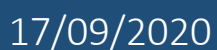


[illegible]

Revisión 3

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS,
INGENIERÍA Y AGRIMENSURA,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



Secretaría
de Energía



Este documento fue elaborado por Facultad De Ciencias Exactas, Ingeniería Y Agrimensura, Universidad Nacional De Rosario, en el marco de la consultoría para la “Prueba Piloto De Etiquetado Energético De Viviendas – Ciudad Autónoma de Buenos Aires” como parte del Proyecto “Mecanismos y redes de transferencia de tecnologías relacionadas con el cambio climático en América Latina y el Caribe” financiado por el GEF, el cual es gestionado por el BID, y ejecutado por Fundación Bariloche.

Agradecimientos a la Secretaría de Energía de la Nación, por su asistencia en el uso del Aplicativo Nacional para Etiquetado de Viviendas y apoyo técnico a los profesionales que participaron de la prueba piloto CABA.

Elaboraron: Rita Abalone; Analía Gastón, Camila Scarinci, Roque Stagnitta, José Luis Larrégola,

Revisaron: Fundación Bariloche, Agencia de Protección Ambiental de la CABA y Secretaría de Energía de la Nación.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este documento y sus productos puede ser reproducida sin el permiso del Banco Interamericano de Desarrollo.



Ministerio de Economía
Argentina

Secretaría
de Energía



RESUMEN EJECUTIVO PRUEBA PILOTO CABA ETIQUETADO ENERGÉTICO DE VIVIENDAS

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	4
1. Descripción del Proyecto	4
2. Análisis de contexto de tres experiencias a nivel internacional	5
3. Profesionales participantes de la PRUEBA PILOTO CABA	6
4. Estrategia de escogencia y análisis del parque de viviendas relevadas.....	7
5. Resultados obtenidos.....	8
6. Análisis de los resultados promedio por tipología de vivienda	10
7. Análisis de los resultados obtenidos desglosados por vivienda	10
<i>Definición del rango de alertas para el rendimiento/COP de sistemas activos.....</i>	<i>11</i>
<i>Definición del rango de alertas para los factores γ_{inv}, γ_{ver}, η_{gr} γ_{inv} y η_{disp}/ γ_{ver}..</i>	<i>11</i>
<i>Definición del rango de alertas para las transmitancias medias</i>	<i>12</i>
8. Recomendaciones de mejoras según alertas.....	12
9. Información disponible de cada vivienda	13
10. Análisis de prototipos de viviendas	13
Departamento de piso intermedio.....	13
Departamento Pasillo PH	14
Costos Asociados por Intervención.....	15
11. Encuestas a propietarios/inquilinos y profesionales	16
Percepción de los Beneficios del Etiquetado Energético de Viviendas en CABA.....	16
Satisfacción a los Profesionales Participantes del Piloto en CABA	16
CONCLUSIONES FINALES	17
<i>Respecto del parque de viviendas y cálculo de IPE</i>	<i>17</i>
<i>Respecto al etiquetado de viviendas a nivel internacional.....</i>	<i>17</i>
<i>Respecto del análisis de prototipos de viviendas</i>	<i>18</i>
<i>Respecto del desempeño de los profesionales.....</i>	<i>18</i>
<i>Conclusiones de la Encuesta Percepción y de la Encuesta de Satisfacción</i>	<i>19</i>
BIBLIOGRAFIA.....	20

RESUMEN EJECUTIVO

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo general del proyecto es realizar el relevamiento energético de al menos 200 viviendas en la CABA, en el marco del Programa Nacional de Etiquetado de Viviendas que impulsa la Secretaría de Energía de la Nación.

Para alcanzar el objetivo general de la consultoría, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Hacer un análisis de contexto de tres experiencias de viviendas a nivel internacional (preferiblemente en ALC) donde se incluya: marco regulatorio, políticas públicas, estrategia utilizada para implementar el etiquetado de viviendas, beneficios percibidos del etiquetado de viviendas. Análisis de contexto a nivel local (CABA) y elaboración de matriz FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas)
2. Definir la estrategia de escogencia y seleccionar las viviendas para el piloto. En total, la cantidad de viviendas a abordar en este piloto no debe ser inferior a 200.
3. Determinar el Índice de Prestaciones Energéticas (IPE) de las viviendas seleccionadas.
4. Analizar el desempeño energético de las viviendas vinculadas al piloto, determinando valores promedio y los factores que influyen en altos o bajos desempeño. Hacer una comparación de los valores medios encontrados con las tres experiencias analizadas a nivel internacional
5. Elaborar un informe por cada vivienda analizada, donde se muestren los resultados y las recomendaciones de ahorro de energía adaptadas a cada caso. El informe debe ser entregado y presentado en cada vivienda que hizo parte del piloto
6. Socialización de los resultados del trabajo realizado basado en un plan de difusión elaborado por la empresa consultora. Como mínimo la difusión debe realizarse en dos espacios diferentes.

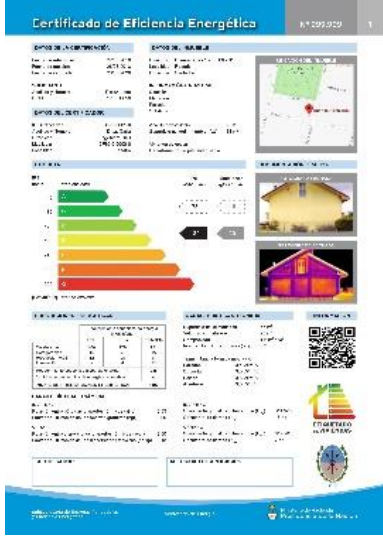


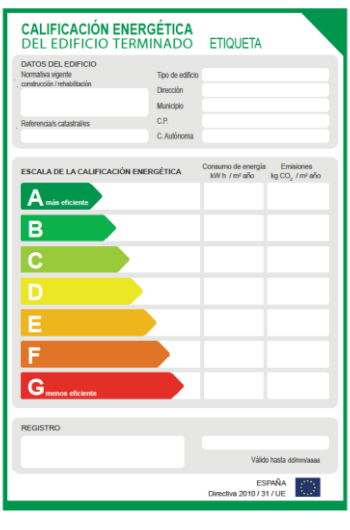
2. ANÁLISIS DE CONTEXTO DE TRES EXPERIENCIAS A NIVEL INTERNACIONAL

Se realizó una revisión de los sistemas de etiquetado de eficiencia energética de las viviendas existentes en España, Chile y Brasil. Estos países fueron seleccionados en función a la relación que tienen con la Argentina en distintas aristas. A modo de síntesis, de la revisión de la documentación (ver sección Bibliografía), se presenta un cuadro comparativo de los aspectos relevantes de las experiencias analizadas:

Para el caso de Chile, es un país que se encuentra en la misma latitud que la Argentina y por lo tanto tiene diversas y similares zonas climáticas pero distinto estado de gobierno. Por otro lado, Brasil forma parte de la misma región que la Argentina, un vasto territorio, similar idiosincrasia y mismo estado de gobierno. España logra ser un país modelo para la implementación de sistemas de calificación energética, cuyo éxito viene dado a partir de un marco normativo internacional. Este último sirvió como ejemplo de funcionamiento en un estado que ya lleva años en su implementación obligatoria.

	Argentina	Chile	Brasil	España
Tipo de Gobierno	Gobierno Federal	Gobierno Unitario	Gobierno Federal	Monarquía Unitaria
Año de Implementación (primera certificación)	2017 en prueba piloto	2012	2010	2007
Autoridad de Aplicación	Gobiernos Provinciales y Municipales	Ministerio de Vivienda y Urbanismo	INMETRO	Comunidades Autónomas
Políticas Públicas Normativas	PRONUREE D nro 140/2007	Ministerio de Vivienda y Urbanismo Res-N° 1234	PBE Ley 10295/2001 D Nro. 4059/2001	RD235/2013
Indicadores	kWh/m ² año	kWh/m ² año	°C/año (grados hora refrescamiento natural) kWh/m ² año	kWh/m ² año kgCO ₂ /m ² año
Procedimiento de cálculo (balance térmico o puntaje)	Balance Térmico	Balance Térmico	Equivalente numérico ponderado	Balance Térmico
Requerimiento medio	332 kWh/m ² año (promedio de pruebas pilotos)	Demanda: 212 kWh/m ² año Consumo: 355 kWh/m ² año	Entre A y B: 4-5	Etiqueta E (Madrid)* 238kWh/m ² año
(Obligatorio / Voluntario)	Voluntario. Sta. Fe obligatoria sin reglamentar	Voluntario	Voluntario	Obligatorio
Estándar Mínimo	No tiene	No tiene	No tiene	No tiene
Cuadro comparativo del etiquetado de viviendas en Chile, Brasil, España y Argentina				

(*)“Escala de calificación energética. Edificios Existentes“, emitido por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, España, IDAE (2011). El consumo incluye calefacción, refrigeración y ACS.

Argentina	Chile
	
Brasil (Etiqueta actualmente en revisión)	España
	
Diseño de las Etiquetas	

3. PROFESIONALES PARTICIPANTES DE LA PRUEBA PILOTO CABA

Los requisitos que debían cumplir los profesionales para participar de la prueba piloto fueron: aprobación del Curso de Etiquetado de Viviendas para Certificadores (CEV) de la Secretaría de Energía e inscripción profesional en CABA.

La nómina inicial de profesionales incluía 22 arquitectos (44%), 18 ingenieros (36%) y 10 maestros mayor de obra (20%). Como consecuencia de las condiciones impuestas por el COVID-19, 7 profesionales manifestaron su imposibilidad de participar, por lo que la nómina se redujo a 43.

4. ESTRATEGIA DE ESCOGENCIA Y ANÁLISIS DEL PARQUE DE VIVIENDAS RELEVADAS

Para escoger las 200 viviendas se realizó una postulación on-line mediante una ficha de registro por parte de los profesionales habilitados a participar de la prueba piloto. La consigna fue asegurar que las 15 comunas de CABA contaran con viviendas postuladas, buscando garantizar la representatividad en las mismas. Las tipologías de viviendas analizadas se detallan en la Tabla 4.1. Inicialmente se postularon 197 viviendas pero como consecuencia de las restricciones impuestas por el aislamiento social preventivo y obligatorio en el marco del COVID-19, se alcanzó a relevar el 75% de las viviendas objetivo (150). En la Figura 4.1 se muestra la distribución de viviendas unifamiliares y colectivas por comuna.

Unidad en Vivienda Colectiva	Vivienda Unifamiliar
<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de pasillo en Propiedad Horizontal (PH) • Departamento en Planta Baja (PB) • Departamento en piso intermedio • Departamento en último piso 	<ul style="list-style-type: none"> • Adosada, dos o más plantas • Adosada, una planta • Aislada, dos o más plantas • Aislada, una planta • Pareada, dos o más plantas • Pareada, una planta

Tabla 4.1: Tipología de Viviendas de la Prueba Piloto CABA por Comuna

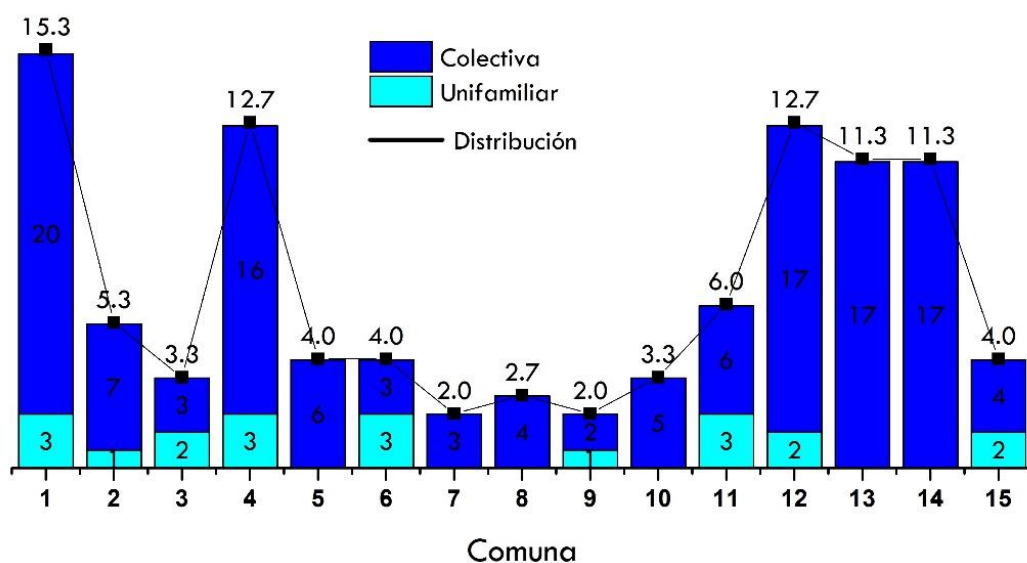


Figura 4.1. Distribución de viviendas unifamiliares y colectivas relevadas por comuna en la Prueba Piloto CABA.

De las 150 viviendas, 130 (87%) son colectivas y 20 (13%) unifamiliares. Se alcanzó el objetivo de contar con viviendas en todas las comunas de CABA, con mayor concentración de viviendas en las comunas ubicadas en la zona Norte y Este (Comuna 1, Comuna 4, Comuna 12, Comuna 13, Comuna 14) y menor concentración en la zona Oeste (Comuna 8, 9 y 10).

Dentro del parque de viviendas colectivas, la tipología de mayor ocurrencia fue el Departamento de Piso Intermedio (93, 62%) localizados en las comunas de mayor nivel socioeconómico, seguido del Departamento de último piso (21, 14%) y Departamento de pasillo en PH (13, 8.7%). Se contó con 20 viviendas unifamiliares siendo la tipología de mayor ocurrencia la casa adosada de dos o más plantas (8, 5.3%)

5. RESULTADOS OBTENIDOS

En la Tabla 5.1 se presentan los valores medios de las magnitudes relevantes asociadas al cálculo del IPE, discriminada por tipología junto con el promedio total sobre 150 viviendas.

Variable	Dpto PH	Dpto PB	Piso Inter.	Ultimo Piso	2p Ados.	1p Ados.	1p Aislada	2p Parea.	Prom. Total
Cantidad	13	3	93	21	8	7	2	3	150
AU [m ²]	72.6	72.7	56.0	61.9	135.5	101.7	152.7	139.3	68.6
IPE [kWh / m ² año]	307.9	283.3	193.9	308.4	227.0	243.8	208.5	285.3	227.9
EPI [kWh / m ² año]	230.8	215.3	131.7	233.3	165.9	168.3	159.0	220.7	162.0
ES;I/AU [kWh / m ² año]	147.3	143.0	78.7	137.4	98.8	100.7	71.0	171.3	98.4
EU;I/AU [kWh / m ² año]	118.3	103.0	69.7	111.0	68.1	87.7	80.0	103.3	81.8
EPV [kWh / m ² año]	40.8	10.0	17.6	37.4	23.6	31.3	20.5	25.3	23.4
ES;V/AU [kWh / m ² año]	12.3	3.0	5.3	11.3	7.1	9.5	6.0	7.7	7.1
EU;V/AU [kWh / m ² año]	33.0	8.7	14.7	31.7	17.9	25.3	16.5	21.7	19.4
EPACS [kWh / m ² año]	28.2	46.3	34.3	31.6	22.9	32.8	23.0	26.0	32.6
ES;ACS/AU [kWh / m ² año]	22.5	24.0	21.7	21.2	18.1	17.0	18.5	20.7	21.3
EU;ACS/AU [kWh / m ² año]	12.2	12.7	13.0	12.4	9.4	11.7	8.0	10.0	12.4
EPIL [kWh / m ² año]	9.0	11.0	10.3	8.5	14.3	11.3	6.5	17.3	10.4
ES;IL/AU [kWh / m ² año]	2.8	3.3	3.1	2.6	4.3	3.5	1.5	5.3	3.1
EPREN [kWh / m ² año]	1.2	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	4.3	0.5
γ_{inv}	0.3	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
η_{gr}	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
γ_{ver}	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
η_{disp}	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
AU clim [m ²]	70.7	72.7	55.1	59.8	104.4	96.8	94.5	132.9	64.6
V clim [m ³]	202.7	187.3	146.1	157.2	288.1	287.2	304.5	381.6	176.2
S/V [m ² /m ³]	1.5	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.4	1.5
b_{tr}	0.5	0.5	0.4	0.6	0.5	0.5	0.7	0.5	0.4
Km, paredes [W / m ² K]	2.2	2.1	2.0	2.1	2.0	2.1	2.0	1.6	2.0
Km, cubiertas [W / m ² K]	2.4	1.1	-----	2.1	2.5	2.6	1.8	2.2	2.2
Km, pisos [W / m ² K]	0.6	0.4	-----	3.0	0.5	0.9	1.6	0.5	0.9
Km, aberturas [W / m ² K]	3.9	3.2	4.2	3.6	4.2	4.1	3.6	4.0	4.1
H_{inv} [W / K]	305.7	252.0	224.5	314.9	365.5	370.5	622.5	287.3	268.6
τ_{inv} [h]	13.3	16.6	20.5	14.5	17.9	16.9	15.7	16.4	18.6
H_{ver} [W / K]	466.4	330.7	427.6	555.3	587.8	626.8	842.0	445.0	475.4
τ_{ver} [h]	8.9	11.7	11.4	8.4	10.3	10.9	11.2	10.6	10.7
Rend Eq.Calef	0.80	0.72	0.89	0.81	0.69	0.87	1.13	0.60	0.83
Rend Eq.Ref	2.68	2.89	2.78	2.81	2.51	2.67	2.75	2.83	2.75
Rend Eq.ACS	0.54	0.53	0.60	0.59	0.52	0.69	0.43	0.48	0.59

Tabla 5.1. Promedio de variables asociadas al IPE por tipología y promedio total (150v)

A final de la Tabla 5.1, se incluyen además tres nuevas variables **Rend Eq. Calef**, **Rend Eq. Ref** y **Rend Eq. ACS** para estimar el rendimiento equivalente promedio de los equipos activos de calefacción, refrigeración y ACS.

En la Figura 5.1, se ilustra el criterio propuesto por la Secretaría de Energía para la construcción de la escala de una etiqueta para la prueba piloto CABA.

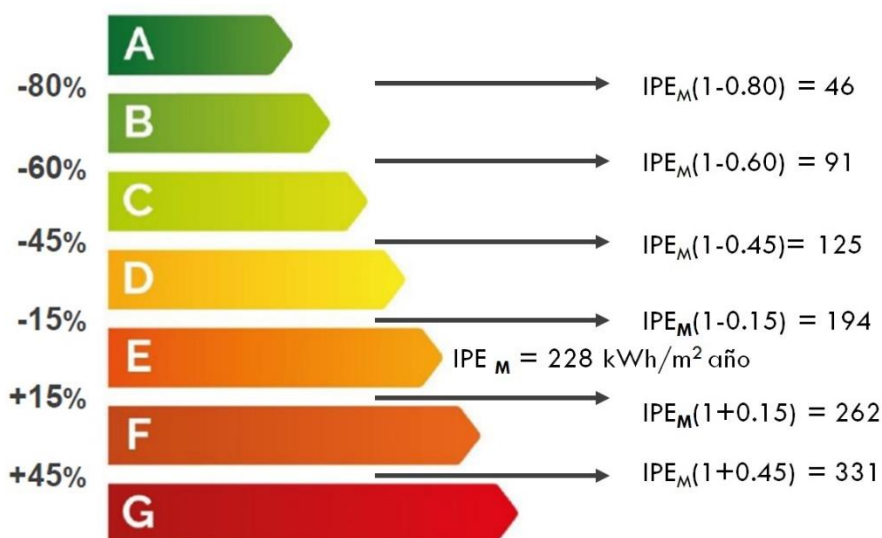


Figura 5.1. Criterio de la Secretaría de Energía para la construcción de la escala de una etiqueta para la prueba piloto CABA. [IPE_M] = kWh/m² año

Finalmente, en la Figura 5.2 se presenta la distribución de las viviendas relevadas por nivel, siguiendo este criterio. También se incluye el desglose del requerimiento de energía primaria para Calefacción, Refrigeración, ACS e Iluminación.

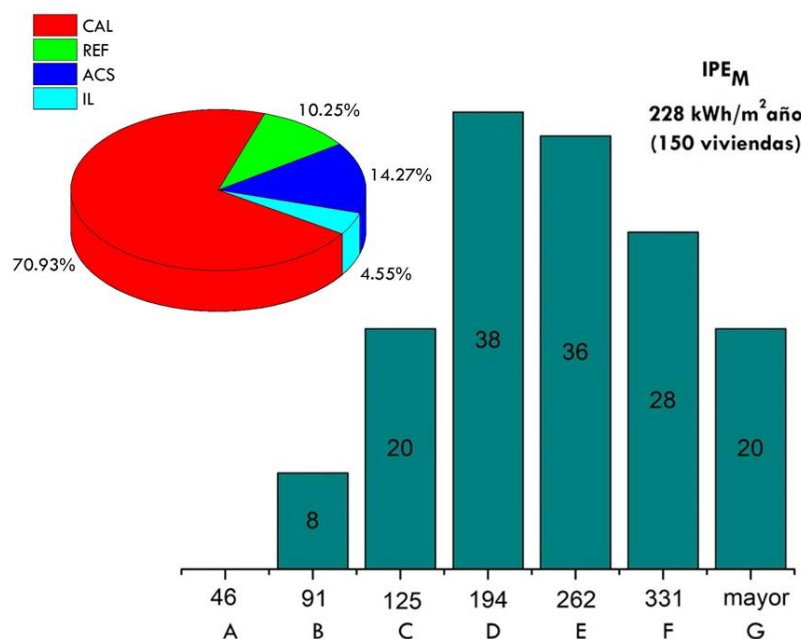


Figura 5.2. Distribución de las viviendas por etiqueta elaborada para la prueba piloto CABA y desglose del requerimiento de energía primaria para Calefacción, Refrigeración, ACS e Iluminación (150 viviendas)

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS PROMEDIO POR TIPOLOGÍA DE VIVIENDA

Del análisis de la Tabla 5.1 se obtienen los siguientes resultados:

- El valor promedio del Índice de Prestaciones Energéticas en base a las 150 viviendas relevadas, resultó 228 kWh/m²año. Con este valor se construyó la escala de la etiqueta energética asociada a la prueba Piloto de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, usando el criterio de la Secretaría de Energía.
- Los requerimientos específicos de energía primaria para calefacción, refrigeración, ACS e iluminación resultaron: 162 kWh/m²año (70.93%), 23.4 kWh/m²año (10.25%), 32.6 kWh/m²año (14.27%) y 10.4 kWh/m²año (4.55%), respectivamente. Estos valores resultaron del mismo orden de magnitud que los obtenidos en los Pilotos de Rosario y Santa Fe.
- El Índice de Prestaciones Energéticas para las tipologías de viviendas colectivas resultó del orden de 300 kWh/m²año para los departamentos de pasillo en PH y último piso y del orden de 200KWh/m²año para departamentos de piso intermedio.
- El índice de Prestaciones Energéticas correspondiente a viviendas unifamiliares resultó del orden de 240 kWh/m²año, lo cual resulta un 20% más elevado que el de Departamentos de Piso Intermedio.
- La transmitancia media de paredes (2.0 W/m²K), cubiertas (2.2 W/m²K) y aberturas (4.1 W/m²K) excede ampliamente los valores que actualmente establece el Código de Edificación, Ley 6100/2018.
- El promedio del factor de intercambio térmico medio es bajo ($b_{tr}= 0.4$) debido a que la tipología con más recurrencia es la de Departamento de piso intermedio.
- El rendimiento equivalente promedio de los equipos activos para calefacción ($\eta=0.83$) resulta superior al de una estufa a gas de tipo balanceado Etiqueta A ($\eta= 0.71$), reflejando el uso combinado de equipos a gas y eléctricos.
- El rendimiento equivalente promedio de los equipos activos para refrigeración (COP=2.75) resulta intermedio entre el de un aire acondicionado de clase D tipo Split (COP=2.70) y uno de clase C tipo Split (COP= 2.90).
- El rendimiento promedio de los equipos activos para ACS ($\eta= 0.59$) corresponde al de un calefón convencional Etiqueta E ($\eta=0.59$).

7. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DESGLOSADOS POR VIVIENDA

Para la evaluación del desempeño energético de las viviendas, se desarrollaron criterios con escalas de alerta confeccionando un informe individual que condensa la información más relevante que se obtiene del cálculo del IPE Mediante un código de colores (rojo, amarillo o verde) se realizaron recomendaciones preliminares para orientar posibles mejoras.

Las variables para analizar el desempeño energético de las viviendas se listan en la Tabla 7.1.

Variable	Descripción
$\left(\frac{EPI}{EU;I/AU}\right)$	Req. Específico de Energía Primaria para calefacción en Invierno/ Req. Específico de Energía útil para calefacción en Invierno
$\left(\frac{ESV}{EU;V/AU}\right)$	Req. Específico de Energía Secundaria para refrigeración en Verano/ Req. Específico de Energía útil para refrigeración en Verano
$\left(\frac{EPACS}{EU;ACS/AU}\right)$	Req. Específico de Energía Primaria para producción de ACS/ Req. Específico de Energía útil para producción de ACS
γ_{inv}	Relación entre aportes y pérdidas térmicos
$(\eta_{gr} \gamma_{inv})$	Fracción del requerimiento obtenido de aportes gratuitos para el invierno
γ_{ver}	Relación entre aportes y dispersiones térmicos
$(\eta_{disp}/\gamma_{ver})$	Fracción del requerimiento evitado por dispersiones térmicas para el verano
Km, paredes [W / m ² K]	Transmitancia media de paredes
Km, cubiertas [W / m ² K]	Transmitancia media de cubiertas
Km, aberturas [W / m ² K]	Transmitancia media de aberturas

Tabla 7.1. Variables para analizar el desempeño energético de las viviendas

Definición del rango de alertas para el rendimiento/COP de sistemas activos

Para determinar los rangos de variación de las variables $\left(\frac{EPI}{EU;I/AU}\right)$, $\left(\frac{ESV}{EU;V/AU}\right)$ y $\left(\frac{EPACS}{EU;ACS/AU}\right)$ se tuvieron en cuenta los rendimientos de los equipos activos disponibles en el Aplicativo Nacional para Etiquetado de Viviendas y mediante histogramas de frecuencias se determinó el rango de valores que estas variables asumieron en la prueba piloto CABA.

Tomando el factor de conversión del vector energético $f_p = 1.25$ para gas de red y $f_p = 3.3$ para energía eléctrica, se determinaron los rangos de valores posibles para cada equipo y se propusieron las escalas de alerta como se muestran en la Tabla 7.2.

	Calefacción	Refrigeración	ACS
	$\left(\frac{EPI}{EU;I/AU}\right) \leq 1.5$	$\left(\frac{ESV}{EU;V/AU}\right) \geq 3.3$	$\left(\frac{EPACS}{EU;ACS/AU}\right) \leq 2.2$
	$1.5 < \left(\frac{EPI}{EU;I/AU}\right) < 2.5$	$2.5 < \left(\frac{ESV}{EU;V/AU}\right) < 3.3$	$2.2 < \left(\frac{EPACS}{EU;ACS/AU}\right) < 2.5$
	$\left(\frac{EPI}{EU;I/AU}\right) \geq 2.5$	$\left(\frac{ESV}{EU;V/AU}\right) \leq 2.5$	$\left(\frac{EPACS}{EU;ACS/AU}\right) \geq 2.5$

Tabla 7.2: Escalas de alertas para calefacción, refrigeración y ACS

Definición del rango de alertas para los factores γ_{inv} , γ_{ver} , $\eta_{gr} \gamma_{inv}$ y η_{disp}/γ_{ver}

Para definir el rango de valores para el criterio de alerta a las viviendas se procedió de la siguiente forma, primero se realizó un histograma de frecuencia para determinar el rango real de las variables, resultando: $(0.073 \leq \eta_{gr} \gamma_{inv} < 0.7575)$ y $(0.45 \leq \eta_{disp}/\gamma_{ver} < 1)$. Luego, se estableció una correspondencia entre estas variables y una variable adimensional Z ($0 \leq Z \leq 1$) mediante una relación función elegida a priori. El criterio de alerta resultante muestra en la Tabla 7.3.

	$(0.66 < Z \leq 1)$
	$(0.33 < Z \leq 0.66)$
	$(0 \leq Z \leq 0.33)$

Tabla 7.3. Escala de alertas para la variable adimensional Z

Definición del rango de alertas para las transmitancias medias

En este caso se tomaron los valores límites de transmitancias admisibles para paredes, techos y para aberturas establecidos por el **Código de Edificación**, Ley 6100/2018. Los rangos definidos se muestran en la Tabla 7.4.

	Paredes	Cubiertas	Aberturas
	$K_{\max} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$	$K_{\max} = 0.48 \text{ W/m}^2\text{K}$	$K_{\max} = 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$
	$(K_m \leq 1)$	$(K_m \leq 0.48)$	$(K_m \leq 2.8)$
	$(1 < K_m < 2)$	$(0.48 < K_m < 1)$	$(2.8 < K_m < 4.3)$
	$(K_m \geq 2)$	$(K_m \geq 1)$	$(K_m \geq 4.3)$

Tabla 7.4. Escala de alertas para las transmitancias media de la envolvente. $K_m = [\text{W/m}^2\text{K}]$ **8. RECOMENDACIONES DE MEJORAS SEGÚN ALERTAS**

El objetivo del código de alertas propuesto es ayudar a los profesionales en la interpretación de la información generada por el cálculo del IPE. Tiene asociado un conjunto de recomendaciones preliminares en relación a los aspectos que el profesional debería revisar para analizar posibles mejoras tendientes a disminuir el valor del IPE. Estas recomendaciones se listan en la Tabla 8. 1.

Variable de análisis	Código de color	Recomendación
Calefacción		Mejorar el rendimiento/COP de los sistemas activos.
Refrigeración		Mejorar el rendimiento/COP de los sistemas activos.
ACS		Mejorar el rendimiento/COP de los sistemas activos.
$(\eta_{gr} \nu_{inv})$		Mejorar gestión de aportes solares (uso de protecciones móviles, aleros) Mejorar aislación de paredes, cubiertas y aberturas. Revisar infiltraciones (tipo y estado de aberturas, áreas de fuga)
$(\eta_{disp} / \nu_{ver})$		Mejorar gestión de aportes solares (uso de protecciones móviles, aleros) Mejorar ventilación natural (simple, intermedia, cruzada)
K_m paredes		Mejorar el nivel de aislación de las soluciones constructivas de paredes para reducir K_m
K_m cubiertas		Mejorar el nivel de aislación de las soluciones constructivas de cubiertas para reducir K_m
K_m aberturas		Sustituir o adecuar aberturas e incorporar el uso de protecciones móviles para reducir K_m

Tabla 8.1: Recomendaciones preliminares asociadas a las alertas.

9. INFORMACION DISPONIBLE DE CADA VIVIENDA

La información de cada vivienda se encuentra disponible en los siguientes archivos:

- Ficha de entrega: Como parte de la información se encuentran las adyacencias y orientación.
- Detalle del relevamiento: Se lista la solución constructiva, adyacencia y orientación de cada elemento de la envolvente.
- Cálculo del IPE: Incluye el balance del requerimiento final de energía, el IPE y el desglose por prestación energética y aporte de energías renovables si los hubiere. Además, para cada mes, se lista para cada elemento de la envolvente su transmitancia térmica, coeficiente de intercambio térmico por transmisión, ganancias solares y pérdidas por transmisión.

APrA suministró un link en Drive donde puede accederse a una carpeta por vivienda identificada con el ID correspondiente conteniendo los archivos mencionados. Se destaca que estos archivos no son públicos, por lo que, a partir de la entrega de los mismos, el uso y manejo de esta información es responsabilidad de APrA y Secretaría de Energía.

El informe individual del desempeño energético de cada vivienda fue suministrado al profesional correspondiente para presentarlo al propietario/inquilino de la vivienda relevada a los efectos de evaluar la factibilidad de las posibles mejoras a implementar.

10. ANÁLISIS DE PROTOTIPOS DE VIVIENDAS

Se desarrolló un estudio complementario cuyo objetivo fue el análisis detallado de las tipologías departamento en piso intermedio (con una representatividad del 62 %) y departamento en pasillo tipo PH (con una representatividad del 8,7 %). La Tabla 10.1 muestra las dimensiones características de ambas tipologías.

El estudio para realizar el mejoramiento de los prototipos de viviendas se realizó en función a las nuevas exigencias del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en el Código de Edificación las cuales son exigibles para edificaciones de más de 1000m²

	Departamento de Piso Intermedio	Departamento de Pasillo PH
Superficie	56 m ²	72 m ²
Área de la envolvente	201,99 m ²	254 m ²
Volumen climatizado	140 m ³	180 m ³
Altura Pared	2,5 m	2,5 m
Área total de Paredes	90 m ²	110 m ²

Tabla 10.1. Detalle de medidas del Departamento de Piso Intermedio y Departamento de Pasillo PH.

DEPARTAMENTO DE PISO INTERMEDIO

En el Aplicativo Informático de Etiquetado de Viviendas de la Secretaría de Energía de la Nación se cargaron 4 casos de un departamento de piso intermedio de 56 m² (superficie promedio de esta tipología relevada en el piloto de etiquetado de viviendas realizado en la Ciudad de Buenos Aires (ver Tabla 5.1, columna 3). Dichos casos se presentan en la Tabla 10.2.

Para el caso base, se consideraron las materialidades de la envolvente de un departamento de la media de su tipo según los resultados obtenidos en el piloto y se le incorporaron sistemas activos de peor eficiencia energética. Para la tipología de departamento de piso intermedio

no se va a evaluar el Caso 1 ya que este tiene que ver con la intervención de la cubierta. En el caso de los departamentos de piso intermedio, el Aplicativo Informático de la Secretaría de Energía de la Nación no considera intercambio térmico en la cubierta ni en el solado en el caso de que estos sean adyacentes a espacios climatizados. Se definió este tipo de adyacencia en los 4 casos, por lo que no se realizó ninguna intervención en las cubiertas. Además no se consideraron obstáculos y se eligió la orientación norte para la vivienda.

Caso Base	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
		Mejorar la aislación del sistema constructivo en Muros		
		Sustituir Aberturas		
			Mejora Eficiencia Energética en Sistemas Activos	
				Instalación de Energías Renovables

Tabla 10.2. Casos de mejora modelados en tipología departamento de piso intermedio.

Los resultados obtenidos en las sucesivas intervenciones muestran las reducciones en el requerimiento energético de la vivienda en la Tabla 10.3.

	Caso Base	Caso 2	Caso 3	Caso 4
IPE [kW/m ² año]	283	129	83	0
Ahorro (con respecto al caso base)	0%	54%	70%	100%
Escala	F	D	B	A
EPI [kW/m ² año]	170	19	5	5
EPV [kW/m ² año]	32	29	22	22
EPACS [kW/m ² año]	77	77	52	52
Δ IPE [kW/m ² año] (con respecto al caso anterior)	0	-154	-46	-83
Km, muros [W/m ² K]	1,88	0,36	0,36	0,36
Km, aberturas [W/m ² K]	5,82	2,97	2,97	2,97
Ahorro [kCO ₂ /m ² año]	0	52	68	96

Tabla 10.3. Variables de salida del Aplicativo Informático de Etiquetado de Viviendas

DEPARTAMENTO PASILLO PH

En el Aplicativo Informático de Etiquetado de Viviendas de la Secretaría de Energía de la Nación se cargaron 5 casos de tipo pasillo PH 72 m² (superficie promedio de esta tipología relevada en el piloto de etiquetado de viviendas realizado en la Ciudad de Buenos Aires (ver Tabla 5.1, columna 1). Dichos casos se presentan en la Tabla 10.4.

El procedimiento para definir el caso base fue análogo al departamento de piso intermedio considerando los valores medios obtenidos en la prueba piloto para esta tipología.

Como se trata de un departamento de tipo pasillo PH con cubierta al exterior, se consideró en el Caso 1 la mejora de la aislación del sistema constructivo en cubiertas de forma exclusiva para evaluar los impactos que esta tiene en el requerimiento de energía.

Los resultados obtenidos en las sucesivas intervenciones muestran las reducciones en el requerimiento energético de la vivienda en la Tabla 10.5.

Caso Base	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
	Mejorar la aislación del sistema constructivo en Cubiertas			
		Mejorar la aislación del sistema constructivo en Muros		
		Sustituir Aberturas		
			Mejora Eficiencia Energética en Sistemas Activos	
				Instalación de Energías Renovables

Tabla 10.4. Casos de mejora modelados en tipología departamento de tipo pasillo PH.

	Caso Base	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
IPE [kW/m ² año]	388	234	168	97	0
Ahorro (con respecto al caso base)	0%	40%	57%	75%	100%
Escala	G	E	D	C	A
EPI [kW/m ² año]	235	110	47	11	11
EPV [kW/m ² año]	77	48	43	33	33
EPACS [kW/m ² año]	74	74	74	50	50
Δ IPE (con respecto al caso anterior)	0	-154	-66	-71	-97
Km, cubiertas [W/m ² K]	2,15	0,27	0,27	0,27	0,27
Km, muros [W/m ² K]	1,47	1,47	0,34	0,34	0,34
Km, aberturas [W/m ² K]	5,82	5,82	2,97	2,97	2,97
Ahorro [kCO ₂ /m ² año]	0	52	75	99	132

Tabla 10.5. Variables de salida del Aplicativo Informático de Etiquetado de Viviendas.

COSTOS ASOCIADOS POR INTERVENCIÓN

Para cuantificar las intervenciones propuestas, se obtuvieron los costos de los insumos y materiales de la Revista Vivienda Edición 697 de Agosto 2020, no se contemplan permisos, honorarios profesionales, costos logísticos; fletes e izado de materiales que pueden llegar a variar según el caso.

El análisis fue hecho en pesos argentinos. Para realizar un análisis comparativo en el futuro, se tomó también como referencia los insumos en dólares tomando el tipo de cambio oficial al 18/08/2020 BNA 77,5\$/USD.

El análisis de costo-efectividad se basó en tres indicadores:

- \$ Pesos invertidos / IPE Ahorrado
- USD invertido / IPE Ahorrado
- USD invertido / [kCO₂/ m²año] Evitado

El indicador de USD invertido / $[\text{kCO}_2/\text{m}^2\text{año}]$ Evitado fue calculado teniendo en cuenta el factor de emisión de la red eléctrica de 0,34 kCO_2/kWh (este valor fue sacado del Balance Energético Nacional del año 2016 el cual concuerda también con el Informe de Emisiones - Inventario de Gases de Efecto Invernadero Ciudad Autónoma de Buenos Aires 2015-2016).

En la Tabla 10.6 se presenta un análisis de costo – efectividad de los distintos casos de intervenciones propuestas para las tipologías analizadas, para poder concluir cual tuvo mayor incidencia a mejor costo.

Costo - Efectividad de las Intervenciones - Departamento de Piso Intermedio				
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
(2) \$ pesos/ IPE Ahorrados		\$ 1.084	\$ 1.149	\$ 1.286
(3) USD / IPE Ahorrados		\$ 14	\$ 15	\$ 16
(4) USD / $[\text{kCO}_2/\text{m}^2\text{año}]$ Ahorrados		\$ 41	\$ 44	\$ 47
Costo - Efectividad de las Intervenciones - Departamento de Pasillo PH.				
	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
(2) \$ pesos/ IPE Ahorrados	\$ 205	\$ 934	\$ 922	\$ 1.037
(3) USD / IPE Ahorrados	\$ 3	\$ 12	\$ 12	\$ 13
(4) USD / $[\text{kCO}_2/\text{m}^2\text{año}]$ Ahorrados	\$ 8	\$ 35	\$ 35	\$ 38

(2) Pesos por cada punto de Índice de Prestaciones Energéticas ahorrado

(3) USD por cada punto de Índice de Prestaciones Energéticas ahorrado

(4) USD por cada punto de $[\text{kCO}_2/\text{m}^2\text{año}]$ ahorrado

Tabla 10.6. Análisis de Costo – Efectividad de las Intervenciones Propuestas para Departamento de Piso Intermedio y Departamento de Pasillo PH.

11. ENCUESTAS A PROPIETARIOS/INQUILINOS Y PROFESIONALES

PERCEPCIÓN DE LOS BENEFICIOS DEL ETIQUETADO ENERGÉTICO DE VIVIENDAS EN CABA

Para poder capitalizar las experiencias por parte de los propietarios e inquilinos que proporcionaron sus viviendas para la realización de este piloto, se realizó una encuesta de “Percepción de Beneficios”. Esta encuesta permitió no solo poder identificar las razones que motivaron a los propietarios/inquilinos a proporcionar su vivienda como parte del piloto, sino también el nivel de información que manejan en referencia a la temática.

SATISFACCIÓN A LOS PROFESIONALES PARTICIPANTES DEL PILOTO EN CABA

En la finalización de las actividades del piloto, se les proporcionó a los profesionales una encuesta de satisfacción para poder evaluar los procesos, canales y talleres realizados en el marco del Piloto de Etiquetado de Viviendas en la Ciudad de Buenos Aires. Dicha encuesta, fue suministrada por la Secretaría de Energía con el fin de contrastar la misma con el resto de los pilotos que forman parte del Programa de Etiquetado de Viviendas a nivel nacional.

CONCLUSIONES FINALES

Respecto del parque de viviendas y cálculo de IPE

Como consecuencia de las restricciones impuestas por el aislamiento social preventivo y obligatorio en el marco del COVID-19, se alcanzó a relevar el 75% de las viviendas objetivo de la prueba piloto (200). La distribución del parque de viviendas colectivas relevadas resultó similar al original, mientras que el parque de viviendas unifamiliares se redujo a más de la mitad (47 a 20 unidades).

De las 150 viviendas, 130 (87%) son colectivas y 20 (13%) unifamiliares. Se alcanzó el objetivo de contar con viviendas en todas las comunas de CABA. Dentro del parque de viviendas colectivas, la tipología de mayor ocurrencia es el Departamento de Piso Intermedio (93, 62%) localizados en las comunas de mayor nivel socioeconómico, seguido del Departamento de último piso (21, 14%) y Departamento de pasillo en PH (13, 8.7%). Se cuenta con 20 viviendas unifamiliares siendo la tipología de mayor ocurrencia la casa adosada de dos o más plantas (8, 5.3%).

Se obtuvo el valor promedio del Índice de Prestaciones Energética en base a las 150 viviendas relevadas, resultando 228 kWh/m²año. Con este valor se construyó la escala de la etiqueta energética para la prueba piloto de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, usando el criterio de la Secretaría de Energía. Esta etiqueta representa el primer paso en la construcción de una escala definitiva para CABA.

Los requerimientos específicos de energía primaria para calefacción, refrigeración, ACS e iluminación resultaron: 162 kWh/m²año (70.93%), 23.4 kWh/m²año (10.25%), 32.6 kWh/m²año (14.27%) y 10.4 kWh/m²año (4.55%), respectivamente. Estos valores resultaron del mismo orden de magnitud que los obtenidos en los Pilotos de Rosario y Santa Fe.

La transmitancia media de paredes (2.0 W/m²K), cubiertas (2.2 W/m²K) y aberturas (4.1 W/m²K) excede ampliamente los valores que actualmente establece el Código de Edificación, Ley 6100/2018.

El promedio del factor de intercambio térmico medio resultó $b_{tr}=0.4$, debido a que la tipología con más recurrencia fue la de departamento de piso intermedio.

Se desarrollaron criterios con escalas de alerta para la evaluación del desempeño energético de las viviendas confeccionando un informe individual que condensa la información más relevante que se obtiene del proceso de etiquetado. Mediante un código de colores (rojo, amarillo o verde) se realizaron recomendaciones preliminares para orientar posibles mejoras.

Este informe individual está disponible para que cada profesional pueda presentar al propietario/inquilino de la vivienda relevada a los efectos de evaluar la factibilidad de las posibles mejoras a implementar.

Respecto al etiquetado de viviendas a nivel internacional

En relación a las experiencias de Etiquetado de Viviendas a nivel internacional analizadas en el Producto 2 de esta consultoría se pueden realizar las siguientes observaciones:

Los indicadores de eficiencia energética y los procedimientos definidos y desarrollados en cada país son diferentes, por lo tanto la comparación en términos absolutos no brindará información sustantiva. No obstante se muestran algunas comparaciones como un abordaje preliminar.

En el caso de Chile, se emplea como indicador una estimación teórica de la demanda (=equivalente a la energía útil) de energía para calefacción, enfriamiento, agua caliente sanitaria e iluminación) cuyo valor promedio es de 212 kWh/m²año, 81% más elevado que el valor de energía útil obtenido para CABA de 117 kWh/m²año. Además emplea como un indicador complementario, la calificación de consumo energético por el consumo de energía en calefacción, agua caliente sanitaria, iluminación y ventilación teniendo en cuenta el rendimiento energético de los equipos, tipo de energía primaria y aporte de energías renovables no convencionales (ERNCC) para calefacción, agua caliente sanitaria e iluminación y ventilación mecánica. En este caso el valor promedio resultó 355 kWh/m²año, el cual resulta 56% mayor que el valor promedio de requerimiento específico de energía primaria para CABA de 228 kWh/m²año.

En relación a Brasil actualmente no es posible establecer una comparación en relación al requerimiento promedio obtenido para CABA de 228 kWh/m²año ya que los indicadores empleados para evaluar la eficiencia energética de las viviendas residenciales son los °C/año (grados hora refrescamiento natural) y el consumo relativo para calefacción en kWh/m²año, los cuales se traducen en equivalentes numéricos ponderados para establecer una escala de etiquetas entre A y E. Dado que no es obligatoria la certificación de viviendas residenciales, solos se han registrado aquellas que han obtenido una etiqueta A o B.

En el caso de España, a los efectos de realizar una comparación se tomó el consumo promedio de energía primaria que corresponde a una etiqueta tipo E para Madrid. Según la publicación “Escala de calificación energética - Edificios Existentes”, emitido por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, España, IDAE (2011), el valor es 238kWh/m²año. Este consumo incluye calefacción, refrigeración y ACS y resulta similar al requerimiento específico medio de energía primaria obtenido para CABA.

Respecto del análisis de prototipos de viviendas

Del análisis de este estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Mediante la mejora de los sistemas pasivos (aislación en muros, mejor en aberturas y aislación en cubiertas para el departamento de pasillo PH) se puede obtener una letra D en la escala propuesta para el Piloto de Etiquetado de Viviendas de la Ciudad de Buenos Aires.

La intervención con mayor costo – efectividad para el departamento de piso intermedio está dada en el Caso 2. Esta relación viene dada por el costo de las intervenciones y al potencial de mejora

La intervención con mayor costo – efectividad para el departamento de pasillo PH está dada en el Caso 1, mejora de la cubierta. Esta relación viene dada por el costo de las intervenciones y el potencial de mejora.

Aplicando las exigencias del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires en el Código de Edificación Ley 6100/2018 se llega en las intervenciones de ambas tipologías a una letra D en la escala propuesta para el Piloto de Etiquetado de Viviendas de la Ciudad de Buenos Aires sin tener que modificar los sistemas activos.

Como era de esperarse, para alcanzar los niveles más altos en la escala propuesta se deberá requerir de una mayor inversión en relación con ahorros esperados.

Respecto del desempeño de los profesionales

Este equipo consultor percibió un gran interés, involucramiento y convicción respecto del Programa Nacional de Etiquetado de Vivienda por parte de los profesionales que eligieron

participar. Dicho factor humano ha sido esencial para el éxito de esta prueba piloto. Además es importante destacar el compromiso respondiendo favorablemente a la reprogramación de las actividades y la predisposición para proponer nuevas viviendas, visto las dificultades para el desarrollo profesional impuestas por el COVID-19.

La revisión de las fichas de la primera entrega permitió constatar que el 44.58 % de las fichas recibidas no cumplían con los lineamientos. Además la revisión de la carga de datos permitió detectar algunos errores recurrentes de los profesionales. Esto sugiere la necesidad de reforzar algunos contenidos y conceptos durante los cursos de capacitación sobre el etiquetado de vivienda desarrollado por la Secretaría de Energía.

Las restricciones impuestas por el COVID-19 impidieron trabajar en talleres presenciales previo a la primera entrega, dificultando la evacuación de dudas de los profesionales respecto del proceso de etiquetado. Buscando subsanar las falencias detectadas se realizó un taller sobre conceptos avanzados en el que se discutieron como subsanar los errores encontrados previamente.

Conclusiones de la Encuesta Percepción y de la Encuesta de Satisfacción

De la encuesta de percepción de beneficios se puede concluir en primera instancia la necesidad de realizar una campaña de concientización al ciudadano de la Ciudad de Buenos Aires ya que como se puede ver en los resultados de la Pregunta 1 el 39% no tiene conocimiento del Etiquetado de vivienda y tampoco de sus beneficios.

Por otro lado, para aquellos que están en conocimiento de los beneficios del etiquetado buscan un “beneficio económico” como una reducción de tasas o impuestos y la valoración de la propiedad en el mercado inmobiliario que los incentive a realizar el etiquetado de su vivienda y la posterior mejora para obtener una calificación superior.

También, se hace notar la necesidad de un vehículo como pueden ser “créditos verdes” para la posible realización de la mejora.

Independientemente de la reprogramación de actividades debido al contexto actual, de la Encuesta de Satisfacción se puede detectar una gran aceptación por parte de los profesionales en la ejecución de los talleres virtuales. Se puede percibir un alto grado de satisfacción con los contenidos y los docentes que han dictado los talleres del piloto.

Se destaca en los comentarios la posibilidad que han tenido de poder contar con las grabaciones de los talleres para aquellos profesionales que no pudieron participar del taller o los que lo quieran volver a ver para repasar conceptos.

Por otro lado, también hubo un alto grado de satisfacción en las respuestas otorgadas en los distintos canales de contacto, pero hay varios profesionales que piden un único canal de contacto para las consultas y un sistema ágil de preguntas frecuentes.

También, hay que remarcar la necesidad de diferenciar a futuro la remuneración en función a la complejidad del relevamiento según la tipología y su superficie, ya que a medida que estas dos incrementan le insumen más tiempo de trabajo al profesional. Se remarca en los comentarios realizados por los profesionales y también se pudo percibir esta diferencia en las tipologías postuladas y relevadas, ya que se obtuvieron significativamente más viviendas multifamiliares que unifamiliares independientemente de la representatividad del parque de viviendas en la Ciudad de Buenos Aires.

BIBLIOGRAFIA

España

Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Ministerio de la Presidencia. «BOE» núm. 89, de 13 de abril de 2013. Referencia: BOE-A-2013-3904

“Escala de calificación energética. Edificios Existentes“, emitido por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, España, IDAE (2011).

<http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos>

<https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>

<https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/grupos-de-trabajo-y-seminarios/red-parques-nacionales/ahorro-eficiencia-energetica-red-parques-2.aspx>

Chile

<https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/MANUAL-DE-PROCEDIMIENTOS-CALIFICACION-ENERGICA-DE-VIVIENDAS-EN-CHILE.pdf>

https://portal.ondac.com/601/articles-151281_recurso_1.pdf

Brasil

Informe Nacional de Monitoreo de Eficiencia Energética de Brasil. Empresa de Pesquisa Energética del Gobierno del Brasil. 2015

<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/38863>

<http://www.inmetro.gov.br/>

<http://www.pbeedifica.com.br/>

http://www.procelinfo.com.br/etiquetagem_edificios

Reunión de Trabajo CT. Presentación del Método para Edificios Residenciales).

<http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Me%CC%81todo%20residencial%20-%20CT%20Inmetro.pdf>

<http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/2018-09-25-INI-R%20-%20Vers%C3%A3o02.pdf>

<http://cb3e.ufsc.br/etiquetagem/desenvolvimento/atividades-2012-2016/trabalho-1/pesquisas>

Argentina

https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/constitucion_de_la_ciudad_-_monica_freda.pdf

https://documentosboletinoficial.buenosaires.gob.ar/publico/ck_PL-LEY-LCABA-LCBA-6099-18-5526.pdf

https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/decreto_reglamentario_99-2019_0.pdf

<https://www.argentina.gob.ar/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-edificaciones/etiquetado-de-viviendas>

Segunda Jornada Nacional de Etiquetado de Viviendas.

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/se-realizo-la-segunda-jornada-nacional-de-etiquetado-de-viviendas>

Instituto de Políticas Públicas para Buenos Aires: I-Ciudad: Informe Índice de Bienestar Urbano 2017

<https://www.iciudad.org.ar/indicebienestar/descargas/informe/>