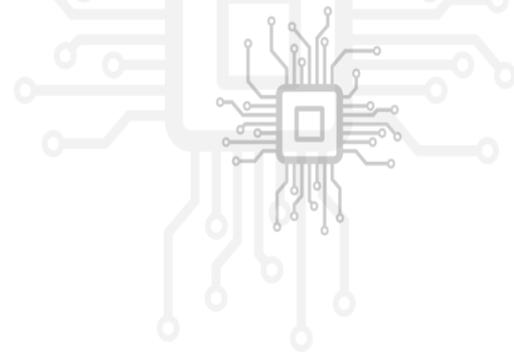




Identificación de la muestra:	PROB150917
Razón social:	IMPERSHIELD GROUP S.A. DE C.V.
Producto:	NANOFLEX Y NANOPRIME Impermeabilizante y escudo térmico
Domicilio:	Abedul 1315 Paraísos del Colli, C.P. 44069, Zapopan Jalisco.
Distintivo del Cliente:	IMPER 1009NFX
Muestreo por:	Propia empresa
Norma de referencia:	ASTM E1918-06 (2015),

Preparación de la Prueba: Se puede hacer una estimación del aporte a la aislación térmica tanto por conducción como por radiación, calcular sus efectos totales sobre una vivienda es un tema más complejo. Para ello se modela una vivienda en el Software DESIGN BUILDER que nos permitirá cuantificar las pérdidas y ganancias térmicas, y así obtener los consumos energéticos asociados a la obtención de las condiciones de confort en la vivienda tanto en invierno como en verano.

En primer lugar se modelara la vivienda cumpliendo los requisitos térmicos impuestos por la OGUC para la zona térmica. Luego gracias al motor de cálculo EnergyPlus, usado por el programa DesignBuilder, se obtienen las pérdidas y ganancias de calor que permiten realizar el balance energético, y así obtener necesidades de calefacción y refrigeración de la vivienda. Luego de obtenidos estos resultados, se modificara la envolvente de la vivienda, incorporando la influencia de la humedad en la conductividad de los distintos materiales presentes en la envolvente, y finalmente la envolvente con las propiedades obtenidas anteriormente para el recubrimiento aislante térmico e impermeabilizante Nanoflex.

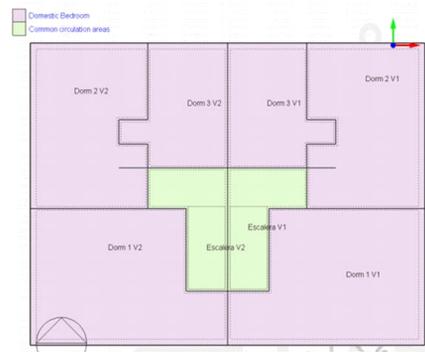
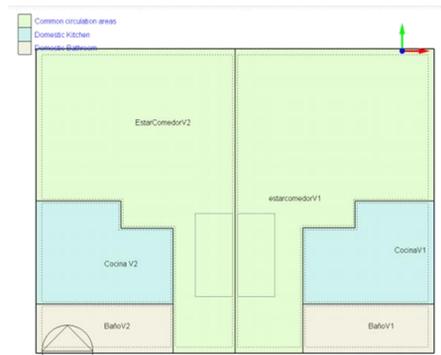


Vivienda Base Como vivienda base para la modelación, se utilizaron los planos de un complejo habitacional, construido en la comuna de Isla de Maipo, Región Metropolitana, por parte de la constructora Concreta, de propiedad intelectual del arquitecto Francisco Vergara. Se trata de una vivienda pareada de dos pisos, que luego de algunas modificaciones queda con una superficie total de 87,64 [m²], quedando así cada vivienda con un total de 43,82 [m²] con una altura entre piso de 2,32 [m]. Al utilizar una vivienda pareada como base para la modelación, podremos cuantificar el efecto de la orientación en las viviendas, ya que se tienen dos viviendas iguales, una hacia el oriente y la otra hacia el poniente, y de esta manera, veremos el efecto del soleamiento sobre ellas. Se adjuntan planos de planta y elevación en anexo B. A continuación se muestra un render de la vivienda

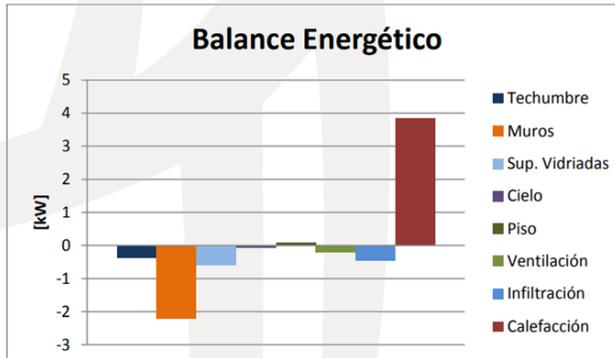


Luego de dibujada la vivienda en el Software Design Builder, se deben asignar los usos que poseen los espacios generados, como pueden ser dormitorios, baño, cocina, etc. El Software considera distintos niveles de ocupación, iluminación, humedad, etc. Dependiendo del uso que posea cada zona. La flecha en la parte inferior izquierda indica el norte.

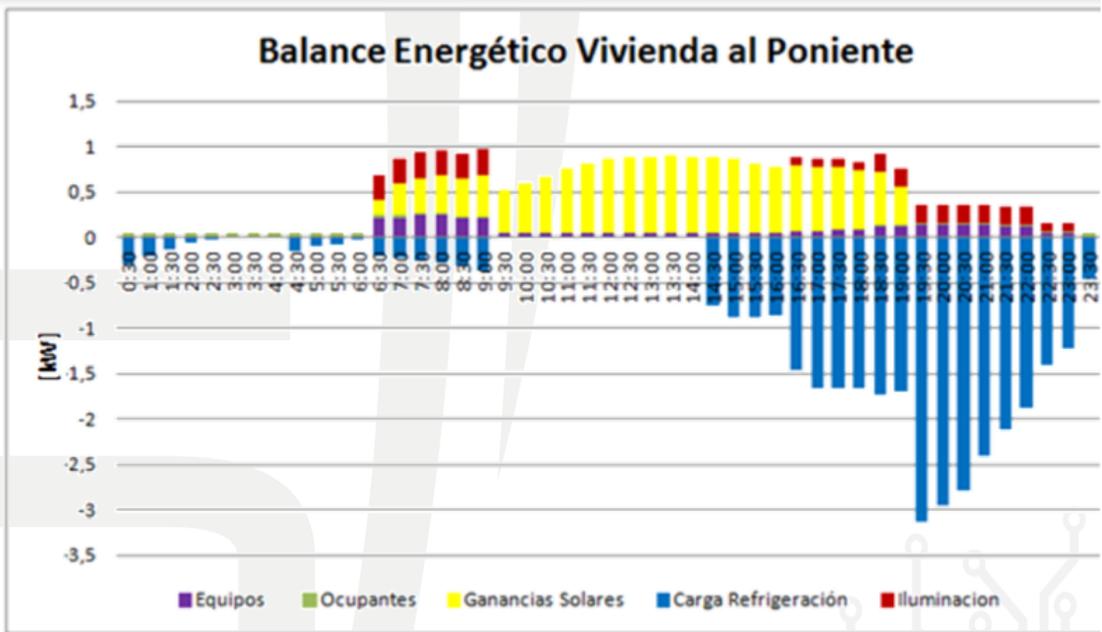
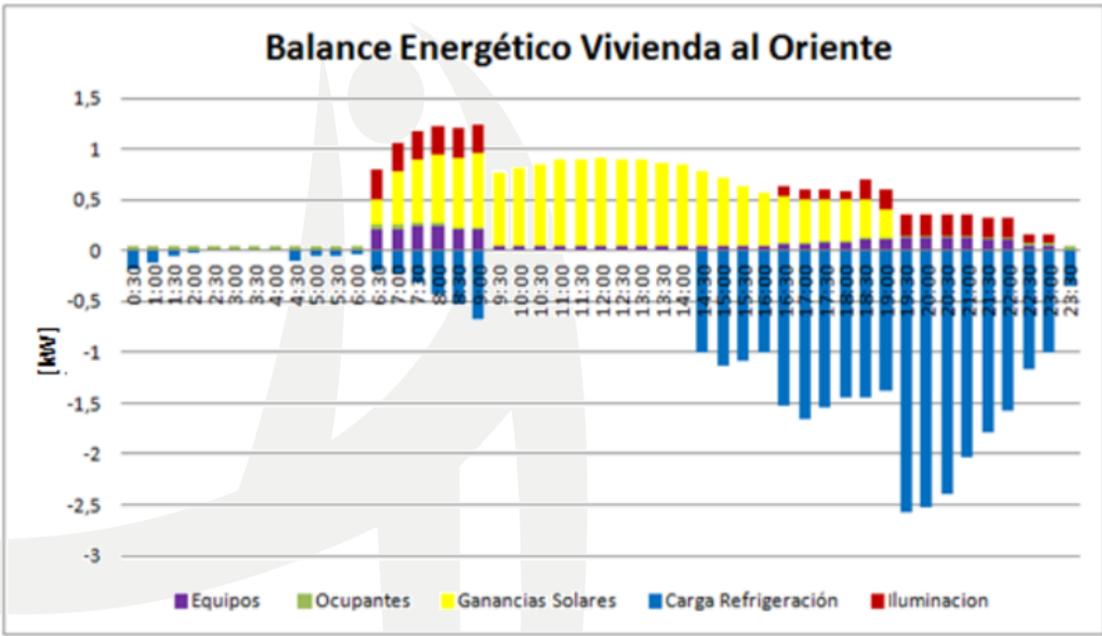
Las variables que modificaremos en los distintos modelos, se refieren a la envolvente de la vivienda, tanto en muros como en techumbre, dejando todo lo demás constante, es por ello que nuestro interés se centrara en las pérdidas y ganancias de calor a través de dichos elementos de la envolvente, aparte de los requerimientos de calefacción y refrigeración.



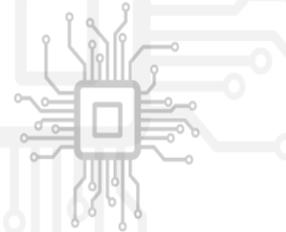
“Heating Design”: Se ejecuta el “Heating Design”, para obtener las necesidades de calefacción en condición de invierno, (18°C al interior de la vivienda), en estado estacionario, es decir, temperatura exterior constante, viento exterior constante, no se consideran las ganancias solares ni las ganancias internas que puedan producir la luminaria, ocupantes, etc. Para ello el programa calcula las pérdidas asociadas a la envolvente y así, por balance energético, se calculan las necesidades de calefacción. En nuestro caso se dejan las condiciones por defecto para el sector de Pudahuel, con una temperatura exterior de -1,1°C y viento de 7,3 [m/s]. Esto permite cuantificar la capacidad que deben tener nuestros equipos destinados a calefacción en el caso más desfavorable. A continuación se presenta una gráfica con el balance energético para la condición de invierno, además de una tabla resumen con los datos más relevantes.



En el caso del “Heating Design”, los resultados para cada vivienda son iguales, ya que al no considerar las ganancias solares, para la estimación de la capacidad de los equipos de calefacción, tanto la vivienda al oriente como al poniente, se obtienen los mismos resultados. Así, obtenido el balance energético para la vivienda, y utilizando el factor de seguridad 1,2, predeterminado por el programa para cuantificar los equipos necesarios para calefaccionar, Se requiere un equipo con una capacidad de 4,02 [kW] para satisfacer las necesidades de invierno de la vivienda. En este cálculo, no se puede cuantificar a que temperaturas llegaría la vivienda sin la aplicación de energía externa para calefaccionarla, ya que al hacer el cálculo en estado estacionario, es decir, equilibrando las pérdidas a través de la envolvente, sin energía externa aplicada, se llegaría a la temperatura exterior impuesta. “Cooling Design”: En el caso del “Cooling Design”, se utiliza un día completo de diseño, en el caso de Pudahuel, viene predeterminado el 15 de Enero, de aquí se obtiene el recorrido del sol y su incidencia sobre la vivienda. Los cálculos de diseño para refrigeración, se llevan a cabo para determinar la capacidad de los equipos requerida para satisfacer las condiciones climáticas de verano, es decir, el día con mayores temperaturas que pueda darse en el lugar, para mantener el interior de la vivienda una temperatura de confort de 24 °C. A diferencia del caso anterior, aquí si se consideran las ganancias solares, de iluminación, ocupantes, equipos, etc. Por lo que en esta caso si se debe diferenciar las viviendas según su orientación. A continuación se presentan los gráficos con los balances energéticos para ambas viviendas, con sus respectivas tablas de la capacidad de diseño de refrigeración. Esta se obtiene tomando el mayor requerimiento de refrigeración a lo largo del día, para cada uno de los espacios de la vivienda. Luego al igual que en el caso anterior se utiliza un factor de seguridad de 1,2 para garantizar las condiciones de confort dentro de la vivienda bajo condiciones de verano.

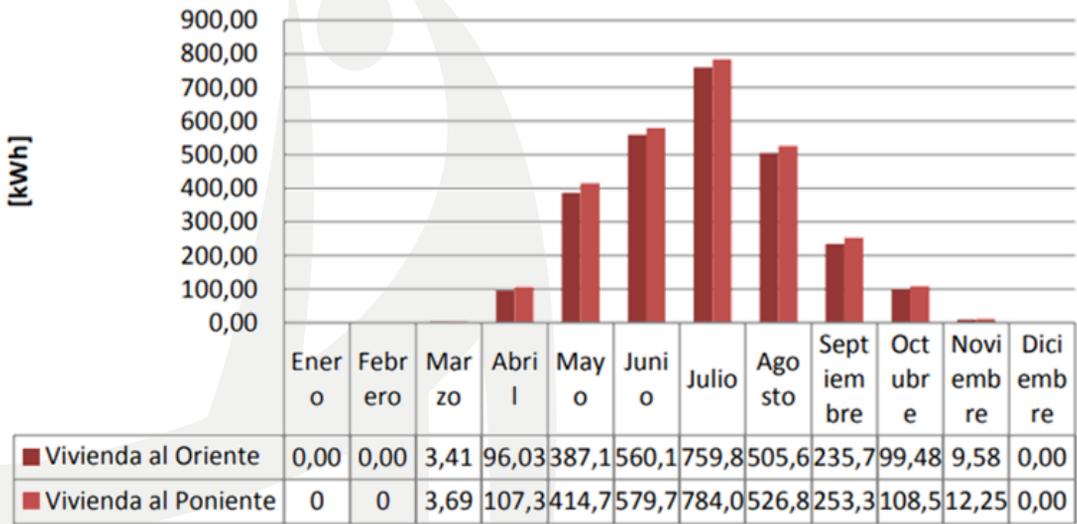


Modelo 1	Refrigeración [kW]	Capacidad Diseño [kW]
Vivienda al Oriente	3,08	3,696
Vivienda al Poniente	3,24	3,888

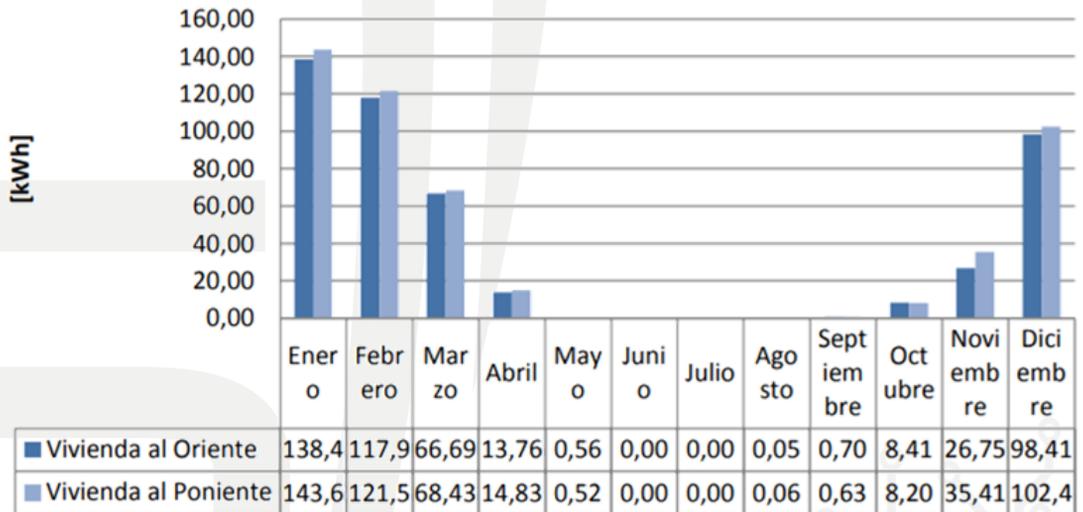




Gastos en Calefacción



Gastos en Refrigeración



Vivienda 1

**Calefacción
[kWh]**

**Refrigeración
[kWh]**

Oriente

2656,91

471,69

Poniente

2790,57

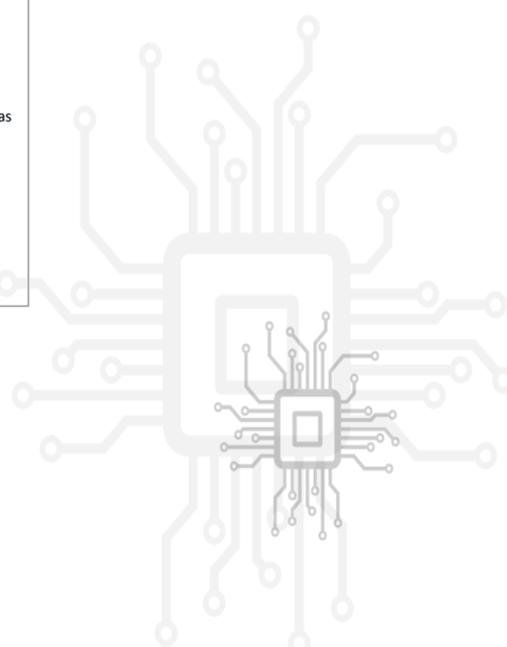
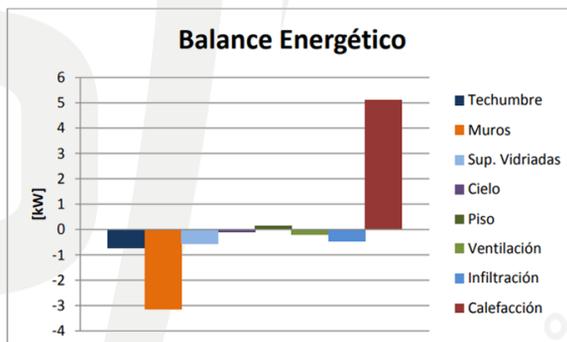
495,71

Adicionalmente, se estudiaron las viviendas, bajo condiciones de verano sin aplicarles energía externa, de manera de conocer las temperaturas máximas que se obtendrían en ellas. En el caso de la vivienda al oriente, se obtiene una temperatura máxima de 34,29° C a las 17:00 hrs, mientras que en la vivienda poniente, se obtiene una máxima de 34,53° C a las 19:00. Si bien las máximas no difieren mucho, el horario si lo hace, debido a los efectos del soleamiento en la vivienda.

Simulación Anual Con los datos climáticos para la zona donde se emplaza la vivienda, obtenidos de la ASHRAE, “American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers”, como se mencionó anteriormente, se realiza una simulación de los gastos energéticos asociados a la vivienda. Serán de nuestro interés los gastos asociados a calefacción y refrigeración a lo largo del año. Estos resultados nos darán una idea del comportamiento térmico de la vivienda, a diferencia del “Heating Design” y del “Cooling Design”, donde se calculan la capacidad que debiesen tener los equipos para ambos casos, bajo condiciones desfavorables dadas, que aseguren el Confort en la vivienda en todo momento, en la simulación, se utiliza la base de datos climática para el lugar, por lo que los resultados obtenidos son más representativos y nos permitirán comparar luego los distintos modelos. A continuación se presentan los gastos energéticos asociados a calefacción y refrigeración para ambas orientaciones de la vivienda de manera mensual, y finalmente una tabla resumen con los consumos anuales.

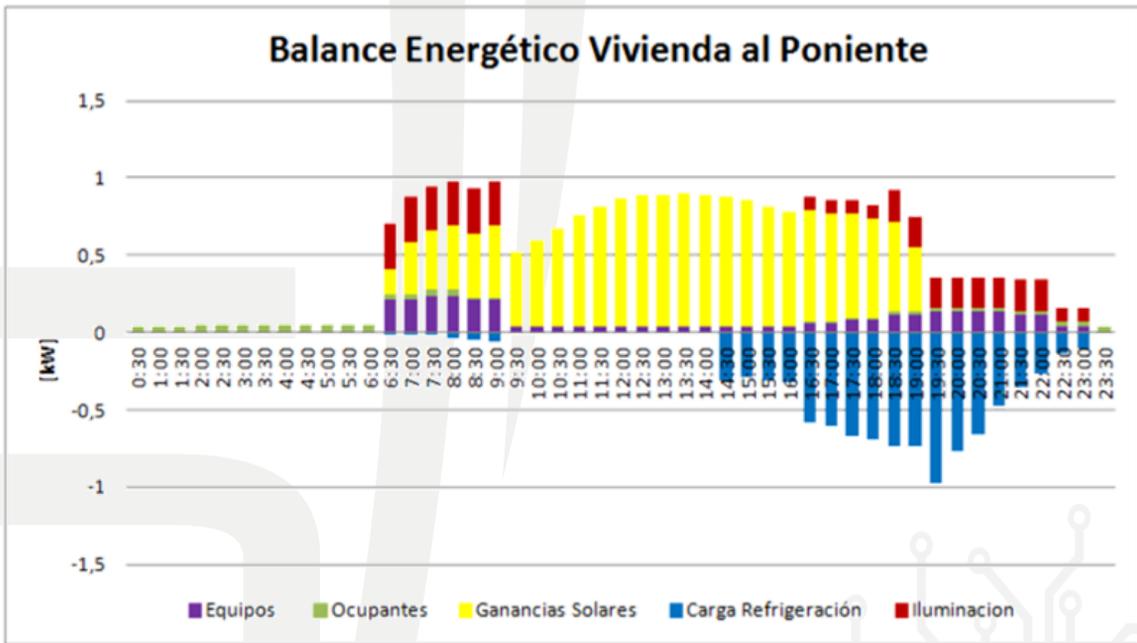
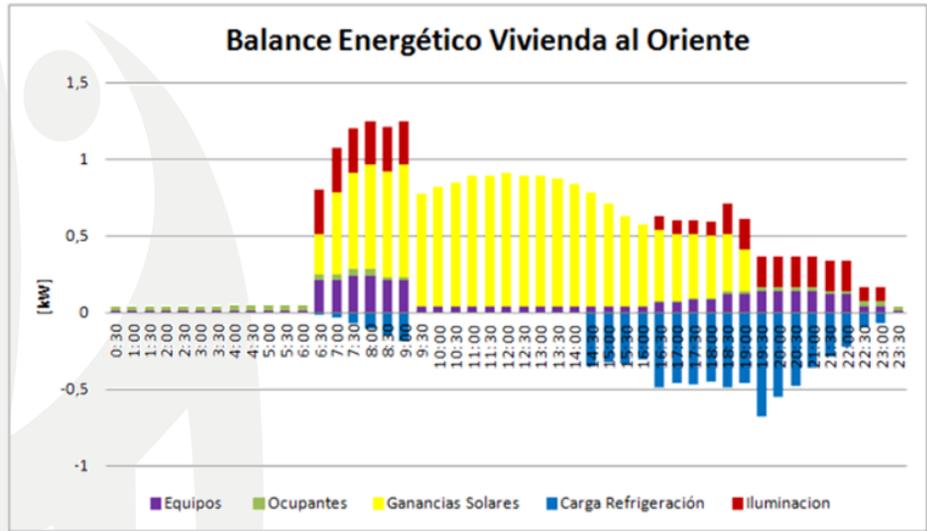
Para poder cuantificar el efecto del sol sobre las viviendas según su orientación, se presenta una tabla resumen con los gastos anuales para ambas viviendas. Tanto en calefacción como refrigeración, se da una diferencia de aproximadamente un 3% entre ambas viviendas, la cual se podrá cuantificar de mejor manera más adelante con los diferentes precios de los combustibles.

“Heating Design” Bajo las mismas condiciones que los modelos analizados anteriormente, se ejecuta el “Heating Design” para obtener las necesidades de calefacción de la vivienda. Calculadas las pérdidas y ganancias energéticas a través de la envolvente, por balance energético se calculan las necesidades de calefacción. A continuación se presenta una gráfica con el balance energético para la condición de invierno, además de una tabla resumen con los datos más relevantes.





“Cooling Design” Se ejecuta el “Cooling Design” para obtener las capacidades de los equipos necesarias para obtener temperaturas de confort bajo condiciones de verano. Al igual que el caso anterior se utiliza un factor de seguridad de 1,2 para garantizar las condiciones de confort en la vivienda. A continuación se presentan los resultados para la vivienda al Oriente y Poniente respectivamente.

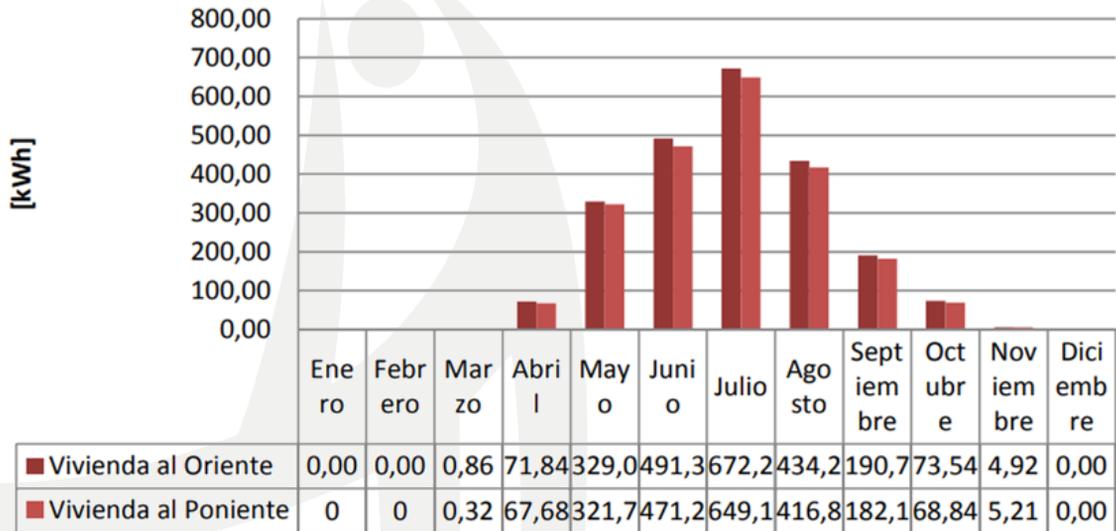


Modelo Nanoflex	Refrigeración [kW]	Capacidad Diseño [kW]
Vivienda al Oriente	0,84	1,008
Vivienda al Poniente	1,08	1,296

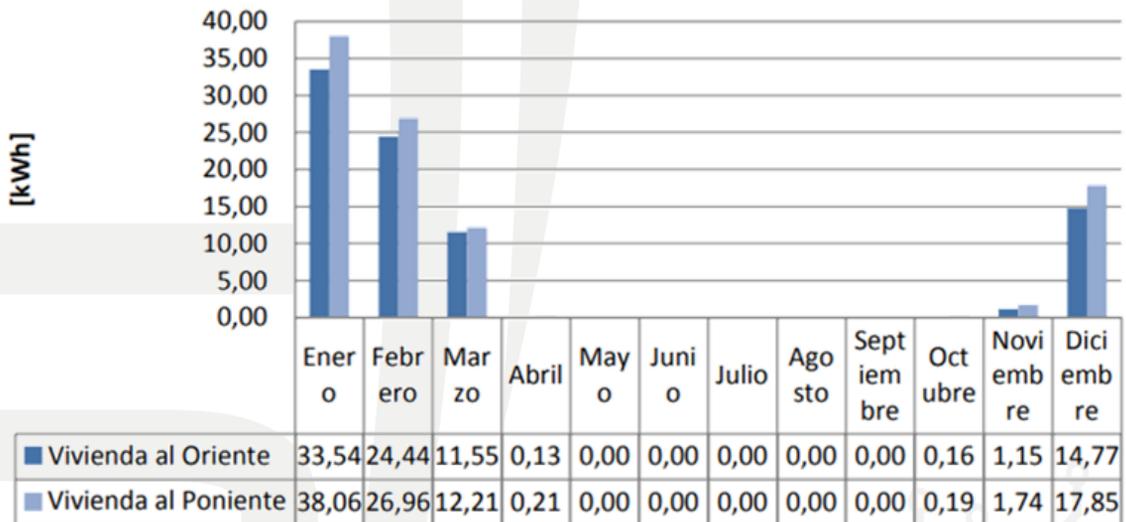




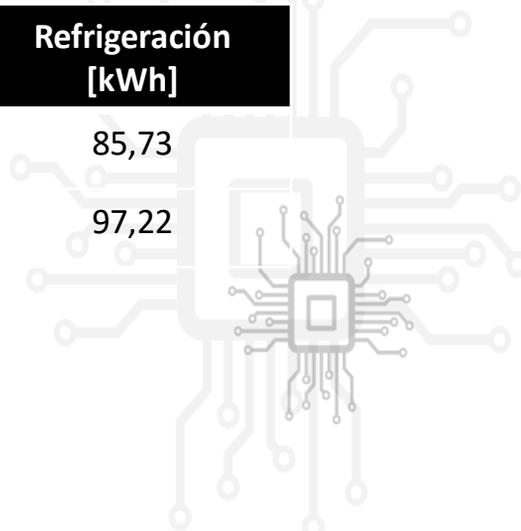
Gastos en Calefacción



Gastos en Refrigeración



Vivienda Nanoflex	Calefacción [kWh]	Refrigeración [kWh]
Oriente	2268,73	85,73
Poniente	2183,14	97,22



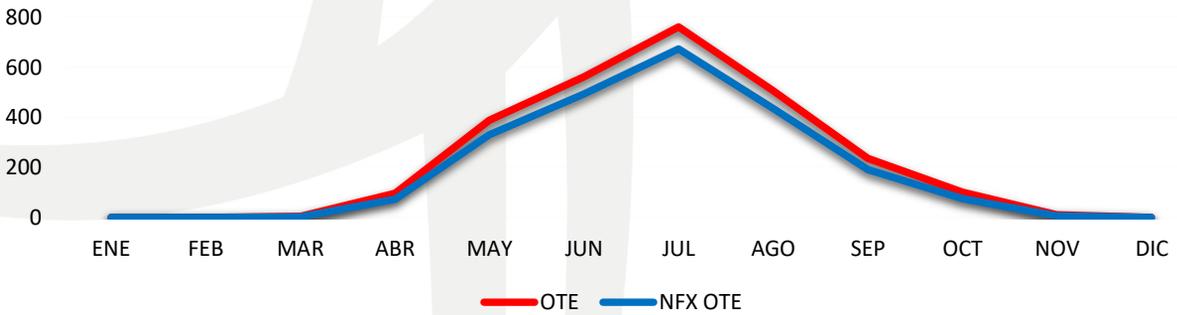


C O N C L U S I Ó N



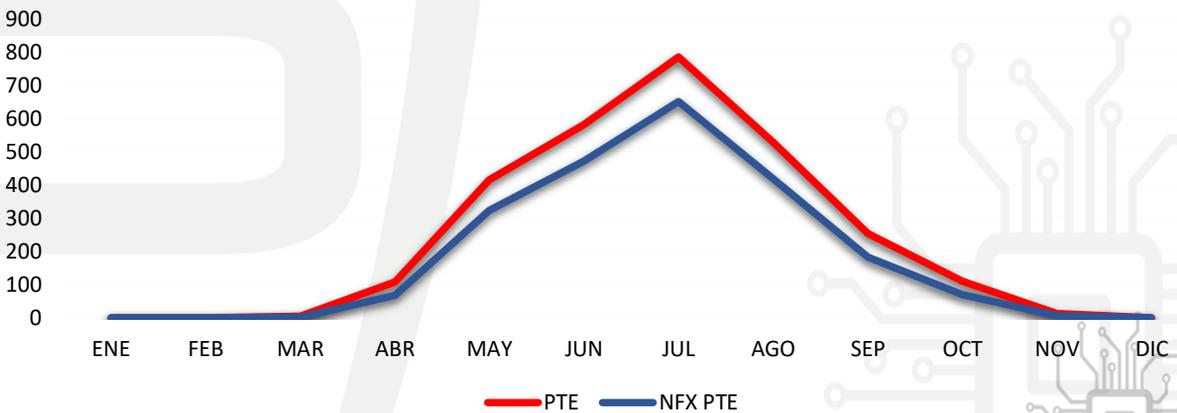
Vivienda 1	Calefacción [kWh]	Refrigeración [kWh]
Oriente	2656,91	471,69
Poniente	2790,57	495,71

CALEFACCIÓN MODELO OTE



Vivienda Nanoflex	Calefacción [kWh]	Refrigeración [kWh]
Oriente	2268,73	85,73
Poniente	2183,14	97,22

CALEFACCIÓN MODELO PTE

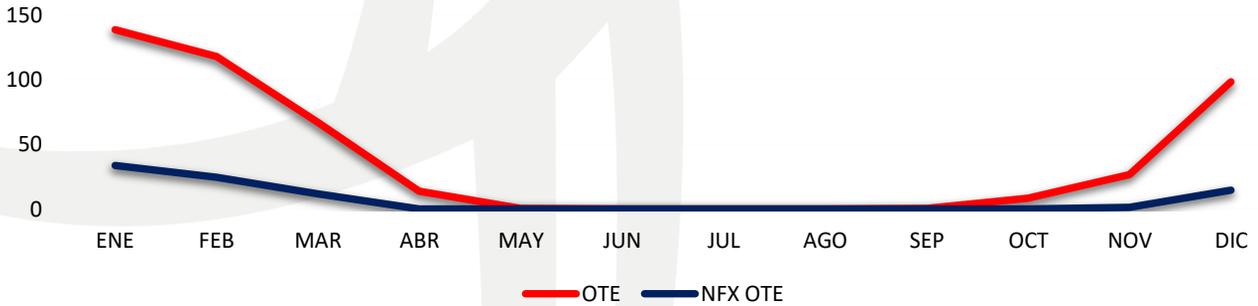


C O N C L U S I Ó N



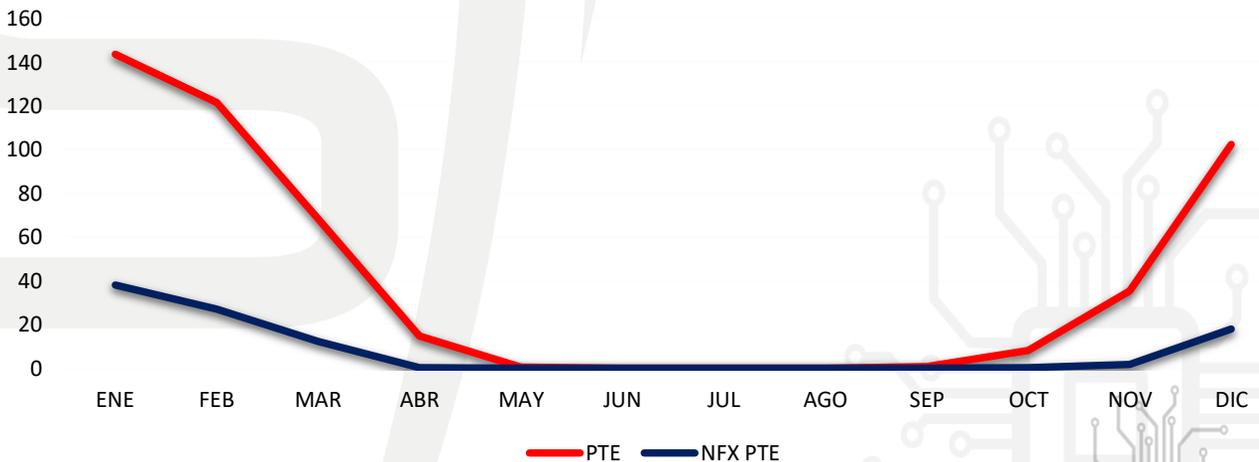
Vivienda 1	Calefacción [kWh]	Refrigeración [kWh]
Oriente	2656,91	471,69
Poniente	2790,57	495,71

GASTOS DE REFRIGERACION OTE



Vivienda Nanoflex	Calefacción [kWh]	Refrigeración [kWh]
Oriente	2268,73	85,73
Poniente	2183,14	97,22

GASTOS DE REFRIGERACIÓN PTE





GASTO EN CALEFACCIÓN

	SIN NFX	CON NFX	DIFERENCIA	DISMINUCION EN %
OTE	2656.8	2268.56	388.24	14.61306835
PTE	2790.24	2182.95	607.29	21.76479443



GASTO EN REFRIGERACIÓN

	SIN NFX	CON NFX	DIFERENCIA	DISMINUCION EN %
OTE	471.63	85.74	385.89	81.82049488
PTE	495.58	97.22	398.36	80.38258203



DISMINUCIÓN

CALEFACCIÓN

REFRIGERACIÓN

RESULTADOS:

21%

80%

Normativas e instituciones involucradas

ASTM

ASTM E1918-06 (2015), Método de prueba estándar para medir la reflectancia solar de superficies horizontales y de baja pendiente en el campo, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2015, www.astm.org

ICS 17.180.20
DOI: 10.1520 / E1918-06R15



Conclusiones:

En base a los resultados obtenidos, tanto en laboratorio como por medio de los modelos computacionales desarrollados, y el desarrollo de los distintos capítulos de este trabajo, es posible concluir que:

- Por el gran número de variables que están involucradas durante el desarrollo del trabajo, es necesario continuar realizando investigación de los aislantes reflectivos, poniendo énfasis en la aplicación de estos sobre otro tipo de edificación, y para las distintas zonas climáticas definidas en la OGUC. (ordenanza general de urbanismo y construcciones)
- Las propiedades térmicas que toman relevancia en una pintura aislante radiativa, son sus propiedades superficiales de emisividad y reflectividad, ya que dados sus bajos espesores, su aporte por conducción es bastante bajo.
- Dentro de la normativa nacional, no existen requisitos ni recomendaciones sobre las propiedades superficiales de los elementos que componen la envolvente de una vivienda, los que serían de mucha ayuda para reducir los gastos energéticos en refrigeración, sobre todo para las zonas con altas radiaciones solares.
- Certificaciones internacionales como por ejemplo LEED, promueven el uso de superficies exteriores con altos índices de reflectividad solar, sin distinguir el lugar donde se emplaza la edificación, siendo que como se observó durante la investigación, desde el punto de vista del gasto anual en la obtención de temperaturas de confort.
- Según lo que se pudo observar de los resultados de la modelación computacional, la pintura aislante reflectiva es una muy buena opción como aislante para los meses de verano, llegando hasta casi anular los gastos en refrigeración y reducirlos considerablemente, independientemente de si la envolvente presentase o no aislantes de masa.
- Otro aspecto que se pudo observar de los resultados de la modelación, es la importancia que toma la inercia térmica de la vivienda, sobre todo para la modelación, ya que al no aplicar la pintura aislante sobre los muros, por tanto, puede permitir que estos tomen el calor proveniente de la radiación solar, que luego, sería en parte liberado hacia el interior de la vivienda, los gastos en conceptos de calefacción aumentaban considerablemente.
- La implementación de aislantes de tipo reflectivo, se deben justificar en base a un análisis anual de gastos en la obtención de temperaturas de confort de la edificación, ya que como se pudo observar en el análisis de costos, pese a anularse en algunos casos los costos en refrigeración de la vivienda, esto conllevaba aumentos considerables en los costos de calefacción.
- Para la vivienda estudiada, los aislantes de tipo reflectivo como lo es el Nanoflex, presentan un muy buen comportamiento para los meses de verano, mientras los de masa, para los meses fríos, con lo que se debe combinar el uso de ambos tipos de aislación, para así obtener una envolvente lo más eficiente posible.
- Al aplicar la pintura aislante sobre la techumbre de la vivienda, dejando el resto de la envolvente cumpliendo con los requisitos impuestos por la OGUC, se reducen los gastos anuales en un 20% en el caso de gastos de calefacción, y en un 35% para la reducción de gastos de refrigeración, considerando su uso únicamente en el techo.