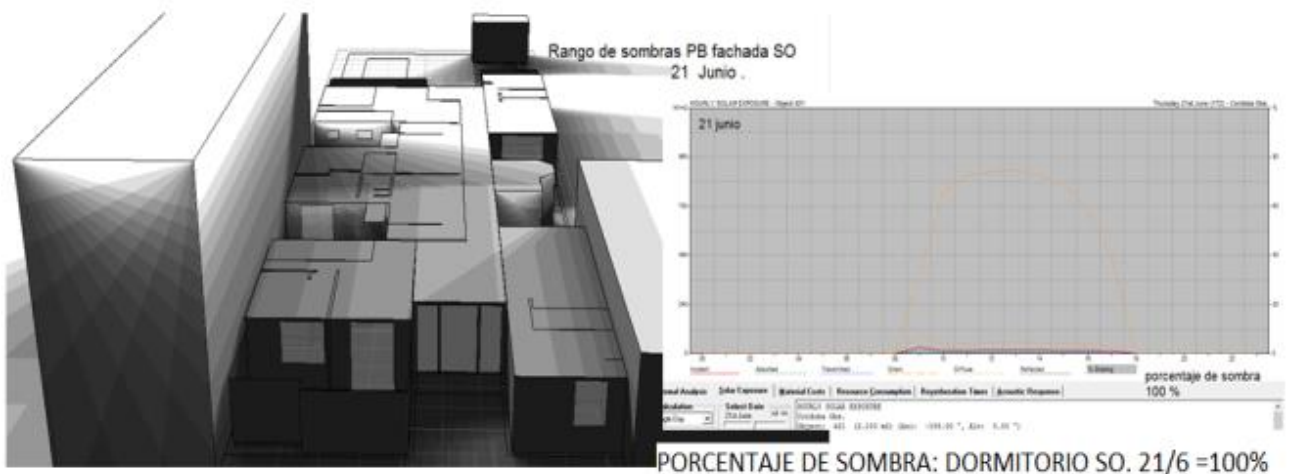


Fig. 12.- Planta Baja del edificio, fachadas SO.

PORCENTAJE DE SOMBRA PARA VENTANA DE DORMITORIO ORIENTACIÓN NE-21/06

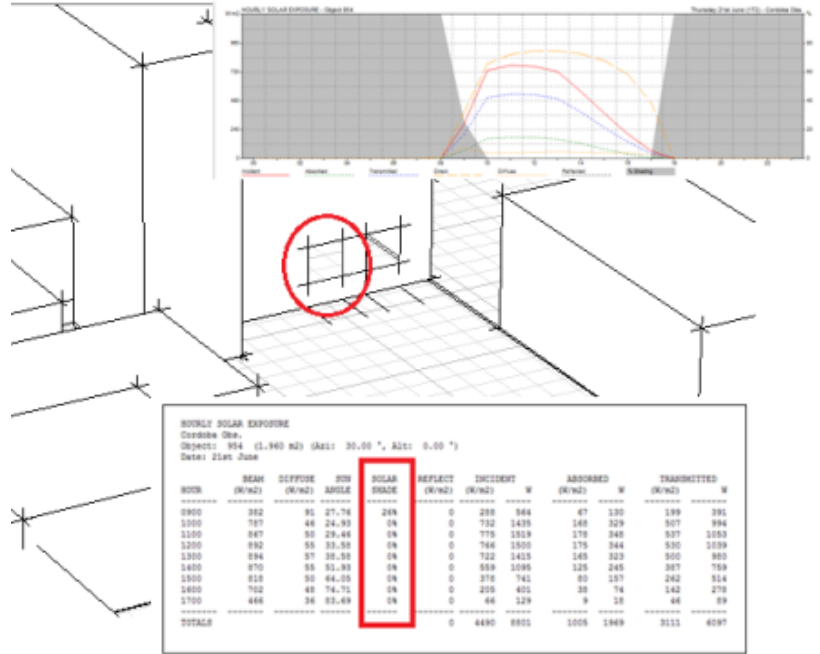


Fig. 13.- Planta Baja del edificio, fachadas NE

La simulación nos permite observar que por la situación del edificio, la fachada NORESTE es óptima

Para el uso de sistemas pasivos para calentamiento como ganancia directa, acumulación e inercia. El 21/6 recibe radiación directa, comienza a las 9 am. Con un porcentaje del 26% de sombra a incidencia plena hasta las 17 hs. La misma ventana y el mismo recinto (dormitorio) presentan un 100% de sombra con orientación SO en el solsticio de invierno.

CÁLCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE SOBRE PATIO POSTERIOR:

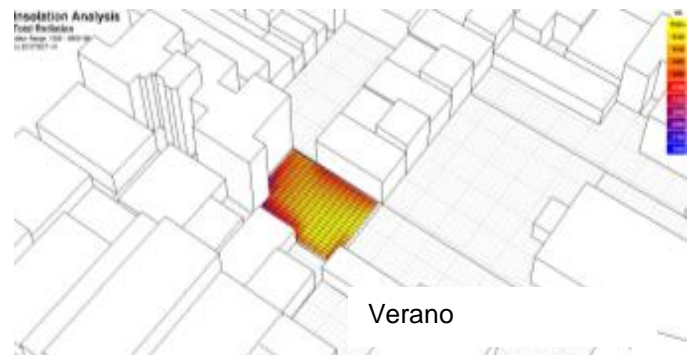
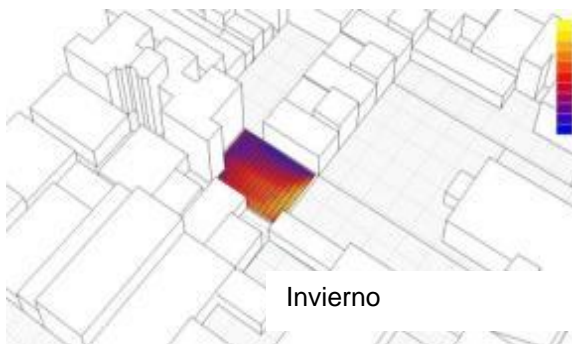


Fig. 14 Radiación Incidente sobre superficies Patio Posterior Edificio.

arquisur

Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura Públicas de los países de América del Sur

El Patio posterior orientado al Norte recibe radiación todo el año, el análisis permitirá tomar las medidas adecuadas para lograr la mayor incidencia en invierno y diseñar las protecciones para el verano, para su óptimo aprovechamiento. En climas cálidos y templados, el uso del espacio exterior como de espacios intermedios, se incrementa y potencia significativamente (de Schiller y Evans, 1998a y 2000). Actúan como verdaderas extensiones del interior directamente conectadas con el exterior, tales como terrazas cubiertas o verandas, recovas, patios con pérgolas o galerías perimetrales, por lo que su adecuada orientación y tratamiento serán fundamentales para su aprovechamiento como tal.



Fig. 15 Expansión posterior

CÁLCULO DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE SOBRE LA CUBIERTA DEL EDIFICIO

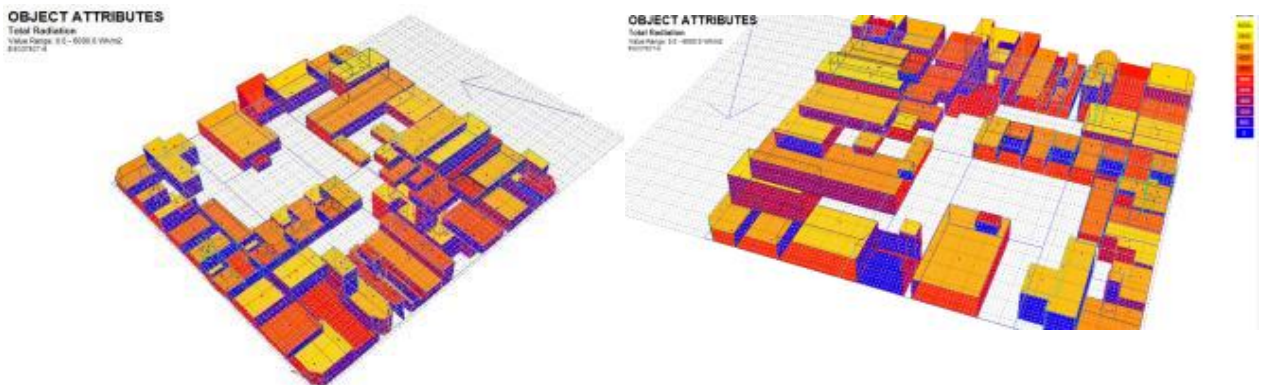


Fig. 16 Radiación Incidente en un rango de 0 a 6000 Wh/m² sobre superficies de la Manzana Analizada.

Observamos que las superficies horizontales sin obstrucciones hacia el Norte son las que mayor radiación reciben, óptimas para aprovechamiento de sistemas de captación solar. Los paramento verticales reciben menos radiación siendo las fachadas sur las situaciones más desfavorables (valor: 600 Wh/m²) a diferencia de las superficies horizontales más expuestas y la fachadas Norte sin obstrucciones (Valor en superficies horizontales: 6000 Wh/m², valor en superficies verticales al Norte: 3000 Wh/m²).

La superficie horizontal; techos planos sin obstrucciones permite un óptimo aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica y calentamiento de agua sanitaria mediante colectores solares.

arquisur

Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura Públicas de los países de América del Sur

5.- CONCLUSIONES:

Existe un proceso de transformación urbana, las ciudades crecen constantemente, pero mantienen la trama, cambia la forma edilicia y el tejido que genera, este se densifica, gana altura, lo que es positivo para la ciudad, aprovechando los servicios, e infraestructura existentes, pero dificultando la relación de cada unidad de vivienda con el espacio exterior, con el aprovechamiento del sol y la luz natural y por lo tanto con la calidad de vida y las posibilidades de acondicionamiento pasivo. Las estrategias para lograr el confort, en climas como el de Córdoba, templado-cálido húmedo como Ganancia directa, e inercia en invierno; sombra y ventilación en verano, son muy beneficiosas, pero los edificios presentan fachadas con muy distintas condiciones frente al sol y el viento. Mientras la fachada norte cuenta con todas las potencialidades, para posibilitar resolverlo las otras fachadas, Sur y oeste, no. La trama urbana con edificios entre medianeras condiciona también esta posibilidad.

La importancia de la simulación es fundamental porque permite "VISUALIZAR; ANALIZAR Y OPTIMIZAR, los proyectos desde las primeras etapas del diseño y evaluar el impacto que el nuevo edificio produce en su sitio de emplazamiento.

La simulación sobre el prototipo permito determinar las superficies con mayor incidencia de radiación solar en Wh/m^2 óptima para la colocación de equipos colectores de energía solar para agua caliente y fotovoltaicos tanto horizontales como verticales, visualizar las condiciones de cada fachada respecto a la incidencia y penetración solar en los recintos, la situación de sol, sombra y radiación incidente en los espacios exteriores propios del edificio y externos a él, y en los edificios vecinos. A partir del resultado se pueden tomar las decisiones adecuadas para cumplir los objetivos de un diseño bioambiental.

El proceso continúa con posteriores simulaciones de iluminación natural y térmica

4.-BIBLIOGRAFÍA:

-Gonzalo, Guillermo. (2003) Manual de arquitectura bioclimática, 2° edición. CP 67, Buenos Aires.

-Sustentabilidad y transformación del tejido urbano en la cuadrícula latinoamericana. Silvia de Schiller (2001), en Globalización, Forma Urbana y Gobernabilidad, 3ra Conferencia Internacional, Red Alfa-Ibis. Editores: Ana Falú y Marisa Carmona, Departamento de Gestión y Renovación Urbana, Facultad de Arquitectura, Universidad Tecnológica de Delft, Países Bajos, y la Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Córdoba-Delft. ISBN 987-544-026-4.

-Diagrama de clima: • J. M. Evans y S. de Schiller, Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar, Ediciones Previas, EUDEBA, Buenos Aires, 1996.

-Olgay, V, Arquitectura y Clima, Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas, GG Barcelona, 1998.

-Arquitectura sustentable • Julian Evans, Sustentabilidad en Arquitectura, Ediciones CPAU, Bs. As. 2010

-Angiolini, Pacharoni, Sánchez, Bracco (2007). Comparación del gasto energético para acondicionamiento térmico en vivienda social de distintos períodos en Córdoba. Revista ASADES 2007 - resúmenes, pág. 54 - Comunicación 11. XXX. Reunión de trabajo ASADES., San Luí, Noviembre 2007.

-Volantino V. (2007)- Eficiencia energética en construcciones – www.inti.gov.ar

5.- REFERENCIAS:

[1] GALLELLO DOMINIC, presidente & CEO; MSC Software. (2012)

[2]MAYAB on line_ MÁTER EN MEDIOAMBIENTE Y ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA, Universidad Politécnica de Madrid- Director: Dr. Arq. Francisco Neila Gonzalez