

## **APORTE DE INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS EN LA CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDAS EN ARQUITECTURA SUSTENTABLE**

**Reyes, Jose Manuel, Evans, John Martin**

arquisolar@gmail.com- evansjmartin@gmail.com

Maestría 'Sustentabilidad en Arquitectura y Urbanismo', SP-FADU-  
UBA

### **Resumen**

El presente trabajo tiene por objetivo mostrar el aporte de la certificación de eficiencia energética en vivienda como instrumento para evaluar y detectar medidas alternativas para promover sustentabilidad en nuevos proyectos y vivienda existente. En este contexto, cabe considerar que a nivel mundial el sector de la construcción consume aproximadamente 30 % de la demanda final de energía, utiliza 55 % de la electricidad generada, y es responsable de producir 25 % de emisiones de gases efecto invernadero, según informes de la Agencia Internacional de Energía.

Frente al actual panorama que presenta el cambio climático de origen antropogénico, la mejora en los procesos vinculados con la actividad de la construcción puede contribuir efectivamente a optimizar los recursos disponibles. Las decisiones que se tomen, tanto desde el desarrollo proyectual como desde el sector de la construcción, influirán significativamente en la demanda de energía para mantener adecuadas condiciones de confort interior en los edificios que se proyecten.

Es así como la demanda de energía para acondicionar térmicamente el interior de los edificios o los requerimientos de iluminación dependerán necesariamente del diseño y de las

condiciones de la envolvente edilicia. En situaciones similares, pero con decisiones diferentes de proyecto se requerirá mayor consumo de energía para satisfacer dichos requerimientos y lograr adecuados niveles de habitabilidad.

La posibilidad de establecer el Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) de las viviendas según los procedimientos indicados en la norma IRAM 11900, permite evaluar la demanda de energía de lo que se proyecte y, a partir de las mejoras introducidas tanto en el proyecto como en la construcción, comparar resultados y adoptar las medidas necesarias que favorezcan la reducción del consumo energético en la etapa de uso y operación. Así, la determinación del IPE se presenta como un camino válido y sencillo para verificar durante el proceso de diseño cual será la demanda esperada de lo proyectado, válido también para la verificación de posibles mejoras en viviendas existentes, en donde ya se cuenta con consumos reales y que deben mejorarse para hacer más eficiente el uso de la energía.

El estudio de caso que se presenta en este trabajo es demostrativo del proceso seguido que, partiendo del análisis teórico y estableciendo criterios de mejora que, una vez realizados, permitieron monitorear los consumos y las condiciones de confort interior reafirmando la correlación entre el cálculo teórico y el consumo de energía real en el marco del desarrollo sustentable.

### **Palabras clave**

Recursos, Energía, Eficiencia, Etiquetado, Diseño

## INTRODUCCIÓN

La evolución en la construcción de la vivienda se encuentra relacionada con las pautas culturales del momento y con la disponibilidad de recursos materiales y tecnológicos, es así como en diferentes etapas de la historia se encuentran construcciones más o menos eficientes, energéticamente hablando, según los parámetros del momento y algunas de las cuales lo son según aun siguiendo los parámetros actuales.

El consumo de energía de la vivienda se encuentra vinculado a la percepción de confort de sus habitantes; percepción que ha ido variando a lo largo del tiempo. De acuerdo con la época en que fueron construidas, la mayoría de las viviendas que componen el stock construido de Argentina, no cumplen en líneas generales con los requisitos de confort vigentes y requieren, de este modo, ingentes cantidades de energía para satisfacerlos artificialmente.

En el supuesto caso de que todas las viviendas que se construyan a partir de ahora fuesen eficientes la vivienda existente se convierte en el principal foco de actuación vinculado con las mejoras de la eficiencia energética, debido a que, la renovación del stock edilicio actualmente en uso demorara muchos años.

En Argentina la alta dependencia de energía primaria de fuentes fósiles, evidente a partir del análisis de la matriz energética nacional, requiere de acciones vinculadas con la optimización de los recursos disponibles y la reconversión de la matriz hacia fuentes de energía más sostenibles, lo cual a su vez permite reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

La eficiencia energética se presenta entonces como pilar fundamental en este objetivo permitiendo utilizar la energía de manera más racional y eficiente en todos los procesos vinculados con el uso energético actual. En particular la eficiencia energética en el sector residencial representa un importante aporte a este objetivo, siempre que las políticas públicas y los mecanismos propuestos resulten útiles en este camino.

Según estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía, las proyecciones de intensificación en el uso de la energía para climatización de viviendas se deben fundamentalmente al crecimiento poblacional, la mayor superficie de las viviendas, el acceso a nuevos y mejores electrodomésticos y a la propiedad de sistemas de climatización, entre otros factores.

Si se sigue la tendencia actual el incremento en el uso de energía según estos criterios puede colapsar el actual esquema energético, pero con políticas públicas adecuadas, la eficiencia energética y la reconversión a energías más limpias se cubrirá una parte importante de esta demanda futura.

Es de este modo que la evaluación de las mejoras edilicias en las viviendas existentes, tomando como foco la eficiencia energética, resulta de importancia si se pretende reducir efectivamente la dependencia de fuentes de energía fósil. Dentro de este contexto, estimar adecuadamente cual es la necesidad de energía necesaria para climatización a través de un cálculo correcto y cuya metodología permita evaluar alternativas, se podrá optar por aquellas soluciones que tengan una relación costo-beneficio más conveniente.

La etiqueta de eficiencia energética de viviendas se presenta entonces como herramienta adecuada en este sentido, permitiendo evaluar la vivienda existente como caso base, con alternativas de mejora favorables.

### **LA ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE VIVIENDAS EN ARGENTINA**

Desde el año 2010, la Argentina cuenta con una Norma IRAM destinada a calcular el Certificado de Eficiencia Energética de Edificios. Sin embargo, esta Norma que en principio se pensó necesaria para tramitar la conexión de servicios de gas y electricidad, no llegó a implementarse y mucho menos solicitarse.

La Norma IRAM 11900/10 evaluaba solo la envolvente de invierno y no tomaba en cuenta factores tales como, la ganancia solar, la inercia térmica o el consumo de energía de los sistemas de climatización; factores, entre otros, que se encuentran fuertemente vinculados al consumo de energía de cualquier edificio.

La metodología de cálculo de la etiqueta de eficiencia energética avalada por esta versión de la norma permitía evaluar la envolvente edilicia a partir de determinar un diferencial de temperatura entre la superficie interior de muros y techos y el aire interior de la vivienda. Este diferencial térmico fue la base de la determinación de la categoría de la etiqueta de modo que a menor diferencia mejor era la letra de la escala. Esta metodología solo evaluaba la envolvente en el caso del invierno, haciendo suponer un comportamiento adecuado para el caso de verano.

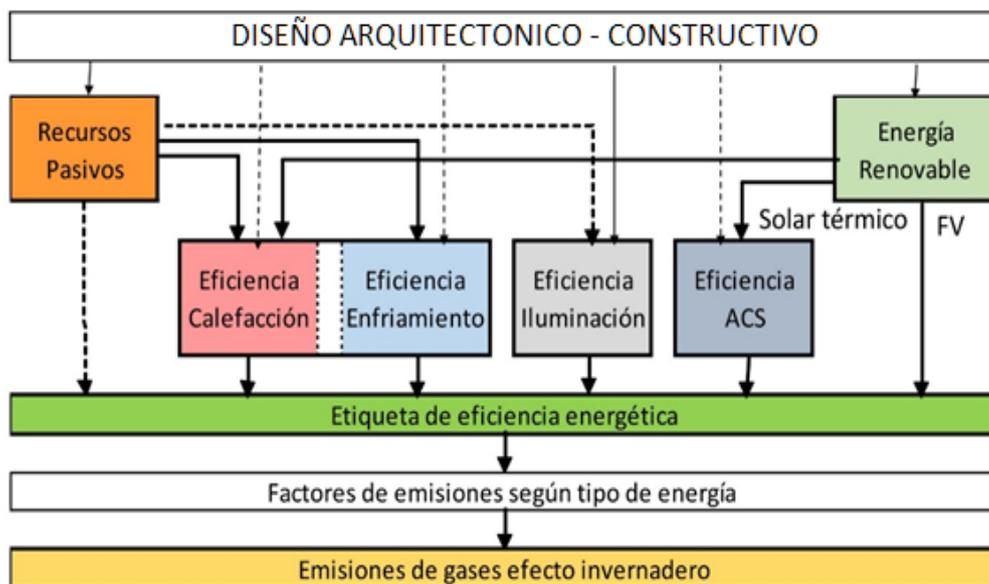
Al no tomar otras consideraciones más que las características térmicas de la envolvente, este procedimiento de cálculo no permitía asociar adecuadamente el resultado en la escala al consumo energético de la vivienda ni tampoco utilizarla como herramienta de planificación energética por parte del estado. Los consumos asociados a la climatización de verano o a la iluminación, ambos fuertemente dependientes del diseño constructivo y arquitectónico, o la generación de agua caliente que depende fundamentalmente de la cantidad de usuarios de la vivienda, suman consumo energético que sí se ve reflejado en la

factura de servicio pero que no fue evaluado en el cálculo asociado a la etiqueta.

Sin políticas de estado adecuadas que favorezcan el ahorro, en una época donde los fuertes subsidios a la energía potenciaron los derroches, a pesar de que se contaba con una norma vigente desde el 2010 asociada a un simple aplicativo en línea, el resultado de su aplicación fue totalmente nulo en un contexto de costo de la energía ficticio.

A partir del cambio de la políticas públicas hacia fines del 2015 y a instancias de la Subsecretaria de Ahorro y Eficiencia Energética del entonces Ministerio de Energía, entre los años 2016 y 2018, los miembros del Subcomité de Eficiencia Energética del IRAM trabajaron sobre la revisión de la Norma IRAM 11900 de Etiquetado de Eficiencia Energética a partir de una propuesta de profesionales del área de energía del Gobierno de Santa Fe, ahora destinada solo a viviendas y que toma en cuenta los consumos de energía de los sistemas de calefacción y refrigeración a través de la evaluación de la envolvente edilicia y de los artefactos de climatización, los debidos a iluminación y los de generación de agua caliente sanitaria (Figura 1).

**Figura 1: Esquema Norma IRAM 11900**



Fuente Arq. Evans

Además, incorpora un capítulo vinculado a la generación de energía renovable y otro no prescriptivo e innovador que evalúa el desempeño del diseño arquitectónico y su potencial de mejora vinculado con el consumo de energía. De esta forma intervienen en el cálculo desde las decisiones de proyecto y los consumos de energía debidos al equipamiento, a la vez que se abre la posibilidad de mejorar la eficiencia y el consumo incorporando energía limpia a la vivienda, favorecida por la sanción de la ley 27424 de generación distribuida.

Hacia fines de 2017 se aprobó el método de cálculo de la etiqueta de eficiencia energética de viviendas, mientras que durante el 2018 se aprobó el capítulo de estrategias pasivas de diseño y la escala relativa nacional que permitirá establecer, a partir de las líneas de base que fijará oportunamente la Secretaría de Energía, cuál será la letra correspondiente del certificado que tendrá la vivienda que se certifique.

Si bien durante el transcurso de las sesiones de trabajo se analizaron diferentes propuestas, la dinámica de revisión, junto con la complejidad del método de cálculo, no permitió contar con suficientes trabajos de análisis previo para poder establecer la conveniencia de un determinado salto porcentual entre una letra y otra de la escala propuesta.

Esta escasa verificación en la determinación de los rangos de la escala del certificado puede hacer que las mejoras técnicas, obviamente valoradas desde lo económico, puedan no ser suficientes para posibilitar el avance en el certificado hacia el sector más eficiente con inversiones relativamente convenientes.

Si la implementación del certificado implica que quien desee lograr mejor calificación a partir de una mejora en su vivienda desde el punto de vista energético y que permita a su vez una apreciación del valor de mercado de la vivienda, estima que esta inversión resulta económicamente inviable, la exigencia del certificado puede resultar en un fracaso rotundo y como consecuencia no se alcance a lograr una mejora significativa en la eficiencia energética en el área residencial.

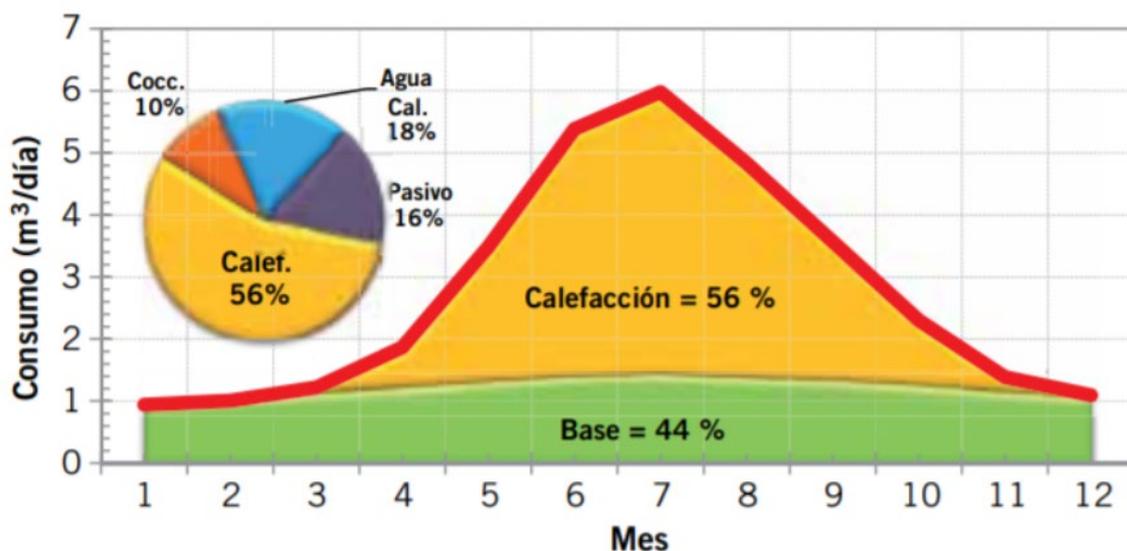
Aun cuando, previo a la aprobación de la escala relativa nacional se analizaron diversos casos de estudio que posibilitaron alguna adecuación de esta, estos estudios tampoco fueron acompañados de una valoración económica que permita cuantificar mejoras en la vivienda existente, así como tampoco existen estudios de campo en viviendas habitadas que evalúen consumo y condiciones de confort previo y post mejoras edilicias con foco exclusivamente en el certificado de eficiencia energética.

El cambio sustancial en la forma de cálculo de los consumos de energía de la vivienda permite asociar el comportamiento calculado con la realidad de

consumo y el costo que el usuario paga por la energía, aun con las simplificaciones que se toman en la determinación de los diferentes consumos y las distorsiones introducidas con los hábitos propios del usuario.

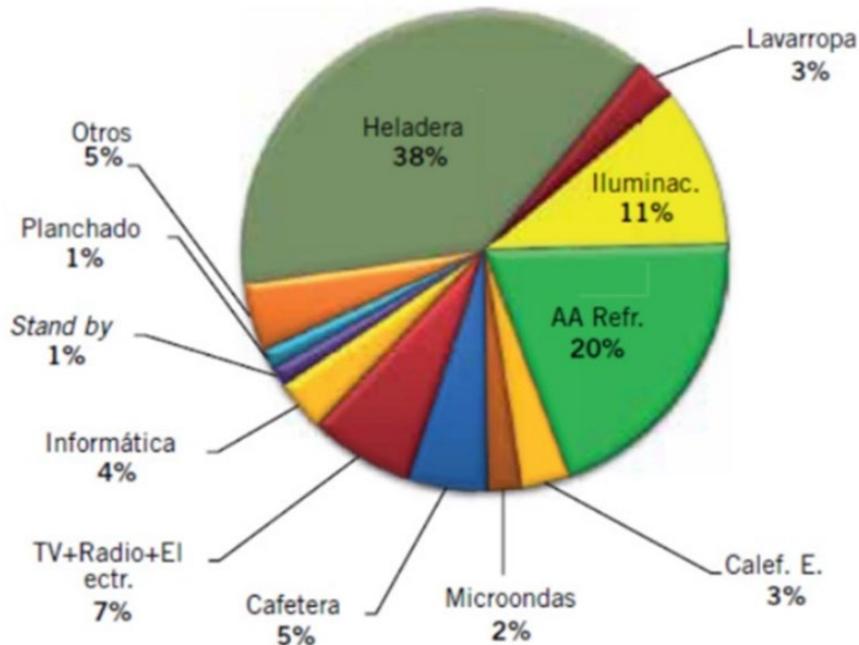
Los consumos de energía no contemplados en la etiqueta, como el asociado al uso de los electrodomésticos o a la cocción de alimentos, se pueden determinar en forma sencilla por medio de un simple análisis de los consumos anuales que permite inferir cual será esa línea base y así conocer cuál es el consumo de energía destinado solo a la climatización de la vivienda y que representa aproximadamente el 55% del uso del gas (figura 2) y el 20 % de la electricidad de la vivienda (figura 3).

**Figura 2: Consumo típico de gas en viviendas**



Fuente: Gas versus electricidad: el uso de la energía en el sector residencial

**Figura 3: Consumo típico de electricidad en viviendas**



Fuente: Gas versus electricidad: el uso de la energía en el sector residencial

La conversión de energía útil, aquella que demanda la vivienda, a energía primaria, permite además utilizar este último dato como insumo en el desarrollo de políticas de estado con relación a la producción de energía y la posibilidad de cambios de la matriz energética, migrando hacia tecnologías más limpias.

### **NORMA IRAM 11900-17**

El procedimiento de cálculo del certificado de eficiencia energética contempla dos capítulos, uno no prescriptivo, la evaluación de las estrategias pasivas de diseño, y uno prescriptivo, el cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas IPE.

La norma IRAM 11900 sigue un proceso de cálculo de prestación, es decir no predice cual va a ser el consumo de energía del edificio, pero indica un requisito mínimo que se debe alcanzar si se pretende lograr una determinada letra en la escala. Aun así, resulta posible analizar el resultado del cálculo y asociarlo a un posible consumo real de la vivienda en condiciones normales de uso.

Estrategias pasivas de diseño arquitectónico

Según la definición de la norma IRAM 11900, las estrategias de diseño pasivo

Son las modificaciones de las condiciones ambientales que permiten mejorar la sensación de confort y reducir la demanda de energía convencional a través de las características del diseño arquitectónico y de los elementos constructivos, según las condiciones ambientales identificadas en la Carta Bioclimática y los Triángulos de Confort.

A través del método descrito en la norma resulta posible evaluar un proyecto y determinar cuál es el grado de aprovechamiento de las estrategias pasivas de diseño con relación al proyecto de referencia que es aquel igual al proyecto analizado, pero que aprovecha el 100% de las estrategias posibles para la región geográfica en la que se encuentre. Este método permite que el diseñador pueda evaluar rápidamente el diseño propuesto en estados iniciales de proyecto en función del objetivo vinculado con la mejora en las prestaciones energéticas.

Para realizar este procedimiento se necesita contar con las ideas iniciales debido a que evalúa condiciones constructivas, relaciones de áreas, llenos y vacíos y condiciones de entorno.

#### Cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas IPE

El procedimiento de cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas se encuentra fundamentado en la norma ISO 13790, y permite, a través de un método cuasi-estacionario, establecer cuál va a ser la demanda de energía útil de la vivienda a través del análisis de la envolvente edilicia, el requerimiento de energía para calentamiento de agua y de iluminación.

Para la determinación de la demanda de energía de climatización, toma en cuenta, además del intercambio de energía a través de la envolvente propiamente dicha, las ganancias internas debidas a personas, las ganancias solares, la inercia térmica, la ventilación natural y las condicionantes debidas a puentes térmicos. En el análisis que se realiza intervienen la mayoría de los fenómenos de intercambio de energía entre el interior y exterior, de modo tal que el resultado obtenido trata de reflejar las condiciones reales debidas a los requerimientos de climatización de invierno y verano.

Una vez establecidas los requerimientos específicos de energía de climatización, iluminación artificial y calentamiento de agua, en kWh/m<sup>2</sup>/año y valorado el aporte de energía renovable si la hubiera, se obtiene el valor del Índice de prestaciones energéticas IPE.

Para la conversión a energía secundaria se cuenta con una base de datos de artefactos de climatización y calentamiento de agua de acuerdo con los estándares en uso en la Argentina e incorpora las características de cada una de las letras correspondientes al certificado de eficiencia energética de los artefactos electro y gasodomésticos listados.

Por último, la conversión a energía primaria contempla los factores de conversión de cada una de las fuentes de energía primaria presentes en la matriz energética nacional.

### **USO DEL PROCEDIMIENTO DE LA NORMA IRAM 11900 COMO HERRAMIENTA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.**

Si se sigue adecuadamente el procedimiento indicado en la Norma IRAM 11900 resulta posible evaluar rápidamente mejoras en la vivienda bajo análisis que permitan estimar cual va a ser el resultado, en cuanto a demanda de energía de climatización, iluminación y agua caliente, una vez realizadas las intervenciones analizadas, o mejorados los artefactos instalados asociados a cada una de estas demandas.

En un estudio reciente (Reyes, 2020) se evalúa la utilidad de este procedimiento para viviendas de nueva construcción, en donde se puede intervenir en cuestiones vinculadas con el diseño y la construcción de la vivienda. Sin embargo, el desafío que presenta la mejora de la vivienda existente ineficiente, en donde muchas veces resulta difícil modificar el diseño y cuya propuesta de mejora tiene que resultar económicamente viable, hace mucho más importante obtener un procedimiento de cálculo y verificación confiables en función de obtener un resultado conforme a lo previsto.

Se presenta a continuación un estudio de caso en donde, a partir de una vivienda existente ineficiente se obtiene una propuesta de mejora que permite obtener un determinado porcentaje de ahorro de energía de climatización que luego fue verificado a través de monitoreo de confort interior y consumo de energía previamente a la ejecución de la mejora y posteriormente a ella.

### **LA VIVIENDA EXISTENTE**

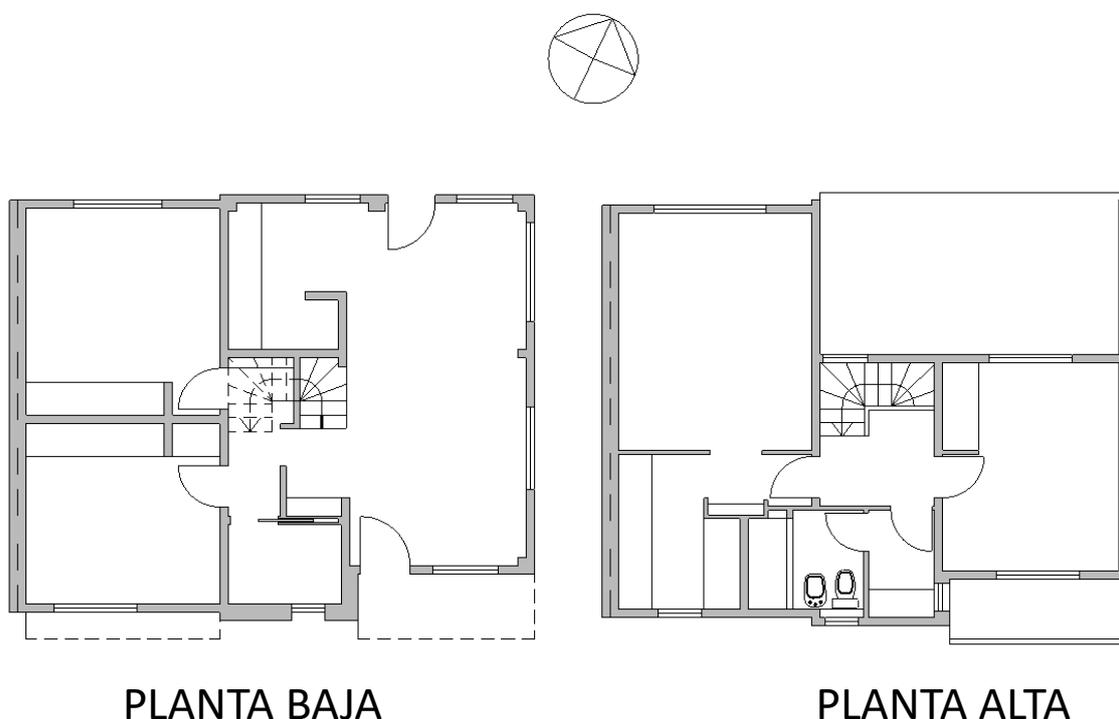
La vivienda analizada (figura 4) es una típica vivienda unifamiliar suburbana de aproximadamente 120 m<sup>2</sup> ubicada en la localidad de Ituzaingó en el Gran Buenos Aires.

La planta baja, original de la vivienda, fue construida aproximadamente entre las décadas del 50 y 70 del siglo pasado, cuenta con muros de mampostería de ladrillo macizo y hueco de 15 cm de espesor nominal, cubierta de tejas coloniales sin aislación térmica, puertas de madera y ventanas de diversos

tipologías y materiales (de abrir, corredizas, de madera, de chapa y de aluminio todas con vidrio simple)

La planta alta es el producto de una ampliación de principios de la década del 10 del presente siglo que cumple, en líneas generales, con los requisitos de la ley provincial 13059-03, en la totalidad de la envolvente.

**Figura 4: Plantas de la vivienda analizada**



La vivienda está habitada por un matrimonio de profesionales y sus 3 hijos en la etapa universitaria, cuenta con calefacción por radiadores y varios equipos de aire acondicionado, desplegados en los diversos ambientes de planta baja y planta alta.

Este diferencial en la calidad de la construcción de la vivienda hizo que previamente a la mejora, la planta alta fuese más cálida que la planta baja tanto en invierno como en verano, lo cual significó que la utilización de los equipos de climatización fuera requerida en prácticamente todos los meses del año para mejorar las condiciones de confort interior.

## EL MÉTODO DE ESTRATEGIAS PASIVAS

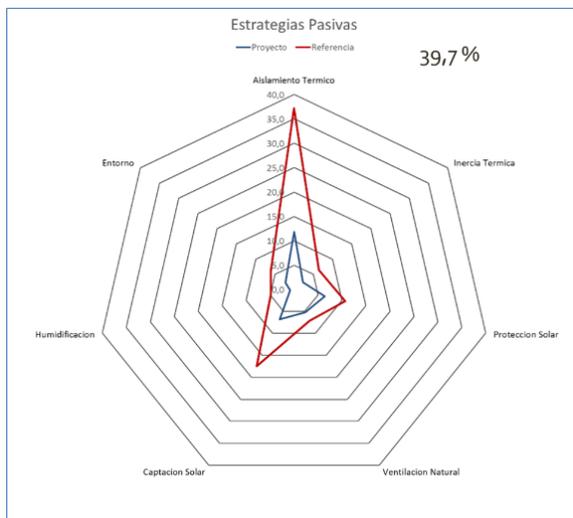
A partir del análisis de las condiciones de confort y consumo de energía de la vivienda, a través del monitoreo de temperatura y humedad interior y exterior y la toma de datos de consumo diario de energía en periodos de 30 días durante el invierno y el verano se determinó que por medio de mejoras de la envolvente resultaba posibles lograr una reducción significativa del uso de energía de climatización mejorando a su vez las condiciones de confort interior.

Mediante la utilización del procedimiento indicado en el capítulo de estrategias pasivas de la norma IRAM 11900 se pudo determinar que actuando sobre la mejora de la envolvente resultaba posible obtener una mejora de aproximadamente 30% en las prestaciones energéticas de la vivienda.

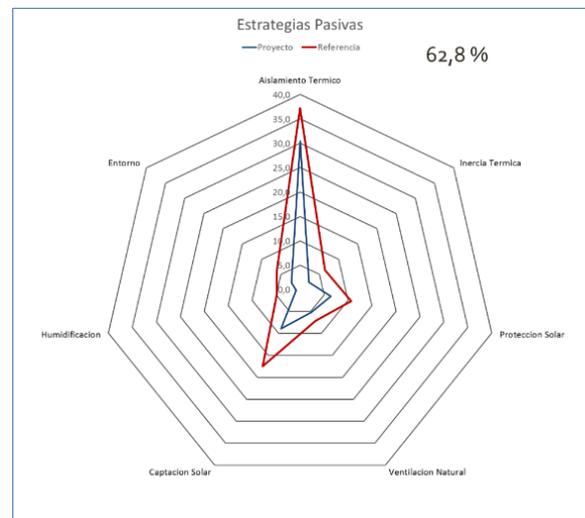
Se opto por mejorar las condiciones de transmitancia térmica del techo de planta baja, el de planta alta, los muros de planta baja y se sugirió el cambio de la totalidad de las ventanas de planta baja por otras más eficientes.

No se realizaron cambios o mejoras en el diseño de la vivienda porque la obra a realizar debía ser de bajo impacto constructivo y económico.

El análisis a través del procedimiento descrito puede verse en las figuras siguientes.



**Figura 5: Calculo de estrategias pasivas de la vivienda existente**



**Figura 6: Calculo de estrategias pasivas de la vivienda mejorada**

## **CALCULO DEL IPE**

Una vez determinado que las mejoras propuestas resultaban factibles y fueron aprobadas por la familia se procedió al modelado de la vivienda en el aplicativo informático desarrollado por la Secretaria de Energía de Nación que facilita el cálculo del Índice de Prestaciones Energéticas IPE que establece cual es el consumo de energía primaria de la vivienda en KW h/m<sup>2</sup>/año destinado a climatización, generación de agua caliente e iluminación de la vivienda.

Para la realización de este modelado fue necesario establecer específicamente cuales iban a ser las intervenciones por realizar y a través de que materiales.

En el caso de la cubierta de planta baja se optó por levantar la cubierta existente, realizar las reparaciones necesarias, colocar 20 cm de lana de vidrio y colocar una cubierta de chapa, acorde con el resto de la vivienda.

En el caso de la cubierta de planta alta, y tomando como consigna que la intervención debería ser de bajo impacto constructivo, se optó por colocar 20 cm de lana de vidrio sobre el cielorraso existente.

Para las ventanas de planta baja se sugirió reemplazar las existentes por nuevas ventanas de PVC con DVH, utilizando los marcos existentes como premarcos de las nuevas ventanas, salvo en donde se encontraba la ventana de madera que debe ser retirada en su totalidad.

Para la mejora de los muros de planta baja se optó por dos soluciones: la mejora del aislamiento térmico desde el lado interior en el muro medianero y la mejora desde el exterior a través de un sistema EIFS en el resto de los muros.

Acordadas las mejoras se procedió al cálculo del IPE del modelo base, la vivienda existente, y la mejora propuesta cuyos resultados pueden verse en las figuras siguientes.

Etiquetado de Viviendas			
PRESTACIONES ENERGÉTICAS			
	Requerimiento específico de energía (kWh / m <sup>2</sup> año)		
	Útil	Neta	Primaria
Calefacción	79	82	111
Refrigeración	31	10	32
Producción acs	11	14	17
Iluminación	-	8	26
Requerimiento específico global de energía			187
Contribución específica de energías renovables			0
Índice de Prestaciones Energéticas			<b>187</b>

**Figura 7: Calculo del IPE para la vivienda existente**

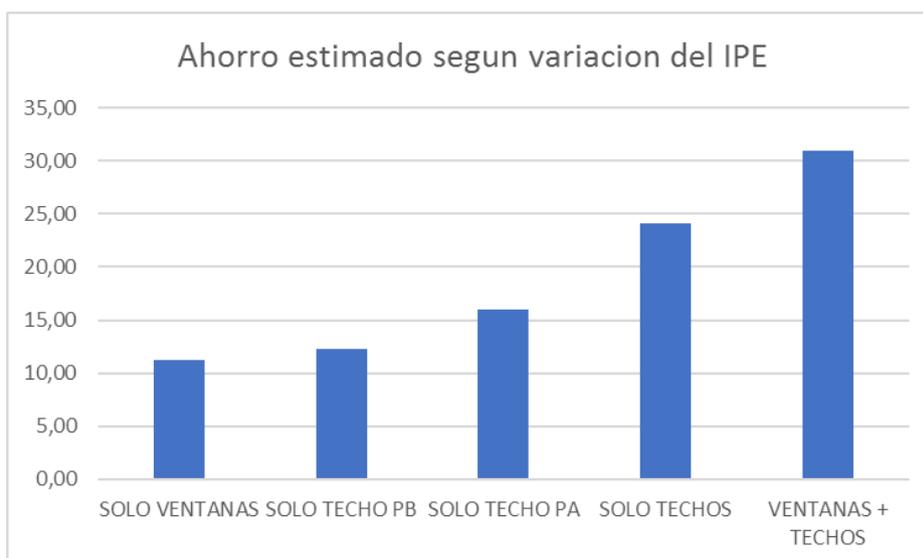
Etiquetado de Viviendas			
PRESTACIONES ENERGÉTICAS			
	Requerimiento específico de energía (kWh / m <sup>2</sup> año)		
	Útil	Neta	Primaria
Calefacción	48	49	66
Refrigeración	19	6	19
Producción acs	11	14	17
Iluminación	-	8	26
Requerimiento específico global de energía			129
Contribución específica de energías renovables			0
Índice de Prestaciones Energéticas			<b>129</b>

**Figura 8: Calculo del IPE para la vivienda mejorada**

## IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS PROPUESTAS

Como se dijo anteriormente, previo a la realización de las mejoras fue realizado el monitoreo de las condiciones de confort y consumo energético que resultaba necesario para poder evaluar cual era el impacto de las mejoras con el fin de verificar si lo propuesto resultaba acorde con lo calculado. Como las obras serían llevadas a cabo en etapas resultaba posible evaluar cual es la influencia que tiene cada mejora en las condiciones bajo análisis (figura 9).

**Figura 9: Ahorro estimado según variación del IPE en relación con el caso base**



Así también, el cálculo del IPE para cada una de las reformas propuestas permitió evaluar cual era el aporte de cada intervención en el resultado final esperado

Como la impronta de la obra y las condiciones características de la evaluación lo requería, se efectuaron las obras en etapas de acuerdo con el siguiente detalle

Realizadas

Etapa 1: Recambio de ventanas ineficientes

- Ensayo de blower door previo al recambio– 2 hs

- Retiro de ventana de madera y recuadro de vano – 1 día
- Recambio de ventanas – ½ día

#### Etapa 2: Mejoras en los techos

- Colocación de aislante térmico en los cielorrasos de planta alta – 1 día
- Colocación de aislamiento térmico y recambio de cubierta de planta baja – 10 días

#### Etapa 3: Mejoras en los muros

- Aislamiento del muro medianero -2 días

Por realizar

#### Etapa 1 Recambio de ventanas ineficientes

- Ensayo de blower door posterior al recambio– 2 horas

#### Etapa 3: Mejoras en los muros

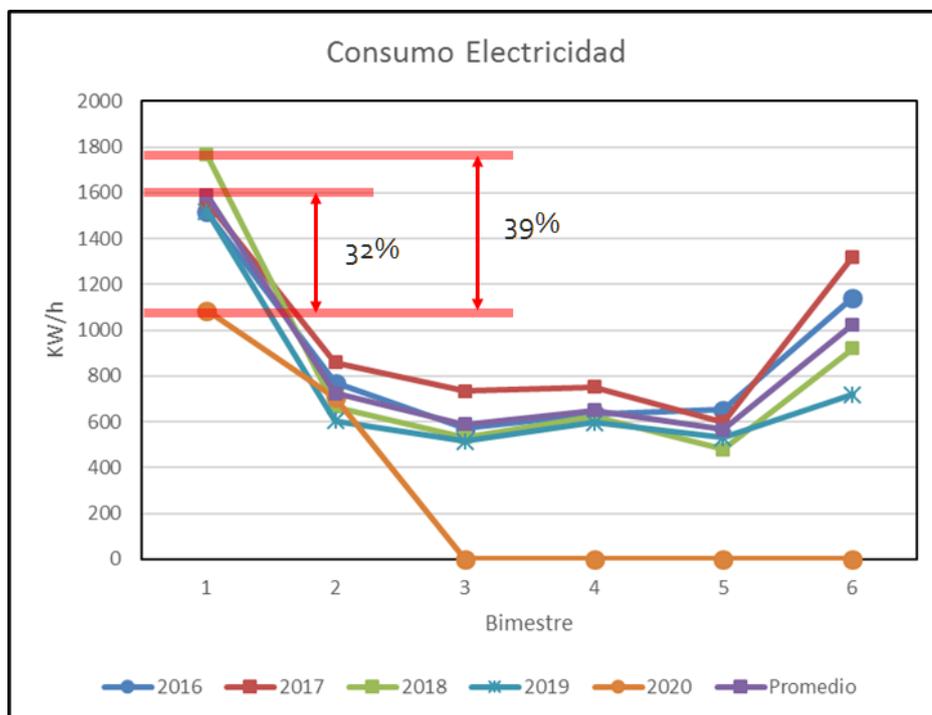
- Colocación de aislamiento térmico en muros exteriores – EIFS – 7 días

Si bien, para seguir el procedimiento indicado en la norma no es necesaria la realización de un ensayo de blower door que permite la verificación de las condiciones de infiltración, debido a que la mejora propuesta resultaba de calidad muy superior a lo existente se consideró conveniente la realización del ensayo antes y después del recambio de las ventanas.

Las particulares condiciones de ejecución de las mejoras posibilitaron también efectuar mediciones de temperatura en el ático y dormitorios de planta alta durante una semana previo a la mejora y una semana posterior a esta, al igual que se realizaron tomas termográficas en el techo de planta baja antes y después de la mejora.

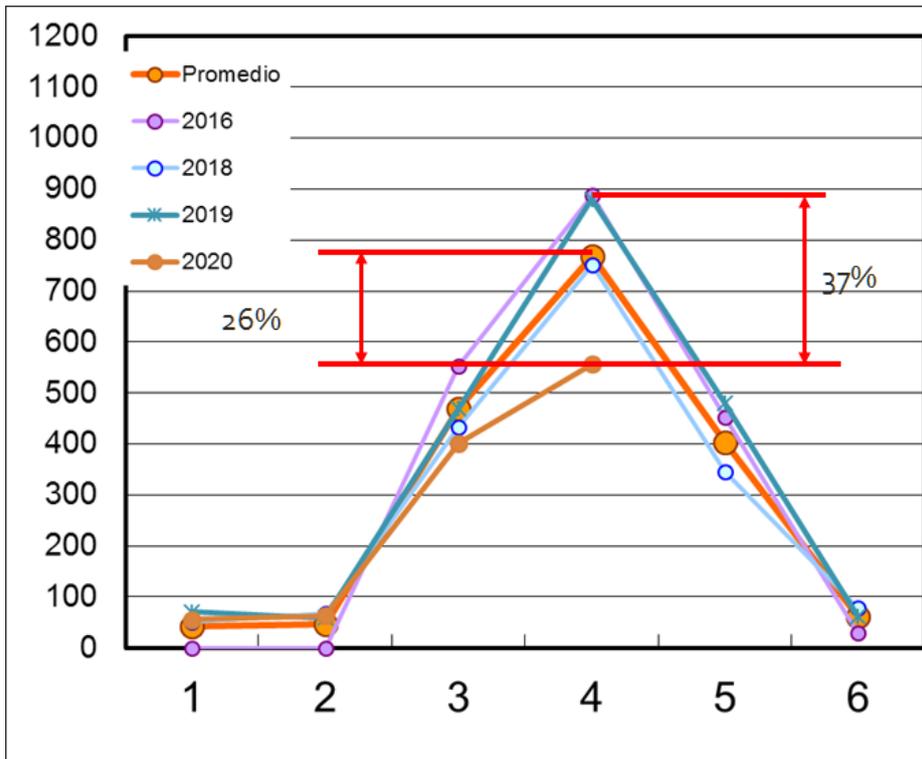
Aunque todavía no se encuentran analizados en su totalidad los registros de temperatura tomados durante las temporadas de invierno y verano, un primer análisis de las facturas de energía permite establecer que el resultado obtenido es acorde con lo calculado. Los consumos de electricidad de la vivienda durante el verano de 2020 muestran una mejora en el consumo de electricidad del orden del 32% con relación al consumo promedio de los últimos años (figura 10), y si bien la factura del servicio de gas no se recibió al momento de este trabajo, las proyecciones realizadas a partir del consumo diario de gas hacen prever que el objetivo también se alcanzara durante la temporada de calefacción (Figura 11), aun cuando no pudo realizarse todavía la mejora en los muros exteriores de planta baja.

**Figura 10: Consumos de electricidad reales antes y después de la mejora**



**Figura 11: Consumos de gas reales de los últimos años y estimado para el 2020**

**ACCIONES FUTURAS**



Las condiciones impuestas a partir del Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) impidieron la realización del ensayo de blower door posterior a la mejora y la implementación del aislamiento exterior de los muros, los cuales deberán ser realizados cuando se levanten las restricciones.

Del mismo modo será necesario efectuar una nueva campaña de verano e invierno que contemple las condiciones de confort y consumo a partir de las mejoras en los muros exteriores.

Sin embargo, y aun cuando no están concluidos la totalidad de los trabajos previstos, los resultados obtenidos son alentadores y se estima, permitirán validar la metodología propuesta.

**CONCLUSIONES**

El análisis realizado a partir del procedimiento de cálculo seguido, propuesto por la Norma IRAM 11900/17, a la luz de los resultados parciales obtenidos permite afirmar que la utilización de estas herramientas permite aseverar con

cierto grado de confiabilidad que las mejoras calculadas pueden verse reflejadas en la realidad.

La utilización del método no prescriptivo de estrategias pasivas de diseño arquitectónico, si bien no contempla soluciones activas de climatización, permite estimar de una forma sencilla y con un importante grado de validez, cuál va a ser el resultado de aplicar el método detallado del cálculo del IPE.

Esta posibilidad permite al diseñador explorar rápidamente diferentes alternativas de mejora, permitiéndole optar por aquellas que mejor desempeño logren y que luego deberá verificar a través del cálculo del IPE.

La actual interfase de ingreso de datos del aplicativo informático favorece el estudio de mejoras alternativas de una manera sencilla, luego de ingresado el caso base, que contribuye a reducir los plazos de ingreso de datos de las variables de análisis favoreciendo al acortamiento de los tiempos y permitiendo arribar a conclusiones en lapsos cortos

Debe considerarse, sin embargo, que el procedimiento de cálculo del IPE no toma en cuenta condiciones de confort, y supone que estas se satisfacen a través de equipamiento térmico más o menos eficiente. Este supuesto puede hacer que en la realidad, parte de la energía utilizada luego de realizadas las mejoras en la envolvente se destine a mejorar las condiciones de confort sin que signifique una reducción del consumo real de energía. Es decir que luego de la adecuación se va a estar en mejores condiciones de confort con el mismo gasto de energía.

Este aspecto, vinculado estrechamente con la eficiencia energética, debe necesariamente ser tenido en cuenta a futuro en el procedimiento de cálculo del etiquetado para evitar que pueda ser interpretado que el procedimiento no sirve a los fines propuestos, que es el ahorro de energía, al no verse reflejado el resultado esperado en la factura del servicio de energía.

También debe considerarse que cualquier vivienda tiene un consumo de base formado por electrodomésticos (heladeras, lavarropas, etc.), energía destinada a cocción y otro equipamiento habitual que requiera energía para su funcionamiento como por ejemplo bombas presurizadoras de agua, computadoras o televisores, esto significa que los ahorros estimados los serán sobre los picos de energía debidos a la climatización de los ambientes.

Por lo tanto, no debe considerarse que el ahorro estimado lo será sobre la facturación anual, lo cual conduce a un ahorro menor si se considera ese lapso temporal

El recambio de ventanas por si solo mejora notablemente el diferencial térmico existente entre ambas plantas, al reducirse significativamente la infiltración de

aire desde el exterior a la vez que se mejoraron notablemente las condiciones acústicas interiores.

Como la vivienda está ubicada en una zona suburbana, la mejora en el aislamiento térmico del techo de planta alta permitió aprovechar en mayor medida la ventilación cruzada nocturna durante el verano, limitando aún más la necesidad de utilización del equipo de aire acondicionado.

La mejora en las condiciones térmicas de la envolvente dio como resultado una menor variación en la temperatura interior durante el invierno, lo que significa un menor tiempo de encendido del sistema de calefacción por radiadores que redundaría en la prolongación de la vida útil de la caldera asociada del sistema.

Las mejoras obtenidas fueron a partir de acciones de bajo costo e impronta constructiva poco significativa, el recambio de ventanas se realizó en 4 horas, y la mejora en el muro medianero demoró solo un par de días, ambas acciones se realizaron sin interrumpir la rutina diaria de la familia y aun cuando en este caso fue necesario retirar uno de los marcos de las ventanas, esta acción generalmente no es necesaria cuando se realizan recambios.

Las acciones mayores lo fueron con obras realizadas en el exterior de la vivienda. La mejora del techo demoró una semana y se estima que la colocación del EIFS se podrá realizar en dos semanas de trabajo continuo.

Si bien todavía no se tienen conclusiones terminantes con relación a los plazos de amortización de la inversión realizada, la opinión de la familia que habita la vivienda en lo que respecta al resultado obtenido hasta ahora es ampliamente favorable, aun cuando el plazo estimado de retorno de la inversión supere los 10 años. Esta consideración se basa fundamentalmente en las actuales condiciones de confort en relación con las precedentes.

El análisis del ahorro esperado, independientemente del método utilizado, debe tomar en cuenta las mejoras en el confort interior, no tomar en cuenta este aspecto, no cuantificable en dinero, en cualquier análisis económico, limita enormemente las ventajas de las mejoras en la eficiencia energética en viviendas soslayando un aspecto importante que favorece notablemente la calidad de vida de las personas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

IRAM 11900 (2010) Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo y etiquetado de eficiencia energética. Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.

IRAM 11900 (2017) Etiqueta de eficiencia energética de calefacción para edificios. Clasificación según la transmitancia térmica de la envolvente Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.

- 
- IRAM 11605 (1996) Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos. Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires.
- UNE-EN ISO 13790 (2011) Eficiencia energética de los edificios. Cálculo del consumo de energía para calefacción y refrigeración de espacios. (ISO 13790:2008). UNE, Asociación Española de Normalización, Madrid
- Reyes, J, 2020, La etiqueta de eficiencia energética: instrumento para mejorar la calidad de la vivienda social. En De Schiller, (compilación y edición) (2020) Sustentabilidad, eficiencia y renovables en vivienda social (pp.125-142) Buenos Aires: Ediciones CIHE
- Gastiarena, M; Fazzini, A; Prieto, R; Gil, S (2017). Gas versus electricidad: el uso de la energía en el sector residencial. Petrotecnia, abril 2017. 50-60
- Gobierno de la Provincia de Buenos Aires, Ley 13059-03 - <https://normas.gba.gob.ar/ar-b/ley/2003/13059/3792#> - Consultado el 10-05-2020
- Ministerio de Desarrollo Productivo, Secretaría de Energía, Coordinación de Eficiencia Energética en Edificaciones y Sector Público, Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas - Aplicativo Informático Nacional: <https://etiquetadoviviendas.energia.gob.ar/> - Fecha de simulaciones 31-05-2020.