



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL IMPACTO ENERGÉTICO AMBIENTAL EN ÁREAS URBANAS DESDE EL CONCEPTO DE “MOSAICOS URBANOS”. APRECIACIÓN DE POSIBLES MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Graciela Viegas<sup>1</sup>, Mariana Melchiori<sup>2</sup>, Gustavo San Juan<sup>3</sup>, Elías Rosenfeld<sup>3</sup>, Carlos Discoli<sup>3</sup>

Unidad de Investigación N° 2 del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB),

[http://idehab\\_fau\\_unlp.tripod.com/ui2](http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2);

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.

Calle 47 N° 162, CC 478. Tel/fax +54-0221-4236587/90 int 254. La Plata (1900)

[gachiviegas@yahoo.com.ar](mailto:gachiviegas@yahoo.com.ar), [melchiori\\_m@yahoo.com.ar](mailto:melchiori_m@yahoo.com.ar), [gustavosanjuan60@hotmail.com](mailto:gustavosanjuan60@hotmail.com),

[litorosenfeld@yahoo.com.ar](mailto:litorosenfeld@yahoo.com.ar), [discoli@rocketmail.com](mailto:discoli@rocketmail.com)

### RESUMEN

**Propuesta:** En el presente trabajo se expone una metodología que permite detectar y evaluar el impacto energético-ambiental en el medio urbano, a partir del estudio del consumo de gas por red y de energía eléctrica, sus consecuentes emisiones de gases efecto invernadero (GEI), y sus impactos primarios y secundarios. Se plantean posibles medidas de intervención para mitigar los efectos y se construyen indicadores que cuantifican el comportamiento energético-ambiental. Como medidas de mitigación se proponen la aplicación de acciones de conservación de la energía (C), de ganancia solar (GAD) y de ahorro de energía eléctrica para iluminación mediante sustitución de artefactos. El estudio se sitúa en la ciudad de La Plata, de la República Argentina. **Metodología de investigación y abordaje:** La unidad de análisis es considerada como “mosaico urbano”, lo cual permite generalizar los resultados. Se analiza el sector a través de aerofotogrametría y relevamiento “*in situ*”, y posteriormente se modela espacialmente con CAD (*Computer Assisted Design*). Por otro lado, se detectan las variables relevantes del área urbana y se identifican los impactos a través de una matriz de interacción diseñada “*ad hoc*”. La cuantificación de las variables se realiza en base a modelos estacionarios según normativa nacional (IRAM), a estándares de consumo según superficie habitable y al análisis de la inversión para las medidas de mitigación. Finalmente, se normalizan los datos obtenidos para su comparación en una matriz de “conclusión”. **Resultados:** La metodología utilizada para la estimación del impacto económico y ambiental del medio urbano permite comparar y evaluar medidas de mitigación en función de escenarios, a los efectos de visualizar las mejores acciones. **Contribución y originalidades:** Este desarrollo se funda sobre el proceso metodológico para la evaluación de variables significativas del impacto ambiental en sectores urbanos.

**Palabras clave:** impacto ambiental urbano, energía, medidas de mitigación.

### ABSTRACT

**Propose:** The purpose of this paper is to show a methodology that allows the detection and evaluation of the energetic- environmental impact derived from energetic consumption of gas and electricity — and the subsequent emissions of greenhouse effect gases (GEG) in the urban environment, and their primary and secondary impacts. Moreover, tentative intervention measures to mitigate the effects of such an impact are proposed, and indicators quantifying the energetic-environmental behavior are

<sup>1</sup> Becario Postgrado - CONICET -

<sup>2</sup> Becario Iniciación – UNLP-

<sup>3</sup> Investigador CONICET (FAU-UNLP)

devised. The mitigation measures put forth are actions tending to energy conservation (C), as well as actions tending to low temperature-solar gain (SG) and to electricity saving by artifact substitution lighting. The study takes place in La Plata city, Argentina. **Methods:** The analysis unit is considered as ‘urban mosaic’, what allows their generalization. The area is analyzed by means of aerial photograph and *in situ* survey, and it is then spatial modeled by CAD (Computer Assisted Design). Furthermore, relevant variables in the city area are spotted together and the impacts are identified by means of a matrix of interactions designed *ad hoc*. The quantification of the variables is based on models that follow national standards (IRAM), on consumption standards according to living space, and on the analysis of the investment on mitigation measures in a thirty-year span, among others. Finally, the data obtained are normalized for comparison in a “conclusion” matrix. **Findings:** The methodology used for the estimation of the economic and environmental impact allows the visualization and comparison of the mitigation measures according to the different scenarios. **Originality/value:** This development founds on the methodological process for the environmental impact variables evaluation in urban means.

**Keywords:** urban environmental impact, energy, mitigation measures.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El presente trabajo se inserta dentro de las actividades desarrolladas a través de cuatro proyectos realizados en la Unidad de Investigación N ° 2 del Instituto de Estudios del Hábitat, de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Los Proyectos relacionados con este trabajo son los siguientes:

- “*Estudio de Impacto Ambiental Urbano (EIA u). Desarrollo metodológico orientado al diagnóstico de centros urbanos en el marco de ciudades sanas.*”. PIP CONICET N° 02577, GALLO MENDOZA, ROSENFELD, 2004)
- “*El Atlas como instrumento para el diagnóstico y la Gestión*”. Calidad Ambiental Urbano-Regional. CONICET PIP 3009 y PIP 2577. ANPCyT PICT 13-14509.
- “*Sistemas de Diagnóstico de necesidades básicas en infraestructuras, servicios y calidad ambiental en escala urbano - regional*”. Calidad de Vida Urbana. PICYT 13-14509. ANPCyT
- Estudios en relación a la mitigación de emisiones de gases de Efecto Invernadero (GEI) a través de programas de eficiencia energética.

El trabajo consiste en estudiar los impactos producidos en sectores urbanos de consolidación media, a partir de la adopción de sectores reducidos representativos. A estos los denominamos “*mosaicos urbanos*”, los cuáles por sus características, permiten generalizar sus resultados representando un importante porcentaje de la conformación urbana del caso de estudio de la Ciudad de La Plata. La misma se sitúa a 34° 58` latitud sur y 58 ° longitud oeste y pertenece a la zona bioclimática cálido húmeda III b según regionalización del Instituto de Racionalización de Materiales (IRAM).

Aporta acerca de las variables referidas al consumo energético del sector residencial, y su impacto sobre el medio urbano. Estudia posibles medidas de mitigación desde la perspectiva ambiental incorporando las variables: económica, habitabilidad, consumo de recursos, emisiones contaminantes a la atmósfera, ahorros y gastos de inversión, y calidad de vida urbana (CVU).

Se trabajó sobre el consumo de gas para calefacción por corresponder éste a la mayor proporción en el consumo total de gas en el sector residencial del área de estudio (60 %), le continúan el calentamiento de agua y la cocción de alimentos. Asimismo sobre el consumo de electricidad destinado a iluminación.

## 1.2 Contexto

La crisis energética mundial a partir del agotamiento de los combustibles fósiles, da como resultado una búsqueda de nuevas fuentes energéticas posibles basadas en los llamados recursos renovables. En la Argentina el horizonte de los yacimientos de petróleo y gas natural muestran que las reservas serán críticas para el año 2012 y 2016 respectivamente (DE DICCO, 2004).

El fenómeno del calentamiento global que afecta al planeta se agrava por la acción antropogénica a partir de la emisión de gases que contribuyen al efecto invernadero, generados básicamente por la quema de combustibles fósiles. La necesidad de controlar las emisiones atmosféricas de estos y otros gases y sustancias, debe basarse en la eficiencia en la producción, transmisión, distribución y consumo de la energía, y en una utilización cada vez mayor de sistemas energéticos que contemplen fuentes de energías renovables basándose en tecnologías limpias y a la eficiencia de los procesos involucrados.

Por otra parte, a nivel normativo en Argentina, no existen reglamentaciones obligatorias que exijan calidad de la envolvente edilicia en el sector residencial como sucede en otros países (GONCALVES et al, 2004), contándose con normas formuladas como recomendaciones de diseño elaboradas por IRAM (2001). Las mismas establecen valores admisibles para el Coeficiente Volumétrico de Pérdidas Térmicas (“G”) y de la Transmitancia Térmica (“K”) de los elementos constructivos de la envolvente edilicia.

Con respecto a las emisiones de gases contaminantes existen convenios internacionales que tratan sobre la protección de la capa de ozono y Decretos que regulan la habilitación de establecimientos industriales, no así exigencias sobre rangos máximos admisibles en el sector residencial.

## 2. OBJETIVOS

Se tiene como **objetivo general**: i. Desarrollar metodología que permita detectar y evaluar impactos en el medio urbano producidos por el consumo de energías no renovables (Electricidad y gas por red), sus consecuentes emisiones de gases efecto invernadero (GEI), y posibles medidas de intervención para mitigar sus efectos.

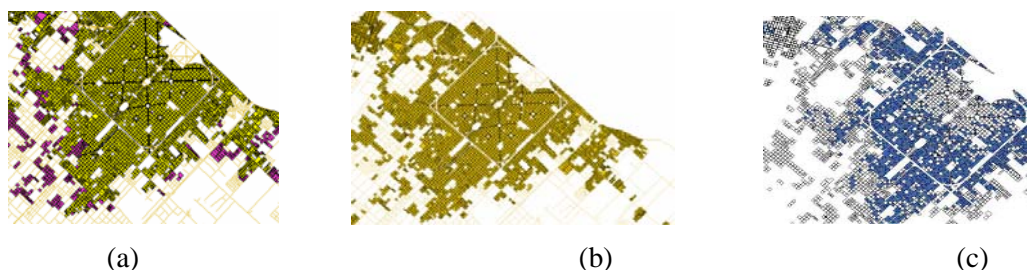
Se tienen como **objetivos particulares**:

- Detectar y definir las variables intervinientes en el proceso de impacto ambiental producido por el consumo de energías no renovables y de sus medidas correctivas en un área urbana.
- Cuantificar las variables a partir de modelos, con lo cual precisar el valor de los indicadores de comportamiento.
- Normalizar los datos obtenidos volcándolos en una “**matriz de conclusión**”, para realizar comparaciones entre las variables, ambientales, económicas y de habitabilidad cualificadas y cuantificadas en base a diversos escenarios propuestos.
- Analizar las interacciones más relevantes detectadas.

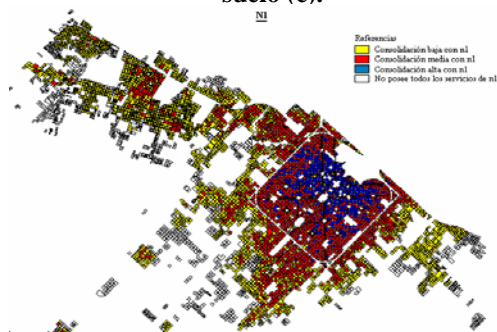
## 3 METODOLOGÍA

### 3.1 Selección de la unidad de análisis

Para determinar la unidad de análisis (“mosaico”), se seleccionó un sector urbano compuesto mayoritariamente por viviendas, el cual presenta condiciones desfavorables de habitabilidad en cuanto a la calidad de la envolvente edilicia; cuenta con la cobertura de los servicios básicos de infraestructura; y posee una ocupación media del suelo. La selección se realizó a partir de: mapas georreferenciados determinando el grado de cobertura de los servicios básicos (Gas, Electricidad), nivel de ocupación y uso del suelo, definiéndose “grados de consolidación urbana” (Atlas Ambiental Urbano- Regional, ROSENFELD et al, 2005). Se trabajó sobre un “mosaico” de consolidación urbana media. (Figuras 1 y 2).



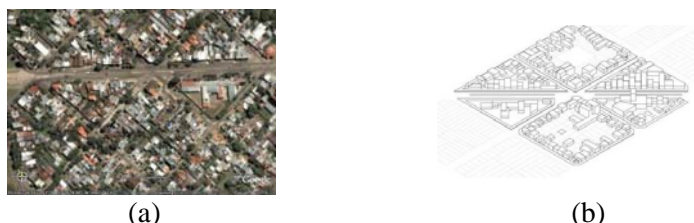
**Figura 1- Cobertura de servicios básicos: gas por red (a); energía eléctrica (b); y ocupación media del suelo (c).**



**Figura 2 – Tres Niveles de Consolidación obtenidos por yuxtaposición de los mapas de la figura 1.**

### 3.2 Procesamiento de la Unidad de Análisis

El procesamiento y caracterización del mosaico se realizó a partir de una clasificación tipológica edilicia de la Ciudad de La Plata (ROSENFELD et al, 1986), del cuál se adoptaron los datos constructivos, valores de transmitancia térmica para las topologías presentes, los elementos de la envolvente, dimensiones y factor de exposición, complementadas con datos tomados por relevamiento “in situ” (aerofotogrametría, fotografía, perfiles). La información recabada se sintetizó en un modelo en tres dimensiones realizado a través de software (CAD, Computer Assisted Design) para su mejor comprensión y análisis, teniendo en cuenta las áreas expuestas al sol, obstrucciones y cálculo de superficies colectoras, potencialmente utilizables. (Figura 3)



**Figura 3 – Aerofotogrametría (a) y modelización de la unidad de análisis (CAD) (b).**

### 3.3 Identificación de impactos en la unidad de análisis

En una primera instancia se estudió la situación actual de la unidad de análisis en forma global, representándose los factores intervinientes en una matriz causa y efecto de doble entrada. En la absisa figuran los factores del “medio” susceptibles de recibir impacto (receptores) mientras que en la ordenada se detallan posibles acciones que los afectan. Los factores se organizaron según la escala en que son afectados: **Local** (el sector y su entorno inmediato) y **Global** (efectos que trascienden la escala urbana). (Tabla 1). Posteriormente se procedió al análisis particularizado, donde se tomaron algunas las acciones significantes del presente trabajo, para ser estudiadas en detalle: Consumo de Gas para calefacción y consumo de Electricidad para iluminación. Se analizaron los cambios y el surgimiento de nuevas variables al aplicar medidas correctivas que llamaremos *Medidas de Mitigación*.

Situación actual			Infraestructura										Espacio público										Edificio										Agua										Aire										Suelo										Fauna										Flora										Esp. público										Edif. Exist.										Infraestr. y serv.										Asp. Socio-económ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			Redes paratransit					Redes transporte					Redes movilidad					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios ambientales					Cambios	

### 3.4 Valoración del Impacto

Para la valoración de los impactos, se optó por un método que utiliza “matrices de interacción” (DISCOLI, 1998), las cuales se basan en la relación de tres atributos: **Magnitud** o relevancia de la intervención, donde se tiene en cuenta el tipo de *escenario* a intervenir y el territorio a afectar en sus escalas: local y global. Se estipula en un rango de 0 a 10, y – ó +, de acuerdo si el impacto genera un perjuicio o beneficia al factor afectado. **Significancia**, lo que responde a cuán significativa sería esa intervención según el contexto en la que se realizará. El mismo se analiza en un rango de 0 a 1. **Temporalidad**, estima el grado de permanencia y/o reversibilidad de la distorsión producida por la intervención en relación al elemento afectado; su rango se define de 0 a 1 (Tabla 3-a). Luego se conforma un Índice de Conclusión ( $\pm I_C$ ).

$$\pm I_C = \text{Magnitud } (\pm 0,10) \bullet \text{Significancia } (0, 1) \bullet \text{Temporalidad } (0, 1) = \pm 10$$

Para la matriz inicial (Magnitud), se requirió de la cuantificación de indicadores los cuales deben normalizarse para su comparación. Por falta de parámetros nacionales e internacionales, los rangos límites (10, 0) se establecieron en base a los valores cuantitativos máximos y mínimos obtenidos de la estimación de los indicadores de las siguientes variables: “Afectación al hábitat por polución”, “Costo de la unidad de energía ahorrada”, “Consumo de energías no renovables”, “Utilización de energías renovables”, “Contribución al aumento del calentamiento global”. Los rangos límites (0, 10) de las siguientes variables: “Mejoramiento de la habitabilidad del edificio”, “Generación de empleo”, “Utilización de materiales”, fueron establecidos según una valoración subjetiva.

### 3.5 Cuantificación del Impacto: Construcción de indicadores

#### 3.5.1 Consumo de gas para calefacción (SA1)

Se calculó en base al producto del Coeficiente Volumétrico de Pérdidas (“G”) obtenido de balances térmicos estacionarios según la Norma Nacional 11.601 de IRAM (Instituto de Racionalización de Materiales, de la República Argentina), por las horas de uso diarias en calefacción (8 hs), los grados días de calefacción (994 GD, La Plata), y el volumen de cada edificio.

$$\text{Consumo en KW} = \frac{\text{“G”} \times \text{“GD”} \times V \times \text{hs}}{1000}$$

#### 3.5.2 Ahorro de gas por Conservación de la energía- Medida de Mitigación 1 (SM1)

Los balances optimizados se realizaron tomando como base los valores mínimos de calidad de la envolvente exigidos por la Normativa IRAM (Nivel “B”: “K” muros = 1 W/m<sup>2</sup>°C; “K” techos = 0,83 W/m<sup>2</sup>°C. Nivel “A”: “K2 muros = 0,32 W/m<sup>2</sup>°C; “K” techos = 0,32 W/m<sup>2</sup>°C). Se estudiaron las siguientes alternativas para los niveles “A” y “B” propuestos por la Norma: i- Aislación total en muros y techos; ii- Aislación sólo en techos; iii- Aislación sólo en muros. (Gráfico 1-barra SM1)

#### 3.5.3 Ahorro de gas por Ganancia solar:- Medida de Mitigación 2 (SM2)

Para cuantificar el ahorro de gas por incorporación de sistemas solares térmicos (muro Trombe liviano) se consideró el consumo de energía y ganancia solar para el día más desfavorable del año (21 de Junio). Se multiplicó la superficie potencialmente colectora orientada al Norte, Nor-este y Nor-Oeste, hora a hora, por la radiación en W/h (Radiación Total diaria: orientación Norte = 2.934 Watts, orientaciones noreste y noroeste = 2.409 Watts), afectándola por un coeficiente de rendimiento del sistema implementado del 33 %. Para el cálculo de superficies potencialmente colectoras se utilizó un software que trabaja bajo el entorno de ACAD (MESA, 1999), considerando el 70 % del total de fachada expuesta. (Gráfico 1- barra SM2). Para obtener el ahorro total anual se multiplicó el porcentaje de ahorro diario obtenido por el consumo de gas anual sin medida.

### 3.5.4 Consumo de energía eléctrica en iluminación (SA2)

Para el cálculo del consumo de energía eléctrica utilizada para iluminación (KWatts) se multiplicó la cantidad de luminarias por la potencia según tipo de luminaria (incandescentes = 75 Watts, fluorescentes = 40 Watts), por el factor de uso (entre 0,25 y 0,41 según tipología edilicia) y por las horas de uso anuales (2.190 hr/año). La cantidad de luminarias por vivienda se obtuvo a partir de la superficie habitable (1 luminaria cada 3 m<sup>2</sup> + 2 exteriores) afectada por el porcentaje de cada tipo de luminaria, de acuerdo a la tipología edilicia analizada. Se consideró que en el sector de análisis el 80% de las luminarias son incandescentes y el 20% fluorescentes.

### 3.5.5 Ahorro de electricidad por sustitución de artefactos - Medida de mitigación 3 (SM3)

Se aplica como medida correctiva la sustitución de las lámparas actualmente existentes por lámparas de bajo consumo. Las correspondientes al tipo de *incandescentes* de 75 Watts, fueron reemplazadas por lámparas *fluorescentes compactas (LFC)* de 15 Watts de potencia. Las de tipo *fluorescentes* de 40 Watts, fueron reemplazadas por lámparas *Trifósforo* de igual potencia pero de mayor rendimiento (de 72,5 lm/Watt a 83,75 lm/Watt respectivamente). En esta medida se tuvo en cuenta el aumento en la vida útil de la nueva lámpara en relación a las anteriores. (Gráfico 1- barra SM3).

### 3.5.6 Cálculo de las Emisiones de CO<sub>2</sub>

Se calcularon en función del consumo de energía. Tomando que 1KW equivale a 0,00032725 Tn CO<sub>2</sub>. Para el caso de Energía eléctrica se la considera como producida por generación térmica (Gráfico 2).

### 3.5.7 Análisis económico de las distintas medidas

Se calculó la relación entre el costo de inversión (en \$) de la aplicación de medidas (SM1 y SM2: 40% costo de materiales + 60 % mano de obra; para SM3: costo de la luminaria) y el ahorro de energía no consumida, obteniéndose el Costo Marginal de la medida (\$ x Kwatt ahorrado). Se calculó para un lapso de 30 años con un aumento anual del precio del gas del 7 % (actualmente de 0,135 \$/m<sup>3</sup> + 40 % de impuestos) y un aumento anual del precio de la electricidad del 2,34 % (actualmente 0,042 \$/kw + 40 % de impuestos). El costo de la inversión se afectó por una renta de la inversión del 8 % anual. En iluminación se consideró un aumento del precio de la lámpara del 9,2 % anual. (Gráfico 3).

## 3.6 Conformación de una Matriz de conclusión y planteo de distintos escenarios.

Una vez obtenidos los *Ic* se grafican en una “Matriz de Conclusión”, la cual permite obtener valoraciones parciales y globales a partir de la construcción de escenarios (Tabla 3-b).

## 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Indicadores cuantificados

A modo de ejemplo se presentan los indicadores de algunas de las variables. Los gráficos pertenecen a las tres medidas de mitigación cada una comparada con la situación actual.

Para el caso de la medida de conservación de la energía (SM1) se optó por la opción de *aislación de techos según nivel “B”* de IRAM, por ser la más eficiente en cuanto al ahorro de gas en m<sup>3</sup>/año versus costo de la implementación de la medida.

Para el caso de la medida de sustitución de artefactos de iluminación (SM3) se optó por la más eficiente en cuanto al ahorro de la energía y costo de las luminarias a reemplazar: sustitución de lámparas incandescentes por lámparas LFC.

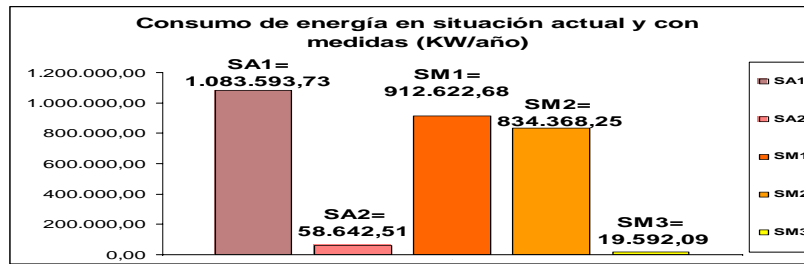


Grafico 1 – Comparación entre consumo de energía actual (SA1 y SA2) y aplicando medidas correctivas. (SM1, SM2, SM3).

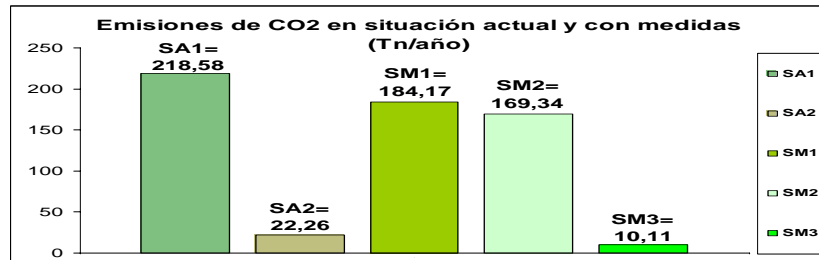


Gráfico 2 – Comparación entre emisiones de CO2 producidas por consumo de energía actual (SA1 y SA2) y aplicando medidas correctivas. (SM1, SM2, SM3).

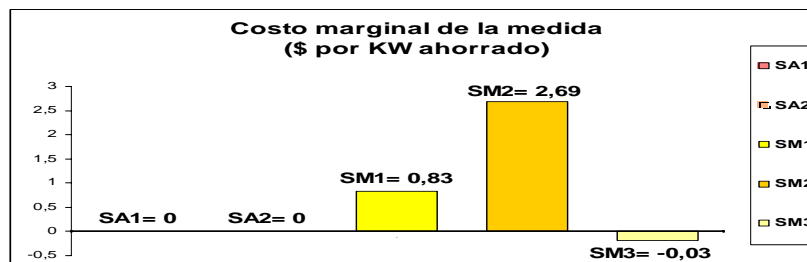


Gráfico 3 – Comparación entre gasto total de la inversión de la medida y el costo por Kw ahorrado para las tres medidas correctivas. En la situación actual el impacto es nulo.

## 4.2 Matriz de conclusión

En la Tabla 3-a se observa la valoración de las variables a partir de los tres atributos mencionados (Magnitud, Significancia y Temporalidad). En la Tabla 3-b se observan los *Índices de Conclusión* donde se visualizan los perjuicios o beneficios que presenta cada acción sobre el medio afectado.

Magnitud		Medio afectado	ESCALA LOCAL			ESCALA GLOBAL			
			SALUD		ECONOM.	MEDIO NATURAL			
			Afect. Aire por polución	Mejoramiento en Habitabilidad	Generación de Empleo	Costo por Unidad de Energía	Consumo de materiales	Agotamiento de E. No Renovables	Uso de E. Renovables
Acciones									
SA	SA 1		-10	-10			-10	-10	-10
	SA 2		-2	-10			-2	-2	-10
SM	SM 1		-8	10	10	-7	-10	-8	-10
	SM 2		-7	2	10	-10	-5	-7	10
	SM 3		-1	-10		10	-1	-1	-10
Significancia			1	1	0,5	1	0,8	0,9	0,8
Temporalidad			1	1	0,2	1	1	1	0,5

(a)

Matriz de Conclusion		Entorno Afectado	ESCALA LOCAL				ESCALA GLOBAL				
			SALUD		ECONOM.		MEDIO NATURAL				
			Afect. Al aire por polución	Mejoramiento en Habitabilidad	Generación de Empleo	Costo por Unidad de Energía	Consumo de materiales	Agotamiento de E. No Renovables	Uso de E. Renovables	Aumento del Calentamiento global	
Acciones											
SA	SA 1		-10,0	-10,0				-9,0	-4,0	-10,0	
	SA 2		-2,0	-10,0			-1,6	-1,8	-4,0	-2,0	
SM	SM1		-8,0	10,0	1,0	-7,0	-8,0	-7,2	-4,0	-8,0	
	SM2		-7,0	2,0	1,0	-10,0	-4,0	-6,3	4,0	-7,0	
	SM3		-1,0	-10,0		10,0	-0,8	-0,9	-4,0	-1,0	

(b)

Tabla 3 – Matriz de valoración del escenario actual (a) y matriz de conclusión con los valores Ic (b).



### 4.3 Planteo de escenarios.

En los Gráficos 4, 5-a y 5-b se visualizan las salidas del modelo. Las columnas corresponden a las acciones generadas ante la situación actual y la implementación de medidas correctivas, mientras que los colores indican las distintas situaciones susceptibles de recibir impacto (HALSNAES, et al). Observando el tamaño de las barras podemos inferir cuál de las interacciones tiene más relevancia con respecto a las otras.

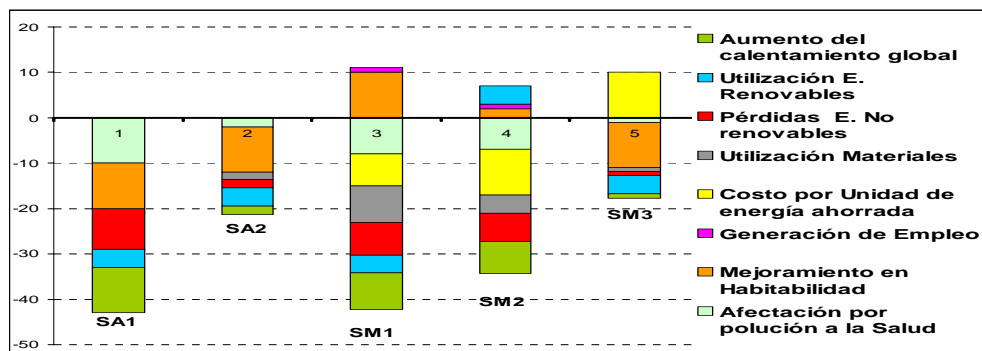
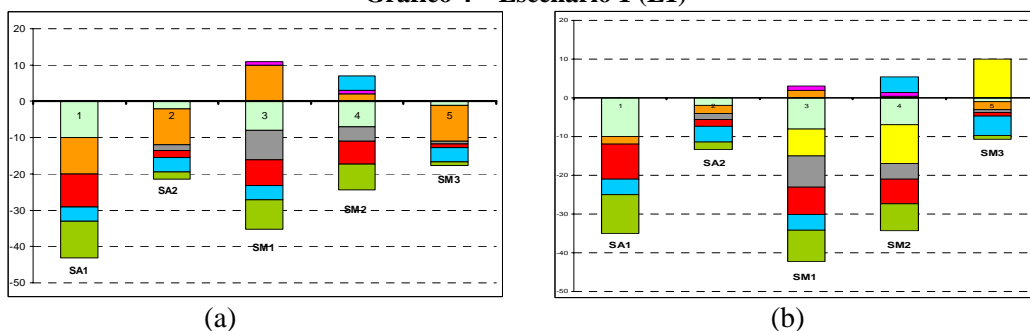


Gráfico 4 – Escenario 1 (E1)



En el Gráfico 4 se visualiza el **Escenario 1 (E1)**. Se ven los impactos negativos detectados en la situación actual (barra SA1 y SA2) y cómo, al aplicar medidas correctivas (barra SM1, SM2, SM3) algunos efectos dejan de ser negativos, tales como: “Habitabilidad”, “Generación de empleo”, “Utilización de energías renovables”. También se observa la reducción de algunas variables perjudiciales aunque no dejan de ser negativas, como “Pérdida de energía no renovable” y las referidas a la reducción de emisiones contaminantes al ambiente. Como desventaja al momento de considerar las medidas correctivas, surge el impacto negativo de la variable “Costo de la unidad de energía” para la SM1 y SM2, con respecto a la situación sin medidas donde no se producía impacto. Pero en el caso de la SM3 se observa que ese impacto es positivo, además de mostrar una significativa reducción de todas las variables de análisis.

El **Escenario 2 (E2)** (Gráfico 5- a) muestra la situación generada al transformar en cero (0) la variable “Costo de la Unidad de energía”, si supusiéramos que en el la realidad nacional, la aplicación de medidas de conservación energética y ganancia solar puedan ser acciones subvencionadas por el Estado. Si fuese posible este escenario consideramos que la SM1 prevalece sobre la SM2 porque presenta mejores condiciones respecto a la habitabilidad y la reducción de consumos de energías no renovables.

El **Escenario 3** (Gráfico 5 - b) plantea brindar mayor significancia a la variable “Utilización de Energías Renovables”, quitándosela a la habitabilidad, considerando que se premiarán las acciones orientadas al aprovechamiento de este tipo de energías en el medio urbano. De esta manera, la SM2 prevalece respecto del resto porque en el caso de las otras medidas, ven intensificada la negatividad de esta variable.

## 5 CONCLUSIONES

Del desarrollo implementado se concluye que:

- La utilización de matrices de interacción permite una visualización global de la complejidad de los impactos en un área urbana. Se desprende de este análisis que podría ser factible su uso en un área urbana de otras características.
- La construcción de la Matriz de Conclusión obtenida a partir de la cuantificación y valoración de las acciones, implica procesamiento específicos en relación a la temática abordada, en este caso Consumo de energía y Aplicación de energías renovables, lo que requeriría nuevos desarrollos y tipos de abordajes específicos al aplicarla en otros sectores representativos. Por otra parte permite generar fácilmente salidas gráficas estudiando escenarios específicos.
- Consideramos que la normalización de datos obtenidos es uno de los aspectos más relevantes en la aplicación de la metodología, ya que requiere de una actitud con criterio por parte del ejecutor y en consecuencia, decisiva en los resultados que puedan desprenderse de lo analizado. Se plantea para un desarrollo futuro, profundizar en otras metodologías de valoración y normalización de los impactos, como así también en otras temáticas de impacto ambiental urbano.
- Si bien se considera oportuna la posibilidad de definir este tipo de métodos a partir de “mosaicos” representativos, se observa la necesidad de seleccionar una unidad de análisis con mayor representatividad a partir de la incorporación de otros usos y tipologías edilicias tales como: sector terciario (establecimientos de uso educativo o de salud).

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- DE DICCO, R. A., **“Agotamiento del petróleo y gas natural en Argentina”** Agosto de 2004. IDICSO. Área Recursos Energéticos y Planificación para el Desarrollo. Serie Artículos y Noticias de Área. [www.salvador.edu.ar/csoc/idicso/energia/papelago6.htm](http://www.salvador.edu.ar/csoc/idicso/energia/papelago6.htm)
- DISCOLI, C. A., **“Estudio de Impacto Ambiental. Desarrollo de matrices de análisis y construcción de indicadores de evaluación”**. 1998. Revista Avances en energías Renovables y Medio Ambiente. Volumen 2. ISSN 0329-5184.
- GOMEZ OREA, D. **“Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental”**. 1999. Ediciones Mundi-prensas. Editorial agrícola española S.A.
- GONCALVES H., PANAIO M. O., CAMELO S., RAMALHO A., GRACA J. M., AGUIAR R., **“Ambiente construido, Clima Urbano, Utilización racional de la Energía de edificios en la ciudad de Lisboa”**, INETI, Lisboa, Portugal. 2004.
- HALSNAES, K., CALLAWAY, J. M., MEYER, H. J., **“Economics of Green House Gas Limitations. Main Reports”**. ISBN 87-550-2490-4. UNEP collaborating Centre on Energy and Environment. RISO National Laboratory. Den Mark, 1998.
- MESA, A. N., DE ROSA, C., CORTEGOSO, J. L., **“Modelo Gráfico Computacional para la determinación el área de fachadas potencialmente colectoras en medio urbanos”**. 1999. Asociación Argentina en Energías Renovables y Medio Ambiente.
- ROSENFELD, E. **“Proyecto Audibaires”**. Plan piloto de evaluación energética en capital federal y gran buenos aires. Informe final. Ias, Fipe. 1987.
- ROSENFELD, E. **“El Atlas como instrumento para el diagnóstico y la Gestión”**. Calidad Ambiental Urbano- Regional. CONICET PIP 3009 y PIP 2577. ANPCyT PICT 13-14509.

## 7 AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer el asesoramiento del Licenciado Cristian Matti, la Traductora Agustina Gomez y la Arq. Susana Criccelli.