

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

E. Rosenfeld¹; G. San Juan²; C. Discoli²; I. Martini³; C. Ferreyro⁴; D. Barbero⁵;
B. Brea⁶; M. Melchiori⁶; G. Viegas⁶; L. Dicroce⁶; J. Ramirez Casas⁵
IDEHAB, Instituto de Estudios del Hábitat, UI N° 2, FAU, UNLP
Calle 47 N° 162. CC 478 (1900) La Plata.
e-mail: litorosenfeld@yahoo.com.ar; Tel-fax: + 54 (221) 423-6587/90

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 evaluaron los resultados potenciales de la aplicación de dichas medidas a partir de su posible implementación. Finalmente se formularon escenarios simulando el efecto de las medidas.

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

INTRODUCCION

En la actualidad existe consenso científico en relación al cambio climático a nivel mundial, alteración de 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 atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que 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 cogeneración en la 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. 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.).

¹ Investigador Principal CONICET; ² Investigador Adjunto CONICET; ³ Investigador Asistente CONICET; ⁴ Investigador UNLP; ⁵ Becario ANPCyT; ⁶ Becario CONICET.

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)

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.

En la figura 1 se puede observar la evolución de los consumos energéticos del sector residencial. Estos consumos energéticos constituyeron el 22% del consumo final total de energía en el año 2000 y el 21% en el año 2003.

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. Luego de analizar la viabilidad de cada una de ellas (Análisis de costo marginal y costo incremental), en el desarrollo del presente trabajo se optó por detallar 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 los equipos de iluminación incandescente por equipos de bajo consumo y la sustitución progresiva de las heladeras por unidades etiquetadas. En este trabajo se exponen las magnitudes del ahorro energético esperado con la consecuente reducción de emisiones de gases efecto invernadero para el mejoramiento de la envolvente y reemplazo de los equipos de iluminación.

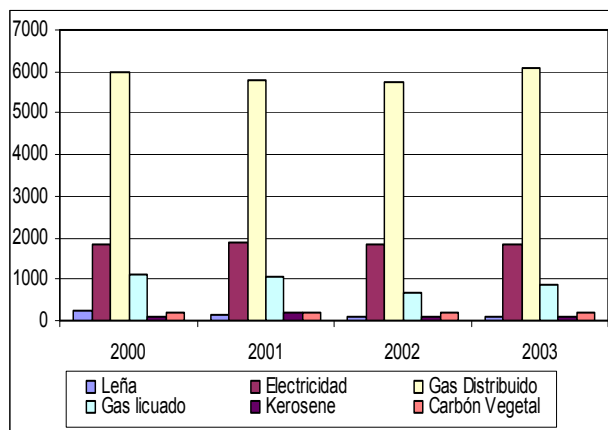


Figura 1. Evolución del consumo total por fuente de energía.

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

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 alrededores, 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 1987). 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. Tabla 1.

Provincia	Consumo / usuario Tep/Usuario	Agua caliente		Calefacción	
		%	Tep/usuario	%	Tep/usuario
Buenos Aires	0,85	0,58	0,49	0,42	0,36
Catamarca	0,54	0,91	0,49	0,09	0,05
Chubut	3,21	0,15	0,49	0,85	2,72
Córdoba	0,68	0,72	0,49	0,28	0,19
La Pampa	1,43	0,34	0,49	0,66	0,94
La Rioja	0,41	1,2	0,49	-0,2	-0,08
Mendoza	0,94	0,52	0,49	0,48	0,45
Neuquén	2,54	0,19	0,49	0,81	2,05
Río Negro	2,56	0,19	0,49	0,81	2,07
San Juan	0,7	0,7	0,49	0,3	0,21
San Luis	0,62	0,79	0,49	0,21	0,13
Santa Cruz	3,46	0,14	0,49	0,86	2,97
Atlántico Sur	7,25	0,07	0,49	0,93	6,76
Tucumán	0,51	0,96	0,49	0,04	0,02
Entre Ríos	0,28	1,75	0,49	-0,75	-0,21
Jujuy	0,44	1,11	0,49	-0,11	-0,05
Salta	0,54	0,91	0,49	0,09	0,05
Santa Fe	0,58	0,84	0,49	0,16	0,09
Santiago	0,58	0,84	0,49	0,16	0,09

Tabla 1. Estimación del porcentaje de participación del gas para calefacción por provincia, en función del consumo por usuario. El consumo por usuario en TEP es el que corresponde al promedio provincial.

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

A partir de los valores de la Tabla 1 y remarcando para este análisis 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° (GD₂₀) para todas aquellas localidades con información sobre este indicador, proveniente de la Norma IRAM, y como variables dependientes la interpolación de isoclinas de GD₂₀ 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 (Mm³, 9300 Kcal/m³); Consumo por usuario conectado (Mm³/usuario); Consumo por usuario conectado (TEP/usuario); Consumo medio por provincia (M m³), emisiones de GEI (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 Sistema 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 o índices (consumo/ m²; consumo/usuario, etc.) y emisiones de GEI, lo que permite apreciar en su dimensión espacial el consumo energético del país.

Variable	ZONA BIOAMBIENTAL					
	I	II	III	IV	V	VI
“K” muros (W/m ² °C)	1	1	1	0.99	0.99	0.8
“K” techos (W/m ² °C)	0.83	0.83	0.83	0.80	0.8	0.67
“G” adm (W/m ³ °C)	2.21	2.21	2.05	2.05	2.02	1.85
T dis. (°C)	7.6	7.6	2.4	-0.3	-1.1	-6.1
GD ₂₀	262	262	1448	1479	2.02	4541
Ahorro estimado (%)	18	18	17	18	32	37

Tabla 2. Variables de cálculo, para cada zona bioambiental.

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. Ver Figura 2.

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”. Los porcentajes de ahorro que se pueden obtener para cada zona bioambiental, se muestran en la Tabla 2. Estos porcentajes 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.

Si bien se ha trabajado a partir de considerar el nivel intermedio “B”, se constata que esta es una situación mínima en cuanto a generar un real impacto en cuanto a un Programa de Conservación y Uso Racional de la energía, debiéndose estudiar y diseñar medidas intermedias entre este nivel (“B”) y el óptimo (“A”), puesto que este último acarrea complejidades constructivas tal como ha sido expuesto en trabajos científicos. Esto implica implementar medidas económicamente eficaces no sólo en cuanto a la minimización de la condensación superficial sino eficientes en cuanto a la recuperación del costo incremental a partir de un ahorro energético genuino, sabiendo que se pueden alcanzar valores de ahorro del 40%, superiores a las implementadas en el presente estudio.

Se evaluaron tres medidas de mitigación en el sector residencial formulándose distintas hipótesis en cada una de ellas. 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).

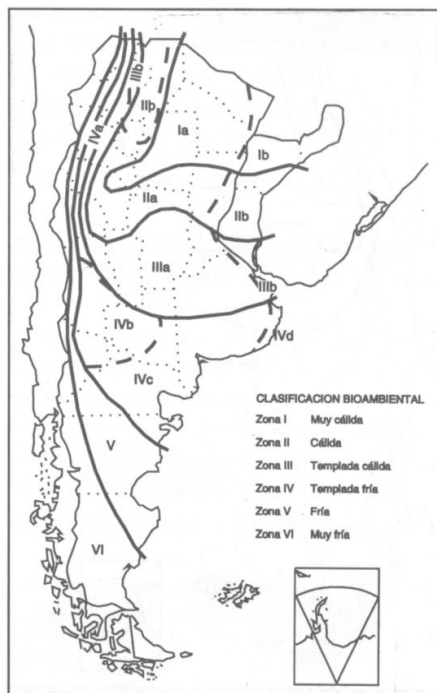


Figura 2. Clasificación Bioambiental de la República Argentina. IRAM 11.603/92.

a. *Reciclado de viviendas existentes*

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 3 muestra el consumo en gas para calefacción con mejoras, sin mejoras y el ahorro energético y la Figura 4 la distribución a nivel país de ese consumo. La Tabla 3, 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.

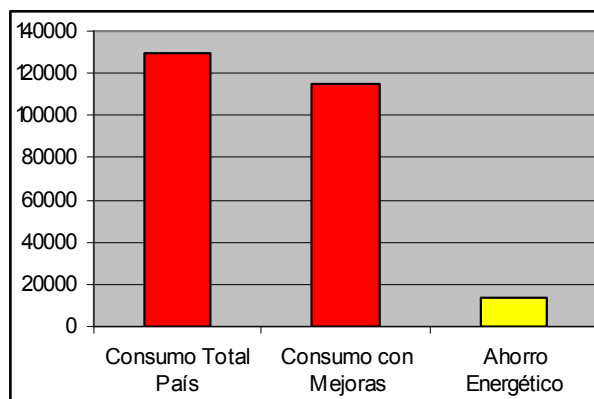


Figura 3. Consumo de gas para calefacción. (TJ)

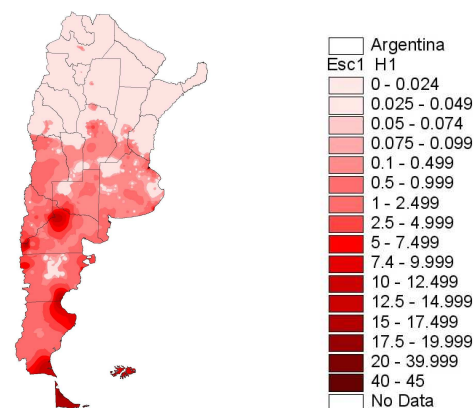


Figura 4. Consumo de gas por red para calefacción, nivel país. (TJ)

Para la totalidad del país, el costo marginal o costo de la medida para el año 2015, con una tasa del 8% es de 802 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 779 U\$S (137 a 30 años), siendo la zona bioambiental VI la que presenta costos marginales menores (51 U\$S, con una tasa del 8%) y con la inclusión del ahorro en facturación de 42 U\$S (7 a 30 años). Esto se debe a las condiciones climáticas rigurosas, a pesar de la baja cantidad de habitantes de esa zona.

Cantidad Viviendas	Zona Bioclim.	Costo Original	Costo con Mejora				Consumo			Emisiones CO2		
		Total	Medida	Costo	Medida	Original	Mejorada	Ahorro	Original	Mejorada	Mitigac.	
		\$	\$	\$	%	Ktep/año	Ktep/año	Ktep/año				
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 3. 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 5 muestra el consumo en gas para calefacción con mejoras, sin mejoras y el ahorro energético y la Figura 6 la distribución de esos consumos a nivel país. La Tabla 4, muestra la metodología de cálculo para la obtención de la inversión para las distintas situaciones y zonas geográficas.

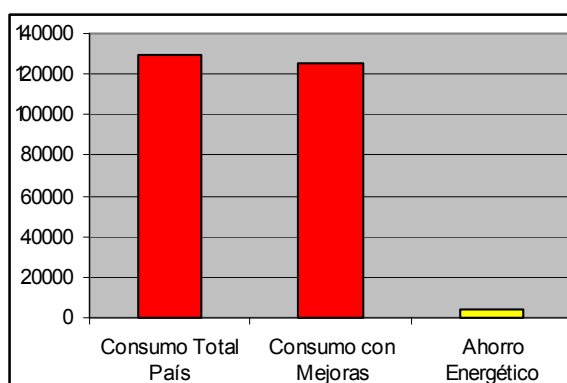


Figura 5. Consumo de gas para calefacción. (TJ)

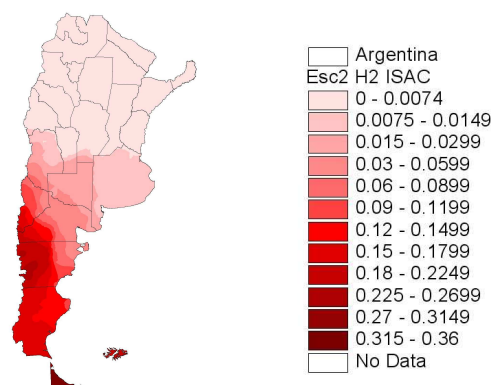


Figura 6. Consumo de gas por red para calefacción, nivel país. (TJ)

Para la totalidad del país, el costo marginal para el período 2003-2015, con una tasa del 8% es de 1311 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 1288 U\$S.

Para la zona bioambiental IV, el costo marginal para el período (2003-2015), con una tasa del 8% es de 856 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 836 U\$S.

Para la zona bioambiental VI, el costo marginal para el período, con una tasa del 8% es de 79 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 69 U\$S.

Cantidad Viviendas	Zona Bioclim.	Costo Original Viv.		Costo con Mejora				Consumo			Emisiones CO2		
		Total	Medida	Costo	Medida	Ktep/año			Original	Mejorada	Mitigac.		
		\$	\$	\$	%	Original	Mejorada	Ahorro	Original	Mejorada	Mitigac.		
10281,32	I	719692400	71969240	791661640	10,00	0,46	0,373	0,082	1081,15	876,67	204,48		
60346,02	II	4224221400	422422140	4646643540	10,00	2,33	1,908	0,419	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	21886,28		
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 4. 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 adecue su respuesta tecnológica a la normativa vigente (Norma IRAM 11605).

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

Para la totalidad del país, el costo marginal para el período 2003-2015, con una tasa del 8% es de 942 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 926 U\$S.

Para la zona bioambiental V, el costo marginal para el período (2003-2015), con una tasa del 8% es de 304 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 282 U\$S.

Para la zona bioambiental VI, el costo marginal para el período, con una tasa del 8% es de 73 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 63 U\$S.

La Figura 7 muestra el consumo en gas para calefacción con mejoras, sin mejoras y el ahorro energético. La Figura 8 muestra los consumos a nivel país y las emisiones de CO2 correspondientes al Plan Federal de Viviendas 1. 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.

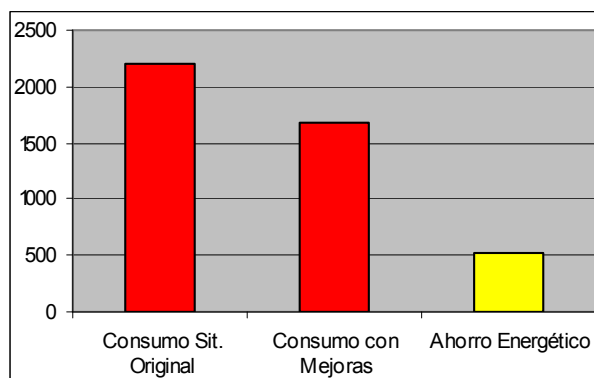


Figura 7. Consumo de gas para calefacción. (TJ)

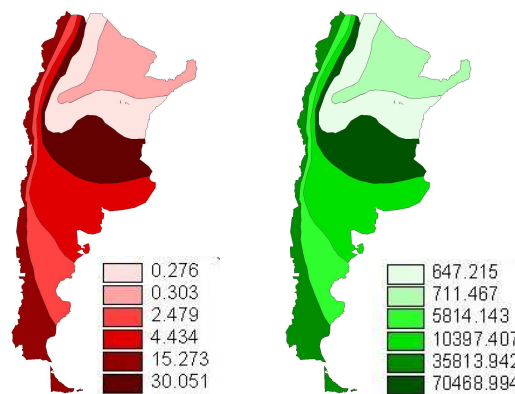


Figura 8. Consumo de Gas Natural para calefacción y emisiones de CO2. (PFV 1).

Cantidad Viviendas	Zona Bioclim.	Costo Original Viv.		Costo con Medida			Consumo			Emisiones CO2		
		Unitario	Total	Medida	Costo	Medida	Original	Mejorada	Ahorro	Original	Mejorada	Mitigac.
		m2	\$	\$	\$	%	Ktep/año	Ktep/año	Ktep/año	Original	Mejorada	Mitigac.
15857	Ia-b	545	1037047800	95142000	1132189800	9,2	0,300	0,250	0,050	705,1	587,58	117,52
14427	Ila-Ilb	545	943525800	86562000	1030087800	9,2	0,280	0,227	0,053	658,09	533,53	124,57
23013	IIla	545	1505050200	138078000	1643128200	9,2	9,740	8,050	1,690	22892,22	18920,16	3972,06
48000	IIlb	545	3139200000	288000000	3427200000	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 5. 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. Para la totalidad del país el costo marginal para el periodo 2003-20015, con una tasa del 8% es de 797 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 778 U\$S.

Para la zona bioambiental V, el costo marginal para el periodo (2003-20015), con una tasa del 8% es de 212 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 190 U\$S.

Para la zona bioambiental VI, el costo incremental de la medida por vivienda es de 1407 U\$S, correspondiendo al 4.4% del costo original. El costo marginal para el periodo, con una tasa del 8% es de 81 U\$S y con la inclusión del ahorro en facturación de 64 U\$S.

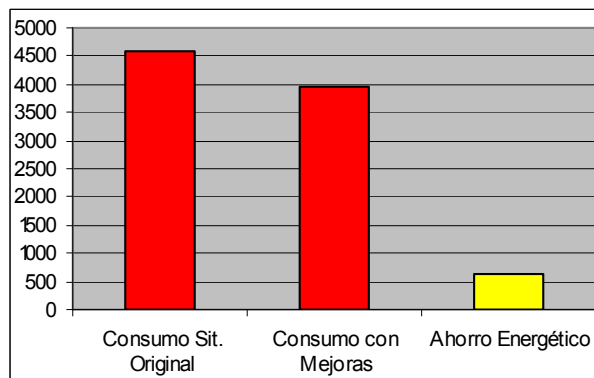


Figura 9. Consumo de gas para calefacción. (TJ)

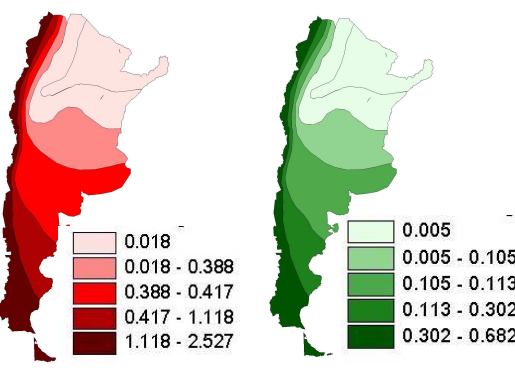


Figura 10. Consumo de Gas Natural para calefacción y emisiones de CO2. (PFV 1).

La Figura 9 muestra el consumo en gas para calefacción con mejoras, sin mejoras y el ahorro energético. La Figura 10 los consumos a nivel país y las emisiones de CO2 correspondientes. La Tabla 6, muestra la metodología de cálculo para la obtención de la inversión para las distintas situaciones y zonas geográficas y el costo incremental.

Cantidad Viviendas	Zona Bioclim.	Costo Original Viv.		Costo con Medida			Consumo			Emisiones CO2		
		Unitario	Total	Medida	Costo	Medida	Original	Mejorada	Ahorro	Original	Mejorada	Mitigac.
		m2	\$	\$	\$	%	Ktep/año	Ktep/año	Ktep/año	Original	Mejorada	Mitigac.
52240	Ia-b	545	3416496000	213139200	3629635200	6,2	0,916	0,755	0,161	2152,9	1774,5	378,4
44700	Ila-Ilb	545	2923380000	182376000	3105756000	6,2	0,784	0,646	0,138	1842,66	1518,31	324,35
61800	IIla	545	4041720000	252144000	4293864000	6,2	24,030	19,860	4,170	56478,44	46677,56	9800,88
98500	IIlb	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 6. Cálculo del costo incremental y de la inversión para las situaciones original y mejorada.

2. AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

2.1. 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.

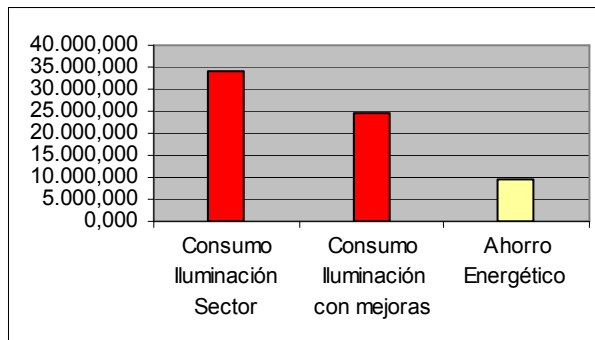


Figura 11. Consumo de electricidad para iluminación. Sector residencial.

La figura 11 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 7.

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 7. Cálculo del costo incremental y de la inversión para las situaciones original y mejorada.

Esta hipótesis tiene un costo marginal para el período 2003-2015 de 2,55 U\$S (tasa del 8%), 2,78 U\$S (10%) y 3,02 U\$S (12%).

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).

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, si bien se cuenta con un importante yacimiento potencial de ahorro en la región patagónica, donde los valores de consumo son importantes en relación a las condiciones climáticas rigurosas (más de 2000 Grados Día); a las deficientes realidades constructivas de los edificios, en general no adecuados a la exigencia climática; al uso no consciente del recurso energético y a las diferencias relativas de precios entre los usuarios (En la actualidad el Presupuesto Nacional contempla un subsidio del gas de uso residencial de 120 millones de pesos). Cabe aclarar que en la región patagónica, el 5% de los hogares conectados consume el 21% del total de gas del país y un 11% de electricidad para calefacción, además de carbón.

En la zona central, donde se encuentran las mayores concentraciones de población, la implementación del nivel "B" de calidad térmica no genera una ecuación económica favorable debido a los bajos requerimientos anuales de calefacción (4 o 5 meses al año); a los bajos costos del gas natural y a los importantes sobrecostos en cada vivienda, estimados entre un 5% y un 10%. Reducciones de consumo energético verdaderamente importantes podrían obtenerse modificando los requerimientos de calidad térmica edilicia.

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 habitabilidad, lo que ha tenido como consecuencia la necesidad de paliar este aumento con la compra a costos internacionales de vectores energéticos. Debe también considerarse la escasez de recursos energéticos prevista para las próximas décadas y los costos de las inversiones necesarias en obras e instalaciones para la generación de energía.

Por otra parte la conformación de un "Atlas energético-ambiental" de nuestro país que además contemple temas asociados tales como características climáticas y cambio climático sería una herramienta poderosa con la cual tener información

actualizada con representación espacial e indicadores reales y escenarios, con lo cual poder tomar decisiones políticas y técnicas sobre las magnitudes de la inversión, los usuarios involucrados, la estimación de los ahorros energéticos y las emisiones de GEI, la determinación de los sectores y áreas de intervención, fundamentando políticas de Estado sobre medidas de eficiencia energética y disminución de GEI.

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.
- Rosenfeld, 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.
- Rosenfeld, 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.

ABSTRACT

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). This work evaluated the potentials results on the application of those measures as well as its possible implantation. Finally stages were formulated simulating the measures.

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