

ANÁLISIS DE DEMANDA TÉRMICA INVIERNO/VERANO COMPARADA EN MÓDULOS HABITACIONALES SOMETIDOS A CONDICIONES VARIABLES EN ROSARIO

Gabriel Chiarito, Wanda Gomez Carmana, Guadalupe González, Aimé Muriel, Eugenia Turdó
Centro de Desarrollo de Tecnología. CDT.
Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño. FAPyD-UNR.
Tel. 0341-3318935 e-mail: arqchiarito@gmail.com

RESUMEN: El presente trabajo propone comparar y analizar, mediante simulaciones numéricas detalladas utilizando el software libre SIMEDIF¹, el comportamiento térmico de tipologías de unidades habitacionales de la ciudad de Rosario para diversas orientaciones. El objetivo es determinar el grado de ajuste de la condición variable de transmitancia térmica requerida si se modifica la relación porcentual del área vidriada expuesta. Se parte de la Ordenanza 8757/2011 promulgada por la Municipalidad de Rosario, la cual determina condiciones de transmitancia máxima admisible para cerramientos opacos y de factor de exposición solar (FES) para áreas transparentes. Las mismas se modifican si la relación transparencia-opacidad supera el 60%. Este porcentaje es puesto en análisis y discusión mediante la realización de simulaciones con un paramento vidriado de la superficie máxima admitida y uno que alcanza el 100% del área del muro, permitiendo comparar las demandas globales energéticas de acondicionamiento requeridas. Los resultados de las simulaciones permiten, mediante el dato de salida del consumo energético de calefacción invernal y de refrigeración estival, analizar la coherencia de la pauta de relación vidriado/opaco en las diferentes orientaciones, geometrías y superficies.

Palabras clave: particiones semi transparentes, carga térmica, eficiencia energética, consumo energético

INTRODUCCIÓN

La Ordenanza 8757/11, de la Municipalidad de Rosario constituye el primer avance institucionalizado de escala urbana significativa del país en el control higrotérmico de envolventes arquitectónicas. Esta Ordenanza denominada: “Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones” (Municipalidad de Rosario, 2011), reglamenta para las nuevas edificaciones urbanas condiciones de control para la definición de envolventes tanto de cerramientos opacos como de áreas transparentes tendientes a mejorar la eficiencia energética minimizando los flujos térmicos de pérdidas/ganancias y es de uso obligatorio para obtener Permiso de Edificación Municipal necesario para construir nuevos edificios. El objetivo de la norma es reducir el consumo energético para climatización a nivel residencial.

La investigación somete a discusión las relaciones formales y constructivas que permitan fundamentar los ajustes de aplicabilidad y profundizar los límites y alcances de los parámetros que correlaciona, pretendiendo validar las exigencias establecidas o bien determinar los cambios necesarios.

¹ SIMEDIF, Programa (software libre) de simulación numérica de intercambios térmicos desarrollado por el Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional: INENCO (UNSa-CONICET), de la Universidad Nacional de Salta.

Uso de la energía a escala nacional

El Balance Energético Nacional (BEN) es el principal instrumento estadístico utilizado para el análisis del sector energético en Argentina y la definición de políticas públicas a mediano y largo plazo. El consumo global de energía (primaria y secundaria) en Argentina indicado en el BEN 2020 (provisorio) es aproximadamente 50 millones de TEP (Toneladas Equivalentes de Petróleo). El Sector Residencial incide con más de 13 millones de TEP, lo que significa prácticamente un tercio del consumo global y un poco más que el total del Sector Industria nacional.

En el análisis discriminado por Formas de Energía, el “*Gas por Redes*” representa el 37% de las fuentes energéticas con 18.7 millones de TEP y destina 8.7 millones al Sector Residencial (46% del total), lo que representa 15% más de consumo del Sector Residencial que la Industria, mientras que, en el discriminado: “*Gas Licuado*”, el sector Residencial se lleva casi la totalidad: 1.1 de los 1.5 millones de TEP. En cuanto a la fuente: “*Energía Eléctrica*” consumida en el país es de 10.700 TEP y el Sector Residencial responsable de más de 3500 TEP, es decir un tercio del total. (Ministerio de Economía Argentina, 2020)

Uso de la energía a escala del sector residencial

El consumo residencial en la Argentina ha tenido un crecimiento importante en las últimas décadas. En el periodo 1990-2015, el consumo pasó del 21% al 27% del total. Si bien el incremento del consumo eléctrico residencial mantiene un ritmo de crecimiento de duplicación cada 15 años, cuando se comparan los consumos específicos residenciales, tanto los eléctricos como los consumos de gas natural (GN), se observa que, en el nivel nacional, el consumo específico de GN por redes es un factor 4 veces mayor que el consumo eléctrico residencial. (Gastiarena et al., 2017).

La distribución del consumo en el Sector Residencial (Fig. 1) muestra de manera global un 21% provisto por fuentes eléctricas y el 79% por gas. Se destaca fuertemente que el consumo de gas es destinado a calefacción y de allí la necesidad de aplicar énfasis en las temáticas vinculadas al aprovechamiento energético mediante la minimización de pérdidas invernales, mediante una mayor eficiencia en el diseño de envolventes edilicias.

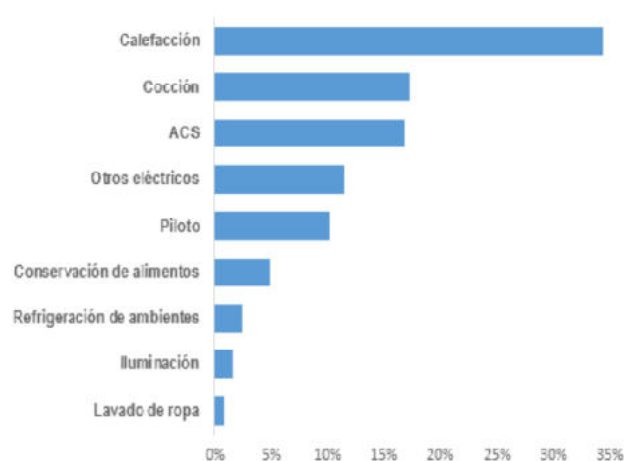


Figura 1: Consumo residencial medio (electricidad y gas).
Fuente: Ministerio de Economía de la Nación Argentina (2022).

Instrumentos locales para reducir el uso de energía a escala residencial

La Ordenanza 8757/2011: “*Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones*” (Municipalidad de Rosario, 2011) reglamenta para las nuevas edificaciones urbanas condiciones de control para la definición de envolventes tanto de cerramientos opacos como de áreas transparentes tendientes a mejorar la eficiencia energética minimizando los flujos térmicos de pérdidas/ganancias.

Dado el carácter innovador de la Norma, *“Rosario es la primera y única ciudad del país en implementar medidas para la disminución del consumo de energía en la construcción de los edificios”* (Municipalidad de Rosario, 2011) y su reglamentación, que plantea una aplicación gradual en el tiempo y en exigencias, este proyecto propone analizar relaciones formales y constructivas que permitan fundamentar los ajustes de aplicabilidad y profundizar los límites y alcances de los parámetros que correlaciona.

Básicamente la Ordenanza determina las condiciones máximas de transmitancia térmica admisibles a un valor de referencia intermedio entre el Nivel A y el B de la Norma IRAM 11.605, mediante *“...la incorporación de aislación térmica en techos y paredes exteriores y la colocación de protección solar en los cerramientos transparentes según las orientaciones”* (Municipalidad de Rosario, 2011). En las áreas transparentes, la normativa solicita la determinación del Factor de Exposición Solar —de ahora en adelante FES—, mediante valores máximos de filtrado de radiación solar, relacionando *“...el tipo de protección solar ofrecida por un cerramiento cualquiera con el valor correspondiente a un vidrio común incoloro de 3 mm de espesor sin protecciones ni obstrucciones.”* (Municipalidad de Rosario, 2011).

La determinación del FES en la Ordenanza establece un límite de transmitancia máxima admisible en $2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ para área de ventanas “medianas” no mayores al 60% de la superficie y de $1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ cuando supera el 60% de la fachada expuesta. La determinación de este criterio porcentual de áreas vidriadas, es probable que esté más asociado a las proporciones usuales constructivas aplicadas en la resolución de fachadas de edificios en Propiedad Horizontal, donde entre taparrollos y paramentos laterales se libera un porcentaje de ese orden, que a un verdadero ajuste entre condiciones higrotérmicas del espacio y áreas vidriadas, ya que no se determina en función del espacio (en m^2 de superficie habitable o en m^3 del volumen espacial) sino del área de fachada expuesta.

Para obtener el Certificado de Higrotermia el profesional a cargo del proyecto debe presentar como documentación los detalles constructivos de cada solución técnica de envolvente opaca y transparente. En los opacos -techos y paredes exteriores-, se especifica el material y espesor de cada capa del cerramiento compilado en una serie de planillas, que guían al profesional de forma tal de que la solución se ajuste a las condiciones de la norma. A continuación, se detalla el contenido de cada una de las planillas solicitadas:

- La Planilla 1 verifica la transmitancia térmica para techos de cada solución constructiva. Los techos comprenden aquellos cerramientos en contacto con el exterior horizontales o con una inclinación.
- La Planilla 2 verifica la transmitancia térmica para paredes exteriores de cada solución constructiva. Las paredes exteriores comprenden aquellos cerramientos en contacto con el exterior verticales o con una inclinación superior a 60° respecto a la horizontal, incluidas las medianeras expuestas.
- La Planilla 3 verifica la transmitancia térmica y factor de exposición solar de cerramientos transparentes según la orientación. Los cerramientos transparentes comprenden aquellos cerramientos en contacto con el exterior, cualquiera sea su posición, que presenten algún grado de transmitancia a la radiación solar.
- La Planilla 4 detalla los locales con áreas de vanos y áreas de paredes exteriores.

Los valores obtenidos de las planillas deberán estar admitidos dentro de los parámetros detallados en la Tabla 1: Parámetros de transmitancia y factor de exposición solar. Programa de Construcciones Sustentables. (Municipalidad de Rosario, 2011).

TRANSMITANCIA TÉRMICA	
Tipo de cerramiento	K máximo admitido (W/m ² K)
Techos	0.38
Cerramientos verticales opacos	0.74
Superficies transparentes inferiores al 60% de la pared	2.8
Superficies transparentes superiores al 60% de la pared	1.8
FACTOR DE EXPOSICIÓN SOLAR (Fes)	
Orientaciones	Fes máximo admitido
Cuadrante Norte (NNE-NNO) - 341° a 20°	0.45
Cuadrantes Este y Oeste – 21° a 160° y 201° a 340°	0.30
Cuadrante Sur (SSE-SSO) – 161° a 200°	0.9
Lucernarios y planos inclinados con ángulo inferior a 60°	0.25

Tabla 1: Parámetros de transmitancia y factor de exposición solar. Programa de Construcciones Sustentables. Fuente: Programa de Construcciones Sustentables y Eficiencia Energética de la Municipalidad de Rosario, (Municipalidad de Rosario, 2011).

Para el procedimiento de carga de datos por planillas se debe computar la superficie de cada pared exterior, tomando las cotas desde el interior del local y las superficies de vanos, según cada orientación. Se calcula el porcentaje de vanos en cada muro, en relación a la superficie de la pared total en contacto con el exterior, en cada orientación dentro de cada local. El área a computar se establece a partir de la superficie neta interna, de piso terminado a cielorraso y de pared a pared. Se verifican los cerramientos cuya inclinación es inferior a 60° respecto a la horizontal. El área a computar del vano incluye las carpinterías.

La Ordenanza establece —además de los parámetros nombrados en apartados anteriores— una diferenciación para fachadas con áreas vidriadas superiores al 60%, tal como aparece indicado en la Tabla 1. Esta disquisición se realiza para contener analíticamente las grandes superficies de fachada vidriadas, a la manera del “curtainwall”, estrategia de amplia difusión especialmente en edificios destinados a oficinas.

La consideración aplicada en la Ordenanza es llevar la transmitancia térmica requerida de las superficies transparentes menores de 60% de 2,8 W/m²K a 1,8 W/m²K. El principio aplicado es: a mayores áreas vidriadas mayores pérdidas invernales (en horas sin insolación) y ganancias estivales lo que requiere mayor resistencia del cerramiento transparente.

La enunciación del límite en 60% es la que se somete a análisis en este trabajo y se intenta verificar la influencia de este parámetro con relación a la respuesta en término de temperatura interior.

METODOLOGÍA

El trabajo se inició en la determinación de prototipos de acuerdo a las condiciones de mercado de los diseños de departamentos en altura, que pasaron a denominarse M0, M1 y M2. Se relevaron las técnicas y materiales constructivos usuales de aplicación según la ordenanza, y en función del relevamiento, se dispuso la carga de datos de entrada para ejecutar las corridas. Se realizaron simulaciones detalladas mediante el software de uso libre SIMEDIF.

Para la capacitación del equipo de trabajo, se llevó a cabo una serie de charlas con el fin de entender la mecánica, metodología y detalles del programa de simulación.

Se dispusieron para poder comprobar el efecto del incremento de área de ganancia solar (área vidriada) simulaciones con 60% de fachada expuesta vidriada y 100%. En ambos casos con protección solar ya que es usual el empleo de balcones al frente urbano y para tener en consideración esta protección solar se indicó que el área de ganancia solar incidente de acumulación se redujera en un 30% del área vidriada real.

Definición de módulos base para análisis

Se dispone realizar el análisis sobre distintos módulos bases, ubicados según las 4 orientaciones posibles de acuerdo a la trama urbana de Rosario de Distrito Centro y Primer Anillo: norte, sur, este y oeste (el acimut de fachada en la trama urbana rosarina está levemente girado unos 14 grados).

Inicialmente se evalúa sobre un módulo habitacional: monoambiente, que denominamos: M0. Éste se definió de acuerdo a un estudio de la oferta de departamentos en monoambiente local, mediante un relevamiento de la oferta de este tipo de departamento y se estableció una planta tipo de análisis. En segundo lugar, una tipología de un dormitorio con una única orientación predominante, denominado M1 y un tercer análisis, sobre una tipología de departamento de un dormitorio pasante (frente-contrafrente) con doble orientación, al que denominamos M2.

Tipología Monoambiente (M0)

El módulo de Tipología Monoambiente —de ahora en más M0—, se definió de acuerdo a las normativas municipales, tanto en lo referente a la superficie útil como a su implicancia en la determinación (por superficie) para incluir en el emprendimiento inmobiliario, ya que la cochera define un techo de superficie a construir. En general la oferta actual se ubica en los 30 m² y casi nunca supera los 40 m² de superficie por la determinación de cocheras asociada.

En los terrenos se relevó, además, que en general por el ancho sobre línea de edificación, los departamentos ocupan la mitad (o por tercios) de la parcela. Esta condición determina la ocurrencia general de una envolvente con muro medianero y otro lindero con otra unidad locativa en los 3 modelos.

La superficie en consecuencia queda determinada por el ancho mínimo de locales de primera fijado por Reglamento municipal: 3.00m y la profundidad por la condicionante de iluminación natural pactada por normativa: 3 veces el ancho del local para local de primera y la adición de espacio de cocina (local de segunda categoría, en general integrado) para completar el espacio principal del módulo M0 (Fig. 4). Completan el esquema locativo un baño ubicado como final que comparte el límite de la unidad con el palier.

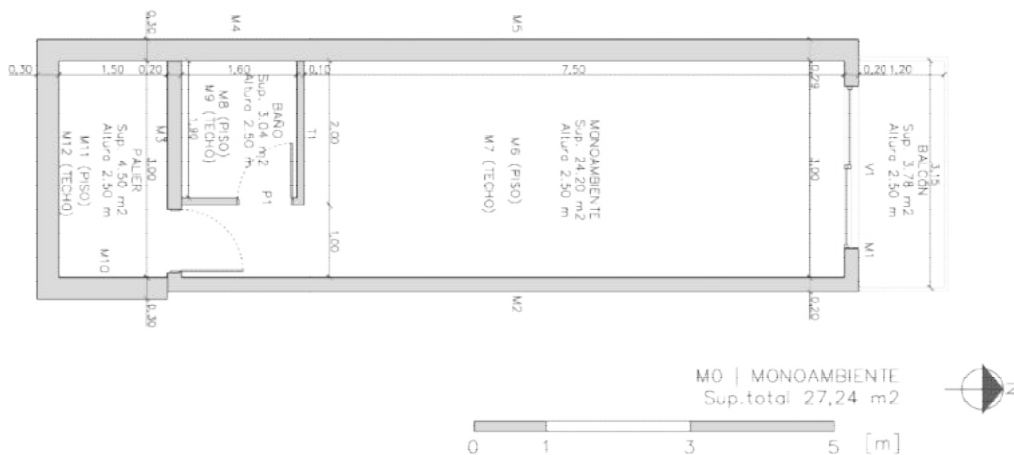


Figura 4: Esquema de planta del módulo M0. Fuente: Elaboración propia del equipo.

En síntesis, los espacios definidos para el módulo M0 son: Exterior, Monoambiente (cocina incluida), Baño y Palier. La determinación espacial descrita determina en términos de envolvente y su relación higrotérmica las siguientes condiciones: una fachada con ganancia directa que vincula Monoambiente-

Ext², un muro lateral medianero que vincula Monoambiente-Ext, un muro lateral entre unidades locativas considerado adiabático³, Piso(adiabático)³, Techo(adiabático)³, un tabique interno que vincula Monoambiente-Baño, un muro de fondo que vincula Baño-Palier y Muro Palier que conecta Palier-Ext.

Tipología 1 dormitorio - 1 orientación (M1)

El módulo de Tipología 1 dormitorio - 1 orientación —de ahora en más M1—, se definió de acuerdo a las tipologías de 1 dormitorio siguiendo el mismo tipo de análisis ya apuntado y presentes en Rosario (Fig. 5). En general la oferta actual se ubica en los 35 m² y casi nunca supera los 50 m² de superficie cubierta.

La superficie en consecuencia queda determinada por el ancho de locales de primera usualmente manejado en estas tipologías alrededor de 3,00m y la profundidad por la condicionante de iluminación natural pactada por normativa: 3 veces el ancho del local para local de primera y segunda considerando la adición de espacio de cocina (local de segunda categoría, en general integrado) para completar el espacio principal del módulo M1. Completan el esquema locativo un baño ubicado lindero al dormitorio y que funciona como fuelle entre el mismo y el límite de la unidad con el palier.

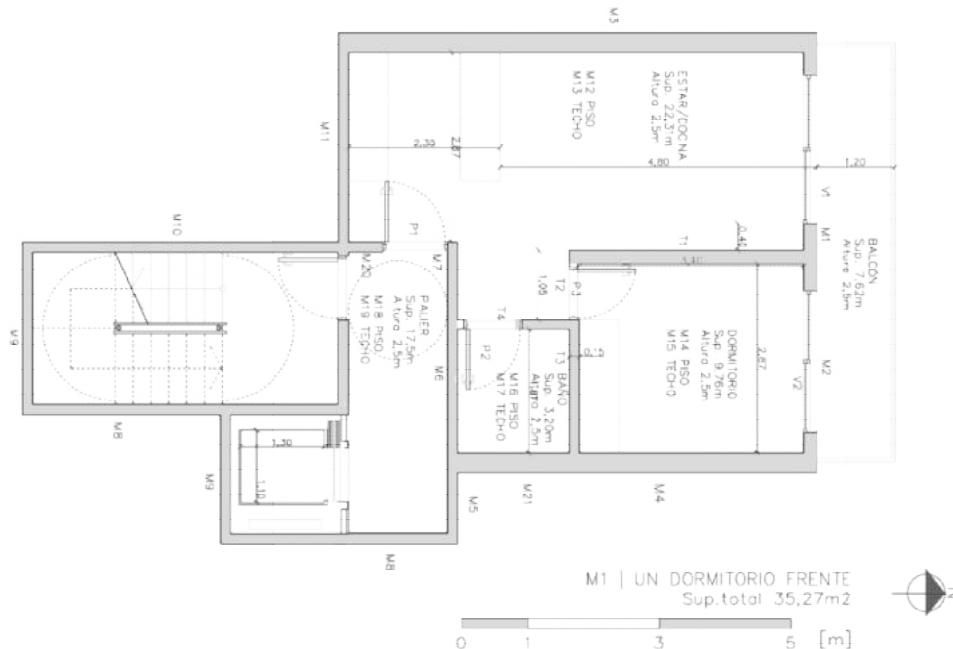


Figura 5: Esquema de planta del módulo M1. Fuente: Elaboración propia del equipo.

Tipología 1 dormitorio - 2 orientaciones (M2)

El módulo de Tipología 1 dormitorio - 2 orientaciones —de ahora en más M2—, se definió de acuerdo a las tipologías de 1 dormitorio encontrado en edificios que cuentan con ventilación cruzada, y por lo tanto, doble orientación (Fig. 6). Al igual que M1 la oferta actual se ubica en los 35 m² y casi nunca supera los 50 m² de superficie cubierta y se mantienen las consideraciones de superficies locativas y demás características generales de forma y materia en este nuevo esquema distributivo.

²Se analiza que la fachada expuesta tiene sombreados producto de la presencia de balcones a la calle. En el caso de las unidades M0 la posibilidad que tengan balcón es prácticamente constante. Por este motivo se dispuso que el área de ganancia solar se redujera al 70% del área de vidriado, ya sea para cuando se simula con 60% de la fachada vidriada como 100%, cuando ocupa la totalidad.

³ Se consideran adiabáticos porque se estima que los locales contiguos linderos acondicionados térmicamente y por tanto no se establecen flujos de intercambio.

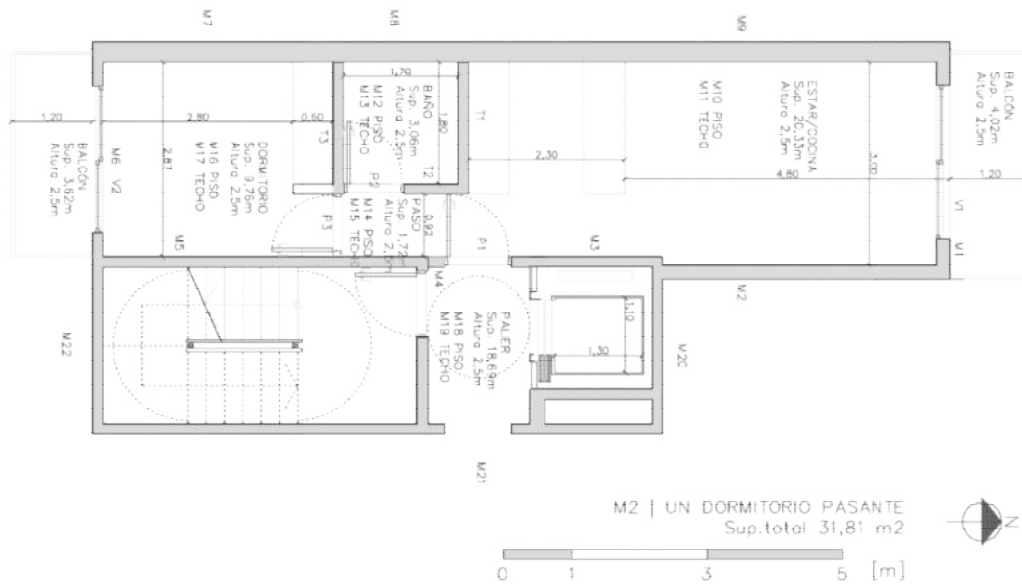


Figura 6: Esquema de planta del módulo M2. Fuente: Elaboración propia del equipo.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

Se simulan condiciones para verano e invierno con los registros estadísticos de los datos climáticos provistos por la estación del servicio meteorológico Rosario (aero), provenientes del software Meteonorm en base a datos de 15 años para temperaturas y radiación.

De acuerdo a este estudio la heliofanía relativa (HR) registrada indica una condición de asoleamiento para el periodo invernal próxima al 50% de los días. Esto indica que las condiciones climáticas de asoleamiento se reparten durante el periodo en partes proporcionales similares de días soleados y nublados. En verano la relación se incrementa levemente pudiendo simplificarse en registros que indican un 60% de días soleados, (IRAM, 2012).

Para las simulaciones se realizaron corridas temporalmente extendidas y se eligieron días de diseño (DD), para invierno se seleccionaron dos días uno correspondiente a condiciones soleadas y otro a nubladas, y para verano sólo uno correspondiente a condiciones soleadas. Se tomaron los datos correspondientes a un día luego de un periodo de días soleados como DD analizado y lo mismo para DD nublados, luego de una sucesión de días nublados. Esta condición de elección se implementa para tener en consideración los efectos inerciales que genera la masa constructiva para el modelo analizado.

3.1 Análisis de las corridas invernales

En las simulaciones detalladas, el aporte por ganancia directa en el periodo invernal es un dato relevante por lo que se establecieron dos condiciones de análisis una para periodo soleado con ganancias térmicas y la otra para el periodo nublado. Ambas condiciones fueron analizadas para las 3 tipologías en los dos escenarios de vidriado, a una temperatura termostatzada de 18°C.

En las Figs. 7 y 8 se puede observar que la demanda de calefacción requerida para M0 es casi la misma en DD nublados independientemente de la orientación, como es de esperar. En DD soleados la demanda de calefacción empieza a ser significativa por orientación, incrementándose la demanda de norte a sur, tomando el valor medio en el prototipo oeste (sin radiación sobre la medianera). El incremento de demanda por orientación está en casos de DD soleados en el orden del 30%.

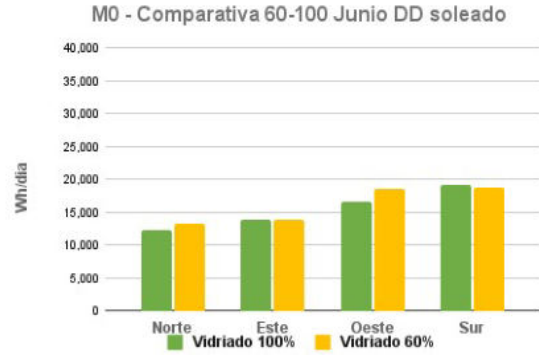
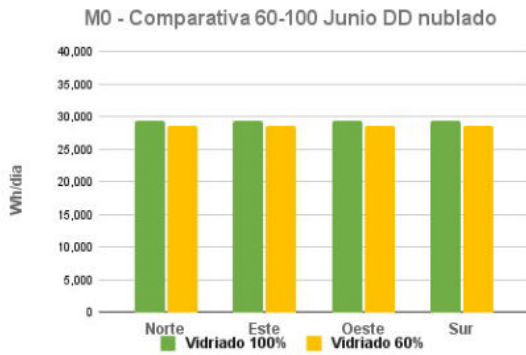
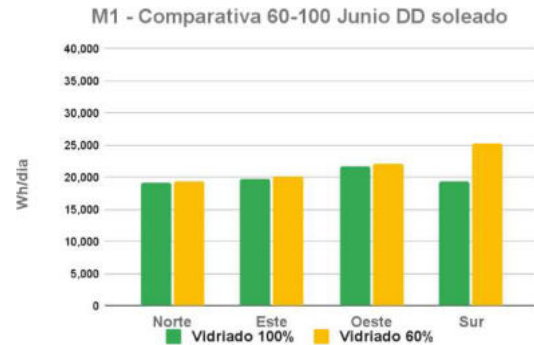
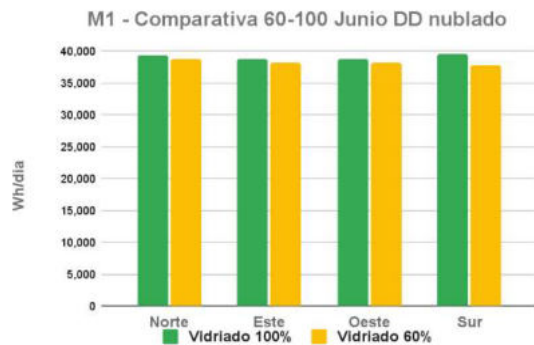


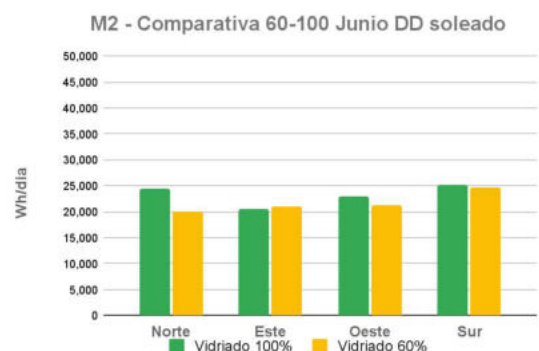
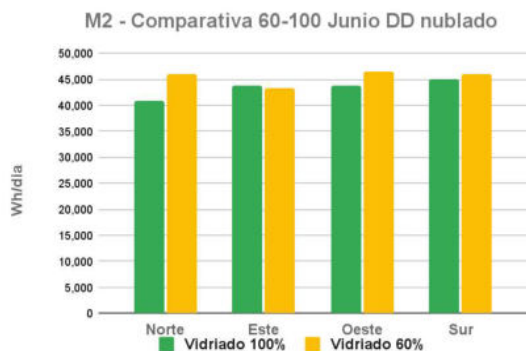
Figura 7. Gráfico comparativo M0 vidriado 60% y 100% día nublado de invierno. Figura 8. Gráfico comparativo M0 vidriado 60% y 100% día soleado de invierno.

En cuanto a la diferencia de demanda por área vidriada (60% a 100%) empieza a ser significativa en los casos en los que en algunas orientaciones recibe radiación (directa o asociada inercialmente por medianera) y en otros no, superando el 25% en el caso sur, mientras que en las otras orientaciones parece no ser sustantiva para un día soleado.

Lo mismo que sucede para el M0, se puede ver para el M1 en las Figs.9 y 10, y para el M2 en las Figs. 11 y 12, aunque varía un poco la relación porcentual entre las cargas de calefacción requerida para dichas tipologías entre DD Soleado y DD Nublado. En estos casos se suman las cargas requeridas para calefaccionar los locales de primera, es decir Estar-comedor y Dormitorio, junto al paso ya que no posee cerramiento por lo que su temperatura interior se va a equiparar a la del estar-comedor.



Figuras 9 y 10. Gráficos comparativos M1 vidriado 60% y 100% día nublado y soleado de invierno. Fuente: Elaboración propia del equipo.



Figuras 11 y 12. Gráficos comparativos M2 vidriado 60% y 100% día nublado y soleado de invierno. Fuente: Elaboración propia del equipo.

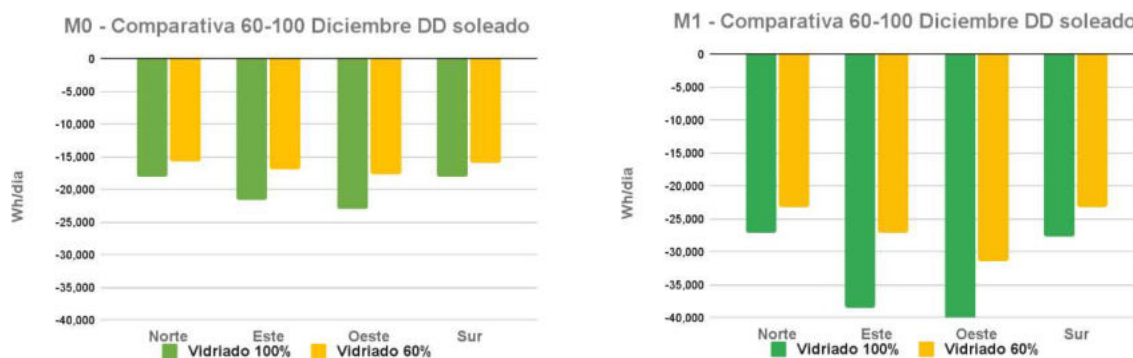
A partir de estos gráficos (Fig. 11 y Fig. 12) podemos indicar que la diferencia entre 60% vidriado y 100% vidriado no es significativa en los modelos de un dormitorio M1 y M2.

Por otro lado, se evidencia que en los casos de doble orientación (frente-contrafrente), prototipo M2, las cargas requeridas en las 4 orientaciones en un día soleado se diferencian solamente en un 20% resultando más pareja en las 4 orientaciones. Debido a que la incidencia de la radiación recibida por cada orientación varía en gran medida, lo que equilibra la carga de calefacción requerida gracias al aporte por radiación.

Análisis de las corridas estivales

Debido a que la carga térmica para refrigerar los locales es mayor cuanto mayor ganancia térmica por radiación solar reciben, y que la heliofanía media local estival es del 60%, se consideraron para el análisis solamente DD soleado, en el cual los locales de primera categoría serán acondicionados a 24°C.

Tal como era de esperar el incremento de área vidriada expuesta a radiación solar (60% a 100%) resulta en el periodo estival en un incremento de la carga térmica y un aumento de demanda de refrigeración y naturalmente acentuado para la radiación incidente más normal: este y oeste. (Figs. 13-15).



Figuras 13 y 14. Gráfico comparativo demanda energética de refrigeración M0 y M1 vidriado 60% y 100%. Día soleado de verano. Fuente: Elaboración propia del equipo.

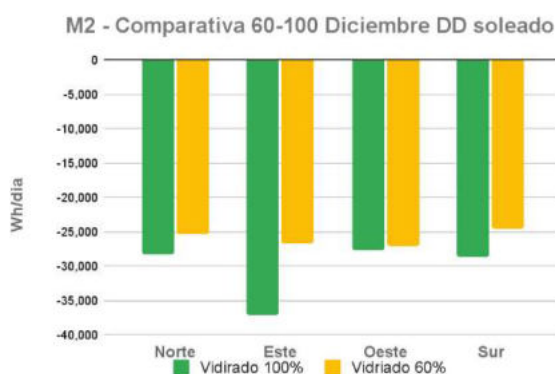
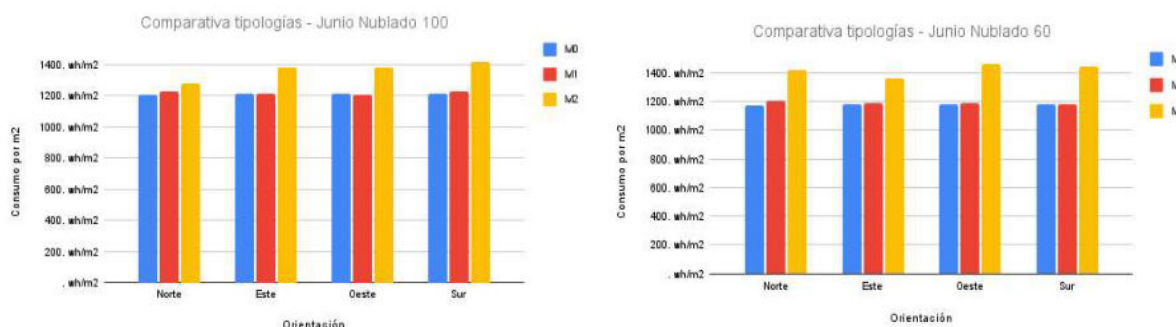


Figura 15. Gráfico comparativo demanda energética de refrigeración M2 vidriado 60% y 100%. Día soleado de verano. Fuente: Elaboración propia del equipo.

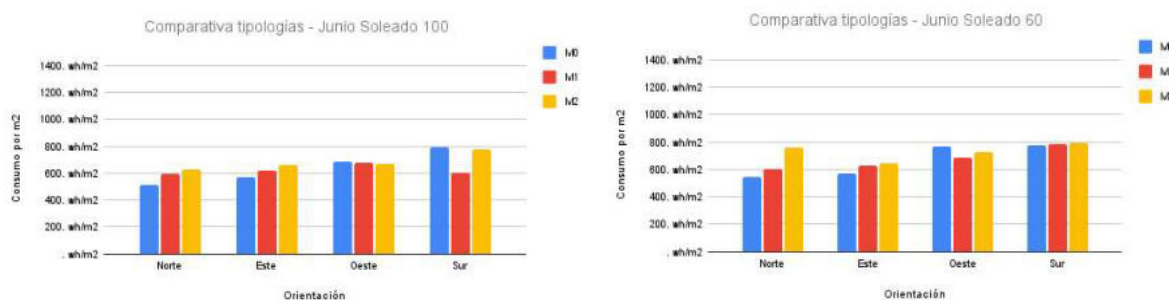
La demanda de refrigeración por incremento de área vidriada en las distintas orientaciones va en M0 del 20% al 30%, en M1 del 10% al 30% y en M2 del 10% al 20%.

Comparación de cargas de calefacción/refrigeración por prototipo

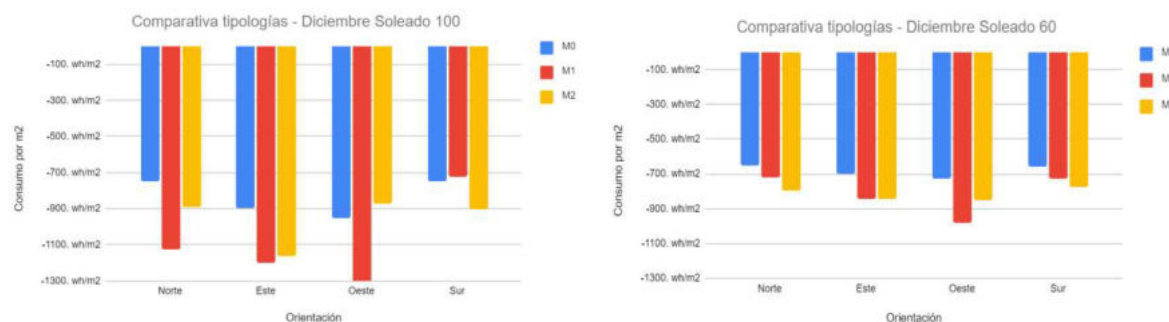
Se compararon los 3 prototipos para las distintas condiciones de día analizadas anteriormente y las distintas relaciones de vidriado-opaco, Figs. 16-21. A través de las Figs. 16 y 17 lo que podemos vislumbrar es que tanto para el 60% como 100% de la superficie vidriada el M0 y M1 presentan alrededor de un 15% menos de demanda energética por unidad de superficie que el M2. Concluimos que el M2 es el prototipo que mayor variación presenta, tanto en condiciones soleadas como nubladas por contar orientación doble y contraria.



Figuras 16 y 17. Gráficos comparativos demanda energética de calefacción por m^2 habitable. Día de invierno nublado superficie vidriada 60% y 100%. M0, M1, M2. Fuente: Elaboración propia del equipo.



Figuras 18 y 19. Gráficos comparativos demanda energética de calefacción por m^2 habitable. Día de invierno soleado, superficie vidriada 60% y 100%. M0, M1, M2. Fuente: Elaboración propia del equipo.



Figuras 20 y 21. Gráficos comparativos demanda energética de refrigeración por m^2 habitable. Día de verano soleado, superficie vidriada 60% y 100%. M0, M1, M2. Fuente: Elaboración propia del equipo.

CONCLUSIONES

Recientemente se ha concluido el periodo de simulaciones y queda por desarrollar un análisis exhaustivo de los resultados. Al momento actual, los números alcanzados permiten poner bajo discusión la limitante modificatoria de transmitancia para casos de más del 60% del área expuesta

vidriada en todas las orientaciones en la Ordenanza municipal y queda por recorrer ese camino crítico analítico hasta poder desarrollar una respuesta detallada.

Si bien nuestro propósito era llegar a conclusiones más ajustadas, en base a las preliminares podemos inferir que:

- Las demandas de calefacción en períodos invernales, entre los vidriados al 60% y 100% no varían considerablemente, ya que contamos con una diferencia máxima de 200 Wh/m². Este valor no es tan considerable como en el período estival, donde la variación de demanda de refrigeración es de 400 Wh/m².
- De acuerdo a las solicitudes de envolvente opaco vidriada que fija la ordenanza en Rosario, el compromiso energético está fuertemente vinculado a las condiciones de verano. Como se cuenta con una base de datos hora a hora a lo largo de períodos mensualizados, se procederá a integrar los valores de manera de hacer más elocuente el consumo por período invernal y estival (mensualizado).
- Con respecto a las diferencias de demanda entre tipologías —M0, M1, M2— podemos decir que, en términos generales, la tipología que presenta menor consumo de energía por m² es la M0, tanto al 60% como al 100% de área semi transparente. Por el contrario, el M2 es la unidad que mayor demanda presenta, por lo que adjudicamos dicho resultado a la doble orientación del módulo.
- El modelo M2 es el de más complejo análisis, debido a su doble orientación. La dificultad reside en la carga térmica por radiación solar siempre incidente.
- De acuerdo a la orientación de la superficie vidriada, no se registra una variación significativa de consumo energético, como era de esperarse, en los días nublados donde la diferencia es prácticamente nula.
- En relación a la variación de orientaciones durante el período invernal, en los días soleados, en comparación con los días nublados no hay una sustantiva diferencia de demanda de calefacción.

A pesar de que el proyecto de investigación se encuentra en proceso, los datos obtenidos nos permitieron pensar en primeras conclusiones que apuntan a reflexionar sobre el aprovechamiento de los recursos de manera situada, teniendo como punto de partida la Ordenanza 8757/2011 en contexto con la ciudad de Rosario.

Nos parece relevante destacar el carácter práctico de la Ordenanza, ya que de esta manera el proyecto de investigación permite empezar a sentar bases para la continuación del estudio que pretende apuntar a reducir el consumo energético de una manera activa, teniendo como premisa la optimización de recursos y el uso racional de la energía.

AGRADECIMIENTOS

Desde el Equipo queremos agradecer a la Dra. Silvana Flores Larsen parte del INENCO, Salta por prestar su tiempo y conocimientos para capacitarnos en la simulación detallada del software libre SIMEDIF, herramienta clave para el desarrollo de nuestra investigación.

A la revista ASADES, por brindarnos el espacio de divulgación que nos permite compartir el desarrollo de nuestro trabajo y darlo a conocer en un espacio interdisciplinario permitiendo el debate para seguir revisando nuestro accionar.

REFERENCIAS

- Gastiarena, M., Fazzini A., Prietto R., Gil, S. (2017). Uso de la energía en el sector residencial. Obtenido de <http://www.petrotecnica.com.ar/abril17/Petro/GasVsElec.pdf>
- Ministerio de Economía de la Nación Argentina (2022). Eficiencia Energética. Sitio Web: <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/eficiencia-energetica/balance-nacional-de-energia-util/balance-nacional-de-energia-util-residencial>

Norma IRAM 11603 (2012). Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
Metz, B., Davidson, O., Bosch, P., Dave, R., Meyer, L.(2007). IPCC, 2007: Summary for Policymakers. Climate Change 2007: Mitigation. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4-wg3-spm-sp.pdf>
Ministerio de Economía Argentina (2020). Balance Energético Nacional de la República Argentina, año 2020. Extraído en 2021 de <https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/balances-energeticos>
Municipalidad de Rosario (2011). Ordenanza 8757/2011 “Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones”.
Municipalidad de Rosario (2021). Decreto N° 1647/2021. Modificación Ordenanza 8757/2011 “Aspectos Higrotérmicos y Demanda Energética de las Construcciones”.

COMPARED WINTER/SUMMER THERMAL DEMAND ANALYSIS IN HOUSING MODULES SUBJECTED TO VARIABLE CONDITIONS IN ROSARIO

ABSTRACT: The purpose of this investigation is comparing and analyzing, through detailed numerical simulation, using the free software SIMEDIF⁴, the thermal behaviour of the classic habitations prototypes frequently seen in Rosario city, considering the four possible orientations, aiming to establish the level of adjustment on the required thermal transmittance when the percentual window-to-wall ratio varies. The starting point is the Ordinance 8757/2011 enacted by Municipalidad de Rosario, which determines the limits for the thermal transmittance of non-transparent enclosures, and sun exposure factor for transparent ones. These limiting conditions modify when the window-to-wall ratio is over 60%. This percentage limit to change the conditions is brought into question by running simulations with a window whose surface is within the range mentioned before, in comparison to a window that has the total area of the wall (100%), allowing us to compare the global thermal loads required to conditionate the prototype. This simulation results, through the outcome of energy consumption in heating and cooling, allows putting into question the window-to-wall ratio established, for different orientations, geometries and areas.

Keywords: window-to-wall ratio, glazing, thermal loads, energy efficiency, energy consumption.

⁴ SIMEDIF, Free software for numerical simulation of thermal exchanges developed by the Non-Conventional Energy Research Institute: INENCO (unas-CONICET), of the National University of Salta.