



## AHORRO DE ENERGÍA EN EL SECTOR RESIDENCIAL. SU CONTRIBUCIÓN A LA DISMINUCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI).

**E. Rosenfeld (1); G. San Juan (1); C. Discoli (1); I. Martini (1); C. Ferreyro (2); D. Barbero (1);  
B. Brea (3); M. Melchiori (3); G. Viegas(3); L. Dicroce(3); J. Ramirez Casas(4)**  
(1) Investigador CONICET, UI2, Instituto de Estudios del Hábitat, FAU-UNLP;  
(2) Investigador UNLP, UI2, Instituto de Estudios del Hábitat, FAU-UNLP;  
(3) Becario CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.  
(4) Becario ANPCyT, Agencia nacional de Promoción de Ciencia y Tecnología;

### RESUMEN

En este trabajo se exponen los resultados de las tareas realizadas en cumplimiento del contrato “C1 Medidas de eficiencia energética. Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”. Las actividades encomendadas comprendieron: el análisis de la matriz energética por fuentes para el período 2000/2004; el diagnóstico del consumo de energía en los sectores Residencial, Comercial y Público e Industrial; el análisis de Programas y Proyectos de promoción de la eficiencia energética (EE) y elaborar un portafolio de medidas y programas que, desde el lado de la demanda, se consideraron pertinentes como estrategias para disminuir el consumo energético y lograr una reducción en la emisión de gases efecto invernadero (GEI). Se sintetizan los aspectos relativos al ahorro energético en el sector residencial, a partir del portafolio de medidas de mitigación propuestas para la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) producidas por el consumo energético residencial. Luego de analizar la viabilidad de cada una de ellas, se plantea desarrollar algunas de las medidas más relevantes. Para reducir el consumo de gas, se trabajó en propuestas que intervengan en el mejoramiento de la envolvente de las viviendas; y para la energía eléctrica, se analizó el reemplazo de equipos de iluminación incandescente por equipos de bajo consumo y la sustitución progresiva de las heladeras por unidades etiquetadas. Se evaluaron los resultados potenciales de la aplicación de dichas medidas a partir de su posible implementación y se analizaron la participación de cada uno en el ahorro total.

Palabras clave: Uso Eficiente de Energía; Efecto invernadero; Sector Residencial

### ABSTRACT

**Propose:** This paper exposes the results of the work carried out in the “C1 Energetic Efficiency Measure. Validated Activities to the Argentine Second National Communication to the Framework Convention of the United Nations about Climate Change”. The committed activities included: the analysis of the energetic matrix by source for the period 2000/2004; the energy consumption diagnostic in the Residential, Commercial and Public and the Industrial sectors; the programs and energy efficiency projects analysis (EE) and the measurements and programs which, from the demand, were considered relevant as strategies to reduce the energy consumption and to obtain a reduction in the greenhouse gas emission effects (GGE). **Methodology:** The aspects related to energetic saving in the residential sector are synthesized from the mitigation measurements proposed for the Greenhouse Effect Emissions (G.E.E.) produced by the energetic residential consumption. After analyzing each measure, we propose to develop the main ones. In order to reduce the gas consumption, we have worked in alternatives which intervene in the improvement of housing enveloped. For electric energy, the replacement of incandescent illumination equipment for low consumption equipment and the progressive substitution of refrigerators for tag unities were analyzed. **Results:** The potentials results on the application of those measures were evaluated as well as its possible implantation. Finally stages were formulated simulating the measures.

**Keywords:** Energy Efficient Use, Greenhouse Effect, Residential Sector.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe consenso científico en relación al cambio climático a nivel mundial, el que se manifiesta en una significativa magnitud en el presente siglo. Este cambio es el resultado del aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos. Estos gases están reteniendo una porción creciente de radiación infrarroja terrestre los que se estima harán aumentar la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5 °C para fines del siglo XXI. Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren. Asociados a estos aumentos de temperatura y precipitaciones se prevén alteraciones en los ecosistemas globales, generándose además desequilibrios económicos mundiales.

Estas conclusiones han llevado a una reacción gubernamental mundial, por lo que 165 países reunidos en la Convención Marco sobre Cambio Climático (Nueva York, 1992), comenzaron a comprometerse para "estabilizar la concentración de gases invernadero en la atmósfera a niveles que eviten interferencias antrópicas con el sistema climático" con la meta de lograr para el año 2000 una reducción en las emisiones que las retrotraiga a los niveles de 1990.

Con posterioridad, y advirtiéndose el poco compromiso real adoptado por las naciones industrializadas, en el protocolo de Kyoto (1998) se establece una reducción de los GEI no inferior al 5% de los emitidos en 1990 para el período comprendido entre los años 2008 y 2012. Como parte de las políticas a aplicar para la consecución de las metas propuestas figuran el fomento de la eficiencia energética mediante reformas apropiadas en los sectores pertinentes de la economía nacional con el fin de promover políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero.

En este contexto y con motivo de la elaboración de la *Segunda Comunicación Nacional* de nuestro país a la Convención Marco sobre Cambio Climático se analizaron los programas y proyectos de promoción de la eficiencia energética, así como el comportamiento energético de los sectores residencial, público y de industria de la República Argentina. El estudio realizado permitió proponer una serie de medidas, a implementar en algunos casos y a profundizar y continuar con su desarrollo en otros, que posibilitaran una disminución del consumo de energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los resultados obtenidos dejan entrever una interesante posibilidad de ahorro de energía y emisiones con costos de inversión variables en función de las medidas y los sectores de aplicación. La Tabla 1 muestra las medidas implementadas para el uso eficiente de la energía discriminadas por fuente y sector de aplicación. Para que ello sea posible se entiende que deberá adecuarse el marco legal y normativo, así como hacerlo de efectivo cumplimiento.

Dado el vasto alcance de la tarea realizada, en el presente trabajo se exponen los aspectos relativos al ahorro energético en el sector residencial. En este contexto se caracterizó el sector residencial urbano en el marco de su diversidad edilicia y sus regiones geográficas. Según el Censo de 2001 (INDEC 2001), la población total del país totalizaba 35.923.907 habitantes alojados en 10.075.814 hogares. Del universo habitacional las casas representaban el 77,8% y el 15,8% eran departamentos y el 3,8% ranchos y casillas. Como es sabido de este universo en líneas generales sólo las casas y departamentos poseen un equipamiento energético doméstico completo (climatización, cocción, agua caliente, iluminación, etc.).

En cuanto al análisis de población por regiones de nuestro país, debe tenerse en cuenta que la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) concentraba el 31,3%; el resto de la provincia de Buenos Aires el 13,9%; el NEA el 11%; el NOA el 9,2%; la Patagonia el 4,7%; la región Centro el 19,5%; y Cuyo el 7,8%. (INDEC 2001)

Para el análisis de los hogares por regiones de nuestro país, debe tenerse en cuenta que la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA) concentraba el 33,8%; el resto de la provincia de Buenos Aires el 15,2%; el NEA el 11,2%; el NOA el 7,6%; la Patagonia el 4,7%; la región Centro el 20%; y Cuyo el 7,2%. (INDEC 2001)

Nº	MEDIDA	SECTOR	APLICACIÓN	FUENTE
1	Mejoramiento de la envolvente	Sector Residencial	50 % universo del país	GAS
2	Mejoramiento de la envolvente	Sector Residencial	10 % universo del país	
3	Mejoramiento de la envolvente	Sector Residencial	3,4 % crecimiento anual	
4	Mejoramiento de la envolvente	Sector Residencial	14 % crecimiento anual	
5	Mejoramiento de la envolvente	Plan Federal Viviendas- I	120.000 viviendas	
6	Mejoramiento de la envolvente	Plan Federal Viviendas- II	300.000 viviendas	
7	Mejoramiento de la envolvente	Sector Educación	Plan 700 escuelas	
8	Mejoramiento de la envolvente	Sector Educación	Total del país	
9	Sustitución equip. de ilumin.	Sector Salud Internación	Lámparas Fluorescentes Compactas	ELECTRICIDAD
10	Sustitución equip. de ilumin.	Sector educación	Lámparas Fluorescentes Compactas	
11	Sustitución equip. de ilumin.	Sub-sector Admnistrativo	Lámparas Fluorescentes Compactas	
12	Sustitución equip. de ilumin.	Sub-sector Administrativo	Lámparas Fluorescentes Compactas y TFT	
13	Sustitución equip. de ilumin.	Sub-sector Comercial	Lámparas Fluorescentes Compactas y TFT	
14	Sustitución equip. de ilumin.	Sub-sector Comercial	Lámparas Fluorescentes Compactas	
15	Sustitución equip. de ilumin.	Sub-sector Residencial	Lámparas Fluorescentes Compactas	
16	Sustitución equip. de ilumin.	Sub-sector Residencial	Lámparas Fluorescentes Compactas	
17	Sustitución equip. de ilumin.	Alumbrado Público	Lámparas de Sodio A. Público	
18	Sustitución equip. de ilumin.	Alumbrado Público	Lámparas de Sodio A. Público	
19	Etiquetado	Heladeras	Vida útil	
20	Etiquetado	Heladeras	Crecimiento anual	
21	PURE (Programa de Uso Racional de la Energía)	Sector Residencial y Comercial	Todo el país	Gas
22	PUREE (Programa de Uso Racional de la Energía Eléctrica)	Sector Residencial y SG	Empresas EDELAP, EDESUR y EDENOR	Elec.
23	Cogeneración en la industria	Sector Industrial	- Cogeneración a gran escala. - Potencial de cogeneración en industrias. - Instalación de sistemas de cogeneración	

**Tabla 1-** Síntesis de medidas de mitigación adoptadas.

Con respecto al consumo de energía, del total de hogares (10.075.814) en el año 2001, el 97,7% contaba con energía eléctrica, en tanto que hacia el año 2004 este porcentaje se redujo al 94,3% sobre un total de 10.305.711 hogares. La provisión de gas por red comprendió a 5.712.233 hogares (56,7%) en el 2001 y a 6.025.768 (58,4%) en el año 2004.

Con el objetivo de reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) producidas por el consumo energético residencial se propuso un portafolio de medidas de mitigación tendientes a lograr una mayor eficiencia en el uso de los vectores energéticos. Se exponen las magnitudes del ahorro energético esperado con la consecuente reducción de emisiones de gases efecto invernadero a partir de: i. mejoramiento de la envolvente en viviendas; ii. reemplazo de los equipos de iluminación incandescente por equipos de bajo consumo y iii. sustitución progresiva de las heladeras por unidades etiquetadas.

## ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN PARA EL SECTOR RESIDENCIAL

### 1. Mejoramiento de la envolvente en viviendas

Esta medida apunta al ahorro de gas natural destinado a calefacción mediante la mejora de la calidad térmica de la envolvente edilicia, en particular de techos y muros. Una acción de este tipo contribuye además a solucionar patologías constructivas y fundamentalmente a mejorar la calidad de vida de la población. Para su evaluación, se focalizó en el consumo asociado a la demanda de calefacción, la cual se consideró en forma global por provincia y en forma detallada a partir de las zonas bioambientales.

Para la estimación del consumo de gas destinado a la calefacción de viviendas por provincia, se trabajó a partir de resultados de investigaciones realizadas en el país sobre el consumo global de gas natural por hogar, discriminado por usos. Por ejemplo se tomó como indicador de referencia, para la provincia

de Buenos Aires y aledañas, el consumo de hogares del gran Buenos Aires para la década del 80 y del 90, cuya desagregación permitió establecer que un 42% del consumo de gas se destina a calefacción (ROSENFELD et al. 2003). A partir del mismo y con la información provista por los balances de ENARGAS, de gas facturado por usuario al año 2004, se infirió el consumo por usuario. Esta mecánica se implementó para el resto de las provincias en las que se contaba con información equivalente.

### *1.1. Estimación de consumo de gas para calefacción por región bioambiental.*

Con los valores obtenidos a partir del análisis de la estimación del consumo de gas en calefacción por región bioambiental se desarrolló un modelo con los datos provenientes de ENARGAS (año 2004), de consumo total por provincia y cantidad de usuarios residenciales conectados. Dicho modelo considera como variable independiente los grados día de calefacción en base 20° (GD<sub>20</sub>) para todas aquellas localidades con información sobre este indicador, proveniente de la Norma IRAM, y como variables dependientes la interpolación de isolíneas de GD<sub>20</sub> para aquellas localidades sin información medida para el período frío. En total se calcularon 512 localidades cabeceras de todos los partidos y departamentos de la totalidad de las provincias del país. El error estimado por provincia a partir del cálculo desagregado por localidad, es de +/- 5%. La información resultante corresponde a: Consumo ponderado por localidad (Mm<sup>3</sup>, 9300 Kcal/m<sup>3</sup>); Consumo por usuario conectado (Mm<sup>3</sup>/usuario); Consumo por usuario conectado (TEP/usuario); Consumo medio por provincia (M m<sup>3</sup>), emisiones de GEI (kg/TEP).

### *1.2. Escalas y escenarios de intervención*

En cuanto a la necesidad de regionalizar los consumos, las medidas de EE y las emisiones de GEI se utilizó un GIS a los efectos de la representación de los datos de consumo y emisiones asociados a información geo-referenciada, y el desarrollo de modelos de simulación para la cuantificación de indicadores e índices de consumo, ahorro y cálculo de emisiones, con lo cual se conforman “mapas” de consumo energético y emisiones globales de GEI para la República Argentina o para desagregaciones sectoriales: localidad, provincia o región. Esta metodología permite hacer operativos los datos, cuantificar y visualizar la información con un grado de desagregación importante, tanto a nivel local como territorial, detectando las áreas de mayor criticidad a partir de la utilización de indicadores globales (consumo/ m<sup>2</sup>; consumo/usuario, etc.) y emisiones de GEI, lo que permite apreciar la localización espacial del consumo energético del país.

El ahorro energético se calculó a partir de la realización de balances energéticos de los edificios en las diferentes localizaciones del país y en las distintas zonas bioambientales según Norma IRAM 11.603. Las medidas de reciclado edilicio con las cuales se calcularon las cargas térmicas y que determinaron los consumos de gas, se basan fundamentalmente en la mejora de las características tecnológicas de la envolvente edilicia, con la incorporación de aislación térmica en muros y techos, según lo establecido por la norma IRAM 11605, Categoría “B”<sup>1</sup>. Se determinaron para esta categoría los porcentajes de ahorro para cada zona bioambiental, los que pueden incrementarse con medidas adicionales o más rigurosas, algunas con inversión mediante, otras de costo “cero”, como es la modificación de patrones de uso o hábitos en el comportamiento.

Se evaluaron tres medidas de mitigación en el sector residencial formulándose distintas hipótesis en cada una de ellas. Las de mayor significación en relación a la eficiencia energética se exponen en este trabajo. La primera medida apunta al reciclado de viviendas existentes; la segunda medida involucrando el incremento del parque habitacional por aumento poblacional y la tercera a la implementación de criterios de conservación de la energía en el Plan Federal de Viviendas (PFV).

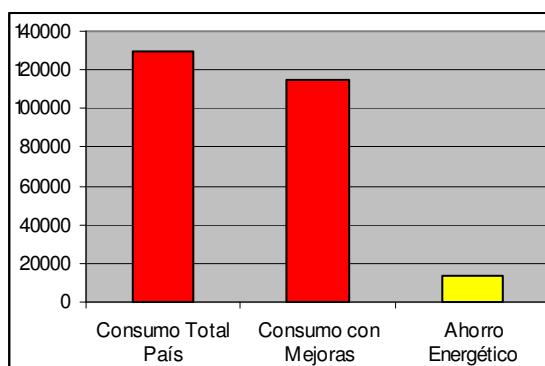
#### *a. Reciclado de viviendas existentes*

---

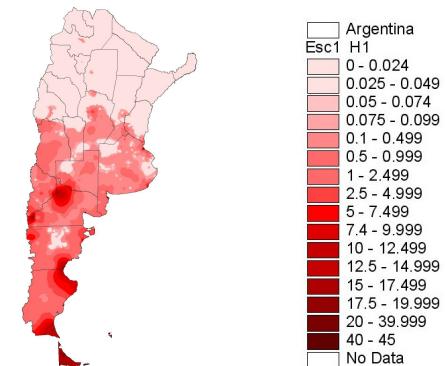
<sup>1</sup> La Norma IRAM 11605, establece tres niveles diferentes, los cuales corresponden en grado decreciente a condiciones de confort higrotérmico: Nivel A, Recomendado; Nivel B, Medio y Nivel C, Mínimo.

Esta medida plantea el reciclado por parte de los usuarios de sus viviendas. Para el cálculo del monto de obra (materiales y mano de obra) se consideró una tecnología tradicional y los costos unitarios a diciembre de 2005. En este caso no se contemplaron costos ni beneficios empresariales.

Considerando la implementación de las medidas propuestas sobre el 50% del universo de usuarios conectados a la red de gas de la totalidad del país (3.668.747), en función de los porcentajes de ahorro según medidas propuestas por zona bioambiental se estima un ahorro de 339.10 kTEP/año, correspondiendo al 10.71% del Consumo total destinado a calefacción. La Figura 1 muestra el consumo en gas para calefacción con mejoras, sin mejoras y el ahorro energético y la Figura 2 la distribución a nivel país de ese consumo. La Tabla 2, muestra los costos de las viviendas con y sin medidas de ahorro energético, los ahorros obtenidos tanto en consumo de energía como en emisiones de GEI.



**Figura 1.** Consumo de gas para calefacción. (TJ)



**Figura 2.** Consumo de gas por red para calefacción, nivel país. (TJ)

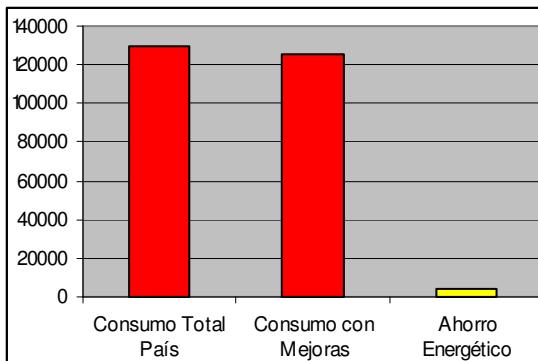
Cantidad Viviendas	Zona Bioclim.	Costo Original			Costo con Mejora			Consumo			Emisiones CO2		
		Total		Medida	Costo Total	Medida	Original	Mejorada	Ahorro	Original	Mejorada	Mitigac.	
		\$	\$										
36719	I	2056264000	157891700	2214155700	7,68	1,63	1.332	0,293	3831,04	3130,64	700,40		
215522	II	12069204000	926742450	12995946450	7,68	8,31	6.810	1,500	19531,25	16005,75	3525,50		
2424138	III	1,35752E+11	10423793400	146175521400	7,68	773,16	634,060	139,100	1817181	1490250	326930,96		
521900	IV	29226400000	2557310000	31783710000	8,75	420,25	344,605	75,640	987726,35	809935,61	177790,74		
414113	V	23190300000	2029151250	25219451250	8,75	103,98	70,710	33,270	244387,35	166191,86	78195,49		
56356	VI	3155908000	276141950	3432049950	8,75	241,37	152,070	89,300	567299,25	357414,74	209884,50		
3668747		2,0545E+11	16371030750	221820834750	7,97	1548,69	1209,587	339,103	3639956,69	2842929,10	797027,59		

**Tabla 2.** Costo de la inversión para las situaciones original y mejorada y ahorros obtenidos.

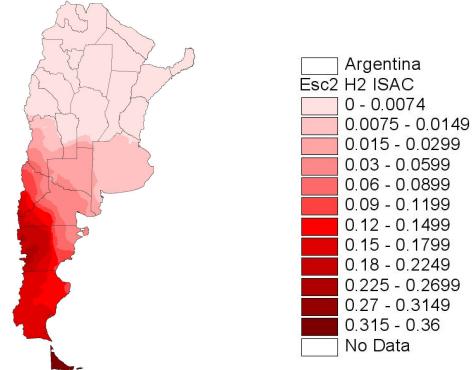
#### b. Viviendas a construir

Si consideráramos la implementación de las medidas propuestas a las viviendas que se incorporan anualmente al parque habitacional según el Índice Sintético de Actividad de la Construcción (14%) basado en la superficie a construir registrada por los permisos de edificación para obras privadas en una nómina representativa de 42 municipios, el ahorro estimado es de 92.88 kTEP/año, correspondiendo al 3 % del consumo total destinado a calefacción.

La Figura 3 muestra el consumo en gas para calefacción con mejoras, sin mejoras y el ahorro energético y la Figura 4 la distribución de esos consumos a nivel país. La Tabla 3, muestra la metodología de cálculo para la obtención de la inversión para las distintas situaciones y zonas geográficas.



**Figura 3.** Consumo de gas para calefacción. (TJ)



**Figura 4.** Consumo de gas por red para calefacción, nivel país. (TJ)

Cantidad Viviendas	Zona Bioclim.	Costo Original Vivi.	Costo con Mejora			Consumo			Emisiones CO2			
			Total	Medida	Costo Total	Medida	Ktep/año	Original	Mejorada	Ahorro	Original	
10281,32	I	719692400	71969240		791661640	10,00	0,46	0,373	0,082	1081,15	876,67	204,45
60346,02	II	4224221400	422422140		4646643540	10,00	2,33	1,908	0,413	5476,27	4484,43	991,84
678758,64	III	47513104800	4751310480		52264415280	10,00	216,48	179,682	36,803	508799,52	422312,07	86487,46
146132	IV	10229240000	1095990000		11325230000	10,71	117,67	96,409	21,260	276563,38	226593	49970,37
115951,5	V	8116605000	869636250		8986241250	10,71	29,11	19,798	9,317	68418,12	46531,84	21886,26
15779,54	VI	1104567800	118346550		1222914350	10,71	67,58	42,584	25,000	158835,33	100086,47	58748,86
1027249,02		71907431400	7329674660		79237106060	10,19	433,633	340,7532	92,880	1019173,77	800882,60	218291,17

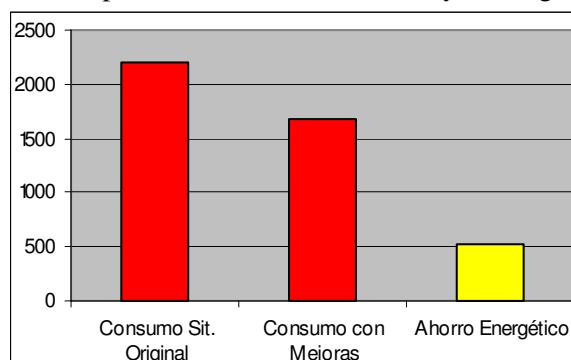
**Tabla 3.** Cálculo del costo incremental y de la inversión para las situaciones original y mejorada.

### c. Plan Federal de Viviendas.

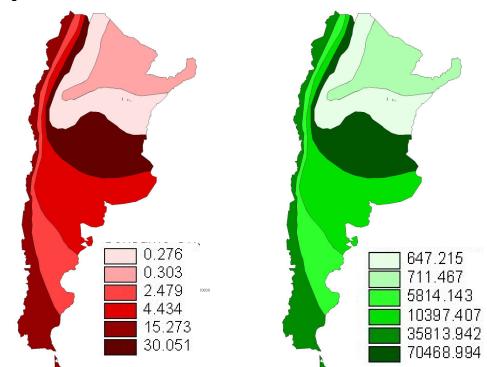
Esta medida está orientada al parque residencial correspondiente a población en situaciones socio-económicas medias y medias bajas. Actualmente en el país se ha lanzado a nivel nacional un Plan Federal de Construcción de Viviendas 1 (PFV 1) de interés social con 120.000 unidades y próximamente el PFV 2 involucrando 300.000 unidades, con lo cual comenzar a paliar el déficit histórico en este sector, así como incentivar la industria de la construcción, reconocida como motor económico. Esta medida aparece como una lógica viable, siempre y cuando se generen las posibilidades de que esta nueva construcción acomode su respuesta tecnológica a la normativa vigente (Norma IRAM 11605).

Para el PFV 1 se estima un ahorro de 12.61 kTEP/año, correspondiendo al 0.41% del Consumo total destinado a calefacción.

La Figura 5 muestra el consumo en gas para calefacción con mejoras, sin mejoras y el ahorro energético. La Figura 6 muestra los consumos a nivel país y las emisiones de CO2 correspondientes al Plan Federal de Viviendas 1. La Tabla 4, muestra la metodología de cálculo para la obtención de la inversión para las distintas situaciones y zonas geográficas y el costo incremental.



**Figura 5.** Consumo de gas para calefacción. (TJ)



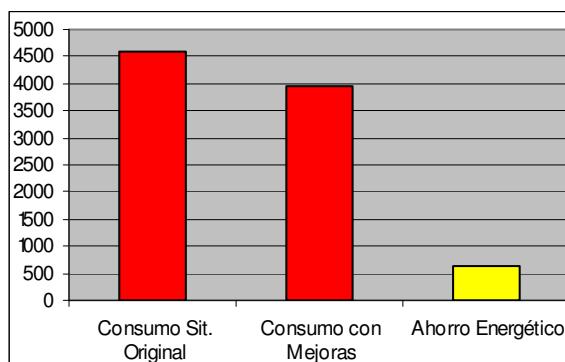
**Figura 6.** Consumo de Gas Natural para calefacción y emisiones de CO2. (PFV 1).

Cantidad Viviendas	Zona Bioclim.	Costo Original Viv.		Costo con Medida			Consumo			Emisiones CO2			
		Unitario	Total	Medida	Costo Total	Medida	Ktep/año	Original	Mejorada	Ahorro	Original	Mejorada	Mitigac.
		m2	\$	\$	\$	%							
15857	Ia-b	545	1037047800	95142000	1132189800	9,2	0,300	0,250	0,050	705,1	587,58	117,52	
14427	IIa-IIb	545	943525800	88562000	1030087800	9,2	0,280	0,227	0,053	658,09	533,53	124,57	
23013	IIIa	545	1505050200	138078000	1643128200	9,2	9,740	8,050	1,690	22892,22	18920,16	3972,06	
48000	IIIb	545	3139200000	2880000000	34247200000	9,2	20,310	16,790	3,520	47711,71	39462,05	8249,66	
10219	IVb	700	858396000	67445400	925841400	7,9	4,430	3,620	0,810	10411,96	8508,2	1903,77	
2217	V	950	252738000	14632200	267370200	5,8	2,48	1,68	0,800	5828,82	3948,56	1880,26	
3792	VI	950	432288000	25027200	457315200	5,8	15,27	9,580	5,690	35889,55	22516,17	13373,38	
117525		747	10534941000	714886800	11249827800	6,8	52,81	40,197	12,613	124120,95	94476,23	29644,72	

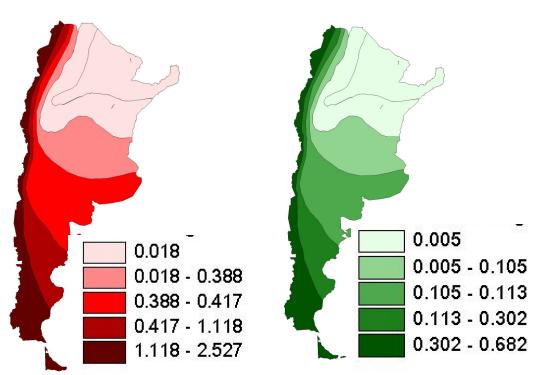
**Tabla 4.** Cálculo del costo incremental y de la inversión para las situaciones original y mejorada.

Para el PFV 2 se estima un ahorro de 25.93 kTEP/año, correspondiendo al 0.49% del consumo total destinado a calefacción.

La Figura 7 muestra el consumo en gas para calefacción con mejoras, sin mejoras y el ahorro energético. La Figura 8 los consumos a nivel país y las emisiones de CO2 correspondientes. La Tabla 5, muestra la metodología de cálculo para la obtención de la inversión para las distintas situaciones y zonas geográficas y el costo incremental.



**Figura 7.** Consumo de gas para calefacción. (TJ)



**Figura 8.** Consumo de Gas Natural para calefacción y emisiones de CO2. (PFV 2).

Cantidad Viviendas	Zona Bioclim.	Costo Original Viv.		Costo con Medida			Consumo			Emisiones CO2			
		Unitario	Total	Medida	Costo Total	Medida	Ktep/año	Original	Mejorada	Ahorro	Original	Mejorada	Mitigac.
		m2	\$	\$	\$	%							
52240	Ia-b	545	3416496000	213139200	3629635200	6,2	0,916	0,755	0,161	2152,9	1774,5	378,4	
44700	IIa-IIb	545	2923380000	182376000	3105756000	6,2	0,784	0,646	0,138	1842,66	1518,31	324,35	
61800	IIIa	545	4041720000	252144000	4293864000	6,2	24,030	19,860	4,170	56478,44	46677,56	9800,88	
98500	IIIb	545	6441900000	401880000	6843780000	6,2	38,210	31,600	6,610	89782,62	74270,44	15512,18	
25843	IVb	700	2170812000	117844080	2288656080	5,4	10,790	8,700	2,090	25360,07	20447,87	4912,19	
5213	V	950	594282000	23771280	618053280	4,0	5,8	3,94	1,860	13631,92	9260,3	4371,61	
11640	VI	950	1326960000	53078400	1380038400	4,0	29,41	18,500	10,910	69123,22	43481,11	25642,1	
299936		747	28230576192	1244232960	29474809152	4,4	109,94	84,001	25,939	258395,32	197430,10	60965,22	

**Tabla 5.** Cálculo del costo incremental y de la inversión para las situaciones original y mejorada.

## 2. Sustitución de equipamiento de iluminación.

El uso eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial, en particular el correspondiente a iluminación, representa una estrategia de mitigación poco aprovechada para minimizar la demanda de energía eléctrica y reducir en consecuencia las emisiones a través de medidas de mitigación. Con el objeto de optimizar el consumo, se plantea la sustitución de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo, estableciéndose los porcentajes de ahorro energético y reducción de GEI. Se consideró a nivel nacional el reemplazo del 100% de lámparas incandescentes por lámparas de alta eficiencia a efectos de poder evaluar el impacto total de dicha medida a nivel territorial.

Conocidos los consumos en iluminación para las situaciones original y mejorada y considerando las potencias y vida útil de las lámparas, se calculó la cantidad y las tasas de reposición para el universo analizado. A partir de los costos y la cantidad de lámparas y la tasa de reposición se calculó la

inversión anual necesaria para ambas situaciones. Para el caso de la situación mejorada, se calculó la inversión sobre los niveles de sustitución de equipos.

El análisis permitió establecer la posibilidad de obtener un ahorro del 28% del total gastado en iluminación para el sector residencial y un 0,03% con respecto al consumo total de energía eléctrica.

La Figura 9 muestra los consumos en iluminación y el ahorro energético obtenido por la implementación de la medida. La metodología de cálculo para la obtención del costo incremental a partir de la inversión para las situaciones original y mejorada se sintetiza en la Tabla 6.

Consumo (kWh)	P (kW)	Hs	P/año	CL	Vida útil (hs)		Recambio		S Lámpara		Inversión (\$/año)		
					SO	SM	SO	SM	SO	SM	SO	SM	CI
5.815.843,640	0,10	5	182,50	31.867,636	1.000	8.000	8,76	1,10	1.00	9,00	279.160,494	314.055,556	-34.895,061

P=Potencia de la lámpara (kW); Hs= Horas de uso diario; P/año= Energía anual de la lámpara (kWh/año); CL= Cantidad de lámparas; SO= Situación original; SM= Situación mejorada; CI= Costo incremental

**Tabla 6.** Cálculo del costo incremental y de la inversión para las situaciones original y mejorada.

### 3. Sustitución de equipamiento no etiquetado.

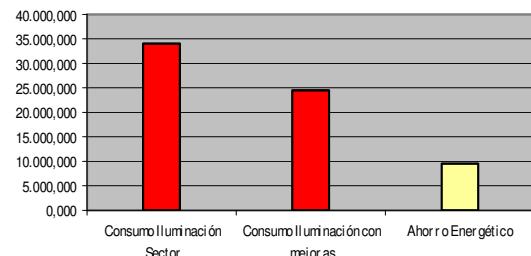
La Secretaría de Energía de la Nación, a través del Programa de Calidad de Artefactos Eléctricos del Hogar (PROCAEH), que funcionó desde 1995 hasta 1999, estableció una nómina de productos con el fin de mejorar la eficiencia energética. En 1996 se consideró establecer un programa de etiquetado, adoptando el diseño de etiqueta de eficiencia energética establecido por la Unión Europea con el objeto de ser aplicado en forma obligatoria en la Argentina. Estos antecedentes dieron marco a la Resolución 319/99 de la ex Secretaría de Industria, Comercio y Minería, en consecuencia con los antecedentes normativos de la Argentina referente a la comercialización de aparatos eléctricos e información al consumidor.

Estas instancias han permitido darle vigencia al programa de etiquetado a partir del 27 de agosto de 2005, estableciéndose procedimientos y plazos para la certificación. Uno de los rubros en los que ya se encuentra aplicable la norma sobre etiquetado es el de las heladeras. Al respecto se plantearon dos hipótesis de sustitución de heladeras convencionales por etiquetadas. La primera medida plantea la incorporación de un nuevo electrodoméstico a un nuevo hogar y la segunda medida plantea la sustitución normal por vida útil.

#### a. Etiquetado de heladeras para el hogar. Según crecimiento anual.

Esta hipótesis plantea la incorporación de una heladera con certificación de eficiencia en todos aquellos hogares que se integran por propio crecimiento vegetativo. Se toma en cuenta sólo el crecimiento poblacional (0,9%) y no los hogares nuevos conectados a la red.

En función de que el universo de usuarios en el sector residencial es de 9.947.545 hogares y se ha registrado un crecimiento en el período 2004-2005 de 0,9% (INDEC), se considera el siguiente universo posible de aplicación de la medida: 89.528 hogares. Se adoptan los siguientes indicadores de consumo: Heladeras etiquetado tipo “A” = 332 kWh/año: tipo “B” = 398 kWh/año, adoptándose un rango medio de 350 kWh/año. Heladera sin etiquetado, de venta en la actualidad = 436,8 kWh/año. La aplicación de esta medida arroja un ahorro de 45,34 TEP/año. Lo que representa un ahorro de 19,8% del consumo en este equipamiento y un 0,035% del consumo de energía eléctrica en el sector residencial. Los resultados se observan en la Figura 10. Esta medida consiste en la sustitución de heladeras no etiquetadas por heladeras con etiquetado de eficiencia energética, evaluándose distintas alternativas para su sustitución. La reducción de consumos se estima en 68,1 kTEP/año y 160.056,4 toneladas equivalentes CO<sub>2</sub>.



**Figura 9.** Consumo de electricidad para iluminación.

*b. Etiquetado de heladeras para el hogar. Según su vida útil.*

En la aplicación de esta medida se considera la sustitución del parque de heladeras existentes a partir de considerar que cada equipo tiene una vida útil de 15 años. Lo cual implica una sustitución progresiva del parque de heladeras en el país.

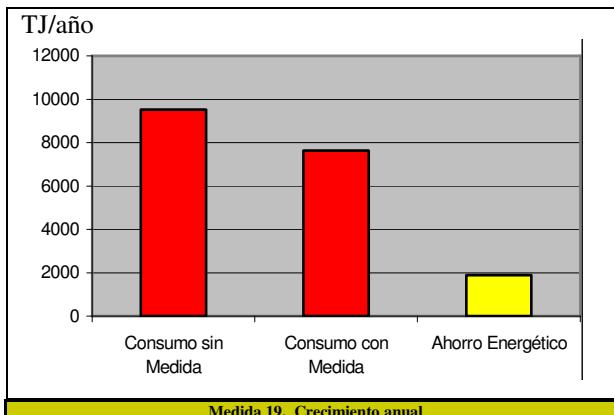
En función de que el universo de usuarios en el sector residencial es de 9.947.545 hogares y se considera una sustitución en 15 años, el universo posible de aplicación de la medida en forma anual es de: 663.170 hogares. Se adoptan los siguientes indicadores de consumo: Heladera etiquetada tipo “A” =332Kwh/año; tipo “B” = 398Kwh/año, adoptándose un rango medio de 350Kwh/año. Heladera sin etiquetado, de venta en la actualidad = 436,8Kwh/año.

La aplicación de esta medida arroja un ahorro de 335,62 Ktep/año (14.029 TJ/año). Lo que representa un ahorro de 23,5% del consumo en este equipamiento y un 0,31% del consumo de energía eléctrica en el sector residencial. Los resultados se observan en la Figura 11.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se desprende que las medidas que producen ahorros de energía y emisiones GEI con bajos costos marginales significativos, son las asociadas a sustitución de equipamiento de iluminación, con el reemplazo de Lámparas Incandescentes (LI) por Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) y de los Tubos Fluorescentes (TF) por Tubos Fluorescentes Trifósforos (TFT). Figura 12.

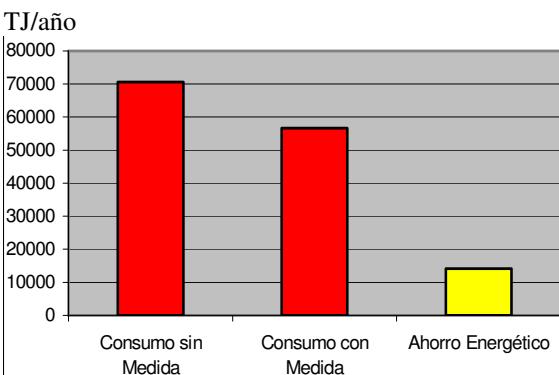
En lo relativo a las medidas de mejoramiento de la envolvente, tendientes a economizar gas natural para calefacción a partir de la incorporación de aislación térmica que cumplimente el coeficiente de transmitancia térmica para el nivel “B” Norma IRAM 11605, se concluye que no producen ahorros económicos significativos, en las regiones del Centro. Sin embargo si tenemos en cuenta la cantidad de viviendas consideradas para la aplicación de la medida, el ahorro comienza a tener importancia como se puede observar en el



Cantidad	Potencia (KWh/año)	Costo unitario (\$)	SITUACION ORIGINAL		
			Inversión (\$)	Consumo (Ktep/año)	Emisiones CO2 (Ton/año)
89.528	436,8	1.300	116.386.400	3,4	535.969
Cantidad	Potencia (KWh/año)	Costo unitario (\$)	SITUACION CON MEJORAS		
89.528	350	1.800	161.150.400	2,7	429.405
AHORRO	Costo medida (\$)	Costo incremental (\$)	Consumo (Ktep/año)	Emisiones CO2 (Ton/año)	
	500	44.764.000	0,7	106.564	

**Figura 10.** Consumo y ahorro. Etiquetado de heladeras según crecimiento anual.

Los resultados se observan en la Figura 11.



Cantidad	Potencia (KWh/año)	Costo unitario (\$)	SITUACION ORIGINAL		
			Inversión (\$)	Consumo (Ktep/año)	Emisiones CO2 (Ton/año)
663.170	436,8	1.300	862.121.000	25	3.971.189
Cantidad	Potencia (KWh/año)	Costo unitario (\$)	SITUACION CON MEJORAS		
663.170	350	1.800	1.193.706.000	20	3.182.371
AHORRO	Costo medida (\$)	Costo incremental (\$)	Consumo (Ktep/año)	Emisiones CO2 (Ton/año)	
	500	331.585.000	5	788.818	

**Figura 11.** Consumo y Ahorro. Etiquetado de heladeras según vida útil.

Figura 13. También debemos resaltar que mejoran significativamente la habitabilidad de las mismas. En las regiones más frías se cuenta con un importante yacimiento potencial de ahorro dado que los valores de consumo son importantes.

La medida de sustitución de equipamiento no etiquetado resulta verdaderamente viable ya que brinda importantes ahorros en emisiones con una ecuación económicamente rentable. Las decisiones sobre este rubro deben tender a la aplicación de las dos medidas propuestas. Por un lado, todo hogar nuevo debe ser incentivado y “ayudado” a incorporar un equipo certificado. Por el otro, que toda familia que en un periodo aproximado de 15 años, deba reponer su equipo, lo haga por un equipamiento con etiqueta.

Se verifica que la aplicación de políticas de uso eficiente de la energía en los distintos sectores es de suma importancia en un contexto de aumento de demanda de energía debido al crecimiento económico e industrial y a mayores exigencias de confort con bajos niveles de habitabilidad, lo que ha tenido como consecuencia la necesidad de paliar este aumento con la compra a costos internacionales de vectores energéticos. Debe considerarse como agravante la acelerada disminución de las reservas consideradas, profundizada por la demanda mencionada y afectada en parte por la desinversión, comprometiendo en las décadas futuras la matriz energética Nacional.

## REFERENCIAS

FABRIS A. (2002) Estudio Estratégico Nacional para hacer uso de los mecanismos flexibles del Protocolo de Kyoto”. Informe de Consultoría, Actividad 1 **“Oportunidades de ahorro energético en el sector de la demanda”**.

Indicadores de Coyuntura de la actividad de la construcción. Indicador Sintético de la actividad de la construcción (ISAC). INDEC, Información de Prensa. Octubre de 2005.

ROSENFIELD, E.; RAVELLA, O. Y FABRIS, A. (1987) **“Programa de conservación de la energía en la vivienda. Plan piloto de evaluaciones energéticas de la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires”**. Sumario Ejecutivo. IAS Instituto de Arquitectura Solar, La Plata. 1987.

ROSENFIELD, E. (1993) **“Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del hábitat bonaerense”**. Unidad de Investigación N° 2, Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de La Plata.

ROSENFIELD, E. DISCOLI, C. MARTINI, I. CZAJKOWSKI, J. SAN JUAN, G. BARBERO, D. FERREYRO, C. CORREDERA, C. DÍAZ, C. (2003) **“El uso de la energía en el sector residencial del Gran La Plata. Discriminación de consumos, cambios tecnológicos y opinión de los usuarios en las décadas del '80 y '90.”** Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184. Volumen 7. N°1. pp. 07. 25-30. Indexada por: [infohab.org.br](http://infohab.org.br).

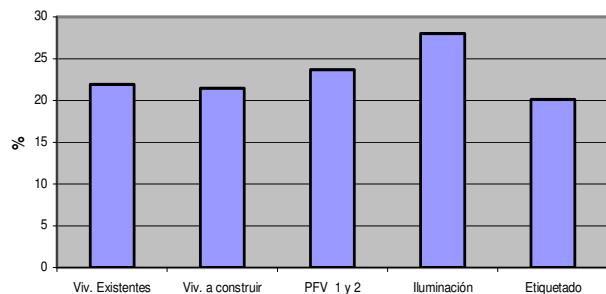


Figura 12- Ahorros de energía.

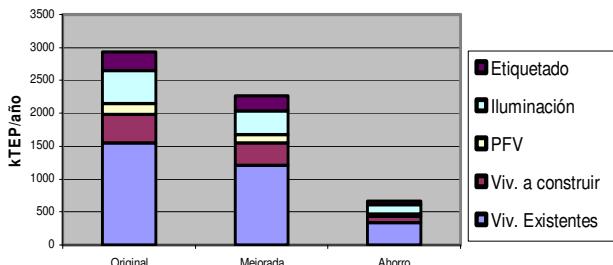


Figura 13- Distribución de las medidas de eficiencia energética en el ahorro total.