

## **APLICACION DE SIG EN ESTUDIO ENERGETICO DEL SECTOR RESIDENCIAL (\*)**

**Irene Blasco Lucas<sup>1</sup>, Rodolfo Rosés<sup>2</sup>, Carina Carestia, Marina de La Torre**

Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa) – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD)  
Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) – Av. Ignacio de La Roza y Meglioli – 5400 San Juan – Argentina  
Tel.: +54(0)264 423 2395 / 3259 – Fax: +54(0)264 423 5397 – E-mail: [iblasco@farqui.unsj.edu.ar](mailto:iblasco@farqui.unsj.edu.ar)  
Internet: <http://www.unsj.edu.ar/arquitect/FAUD.htm>

### **RESUMEN**

El objetivo del trabajo consiste en desarrollar funciones en un sistema informático georeferenciado para facilitar el estudio de localización y distribución espacial de los factores que intervienen en la determinación de los consumos energéticos del sector residencial relacionados con el diseño urbano-arquitectónico. A tal efecto se elabora un procedimiento para compatibilizar el uso de diferentes tipos de software de soporte de este tipo de análisis (Sistemas de Información Geográfica: SIG). A partir de un caso de estudio se definen las estructuras de una base de datos relacionales y funciones que se enlazan con el sistema que utiliza la Dirección de Catastro y Geodesia de la Provincia (Arc-Info) para la identificación de las parcelas y edificaciones y mediante el uso de AutoCAD MAP y Microsoft ACCESS se crean consultas predeterminadas que relacionan los diferentes factores involucrados en el tema investigado.

### **PALABRAS CLAVE**

SIG, energía, sector residencial.

### **INTRODUCCION**

El análisis de la distribución espacial de los factores relacionados con el consumo energético adquiere una gran importancia, ya que la obtención de una representación cartográfica resulta de gran utilidad para la planificación de la distribución de servicios de electricidad y de gas por parte de las empresas encargadas del suministro (Voivontas et al., 1998). Asimismo, la incorporación de esta información en los registros de entes reguladores de energía y controladores de la calidad de la edificación (Dirección de Planeamiento Urbano) y de catastro, para su uso en SIG, provee valiosos datos adicionales para la toma de decisiones referentes a la fijación de diferentes tipos de tasas de la construcción, de los servicios e inmobiliarias.

Distintos entes de gobierno y empresas privadas poseen gran cantidad de datos relacionados con sus actividades específicas. Sin embargo, el tratamiento de los mismos no ha sido integrado de forma de optimizar su uso, desaprovechando además las potentes herramientas informáticas disponibles para el georeferenciamiento de la información (Yezioro y Shaviv, 1996).

El objetivo del trabajo es calificar y cuantificar los factores relacionados con el diseño urbano-arquitectónico que influyen en el consumo energético del sector residencial asociado a la localización y distribución geográfica de los mismos (Vargas y Rosés, 1996; Rosenfeld et al., 1999). Con la aplicación del procedimiento desarrollado se espera involucrar a instituciones y empresas relacionados con la industria de la construcción para que contribuyan a mejorar la eficiencia del uso de recursos escasos como lo es la energía.

### **PROCEDIMIENTO**

Se confecciona una Base de Datos Georeferenciada (GDB) tanto con información obtenida de encuestas y elaborada por el equipo de trabajo como con información provista por instituciones públicas y privadas. La GDB incluye tablas relacionales de consumos, mediciones, encuestas, parcelas, etc. Se desarrollan tablas de enlace para facilitar la relación entre las diferentes bases de datos y compatibilizar la información de las diferentes fuentes.

En ambiente de AutoCAD MAP se elaboran funciones específicas en lenguaje AutoLISP para procesar eficientemente información gráfica y para completar la información gráfica y no gráfica faltante. Una parte importante del trabajo consistió en probar la utilidad de AutoCAD MAP para el tipo de estudio requerido y la posibilidad de transferir datos de ArcInfo y ArcView al mismo. Fundamenta esta decisión el disponer de este software y el conocimiento de su manejo, además de que posee una gran difusión entre arquitectos y planificadores y de que es más económica su adquisición comparando con los otros softwares mencionados. Se consideró que los avances realizados en las últimas versiones de AutoCAD MAP facilitarían tareas que anteriormente o no se podían realizar o resultaban muy complicadas.

---

<sup>1</sup> Miembro de ASADES. Directora de Proyecto.

<sup>2</sup> Investigador del Instituto de Energía Eléctrica (IEE) - Facultad de Ingeniería (FI) – UNSJ.

### ***Pasos para la conversión de la base de datos de ArcInfo a AutoCAD MAP***

1. Se recopilan los datos de catastro. Estos datos están organizados por secciones mediante el software ArcInfo.
2. Con el Software ArcView se realiza la conversión al formato SHAPE de cada sección. Se obtiene una tabla (DBF) por cada sección.
3. En el manejador externo de base de datos de AutoCAD MAP se establece la localización de las tablas de la base de datos que se usarán. Se establece una localización por cada carpeta donde residan las tablas DBF.
4. Se ingresa a AutoCAD MAP para hacer la conexión con la base de datos.
5. Se convierte el formato SHAPE al formato nativo de AutoCAD MAP, el que consiste en un dibujo con las vinculaciones a su tabla correspondiente, para cada sección.
6. Con todas las tablas de las secciones se arma una sola tabla agregando una clave única, mediante MS-ACCESS.
7. Con una función desarrollada en AutoLISP se hace la desvinculación del dibujo de las tablas de datos de las secciones individuales y la vinculación a la tabla única de datos mediante la clave primaria. De este modo se obtiene un dibujo por sección y una única tabla de datos de secciones

### ***Pasos para hacer consultas gráficas***

En la base de datos completa donde se encuentran las encuestas, los consumos, los enlaces y las parcelas, se realiza la consulta deseada, respetando que el primer campo de la misma sea la clave primaria. Es aconsejable realizar las consultas lo más amplias posibles, es decir que se incluyan la mayor cantidad de campos con cálculos que se requieran. Estas consultas deben crear una nueva tabla.

1. Exportar al formato DBF la tabla obtenida asignándole un nombre \*\*\*\*.DBF (Sólo necesaria para AutoCAD MAP - R2)
2. Ingresar a AutoCAD MAP y definir el o los dibujos con los que se va a trabajar.
3. Hacer conexión con la tabla \*\*\*\*.DBF obtenida.
4. Definir Query (consulta) indicando la condición que el campo seleccionado debe cumplir para que se muestre gráficamente, indicando si es necesario alguna configuración de color. Ver Fig. 1.
5. Cuando se realicen múltiples consultas sobre la misma tabla, se debe utilizar la opción de crear un archivo de consultas \*\*\*\*.QRY. Para sistematizar las consultas se desarrolla la función mostrada en la Fig. 2.

```
(ade_qryclear)
(ade_qrysettype "draw")
(ade_qrydefine '((" " " " "SQL" ("PARCELAS" "KWHI < 5000.0 AND KWHI >=
4000.0")"))))
(ade_qrysetaltprop T)
(ade_altpclear)
(ade_altpdefine "Hatch" '(("Pattern" . "ANSI31")("Scale" . "0.25")("Rotation" .
"30.0")("Color" . "2")("Layer" . "0")))
(ade_qryexecute)
```

Fig. 1. Ejemplo de parte de una consulta en AutoLISP para la visualización de parcelas que cumplen una condición y con características de sombreado y color propias.

```
(setq TABLA (getfiled "Table " "" "DBF" 2))
(command "sh" (strcat "copy " tabla " Parcelas.dbf"))
(setq queries (getfiled "Query File" "" "QRY" 2))
(command "cmddia" "0")
(COMMAND "_ASEADMIN" "E" "DB3" "O" "C" "" "" "X"
"C" "PARCELAS"
"S" "PARCELAS"
"T" "PARCELAS"
"O" "L" "N" "CODMAP" "" "PARCELAS" "" ""
"")
(COMMAND "_ADERUNXQUERY" queries)
(command "cmddia" "1")
```

Fig. 2. Función para la ejecución de consultas (query) preparadas mediante MS-ACCESS y almacenadas en una tabla .DBF de nombre TABLA

### ***Estructura de la base de datos relacional***

La Fig. 3 muestra las relaciones entre las diferentes tablas de datos de encuestas, de los servicios de gas y de electricidad con las de parcelas facilitada por la Dirección de Catastro y Geodesia. Se puede observar que la forma en que está estructurada permite múltiples posibilidades de relaciones parciales y globales. La conformación de la tabla de enlaces fue fundamental para vincular las bases de datos facilitadas por las diferentes entidades, ya que cada una utiliza diferentes códigos para los mismos usuarios.

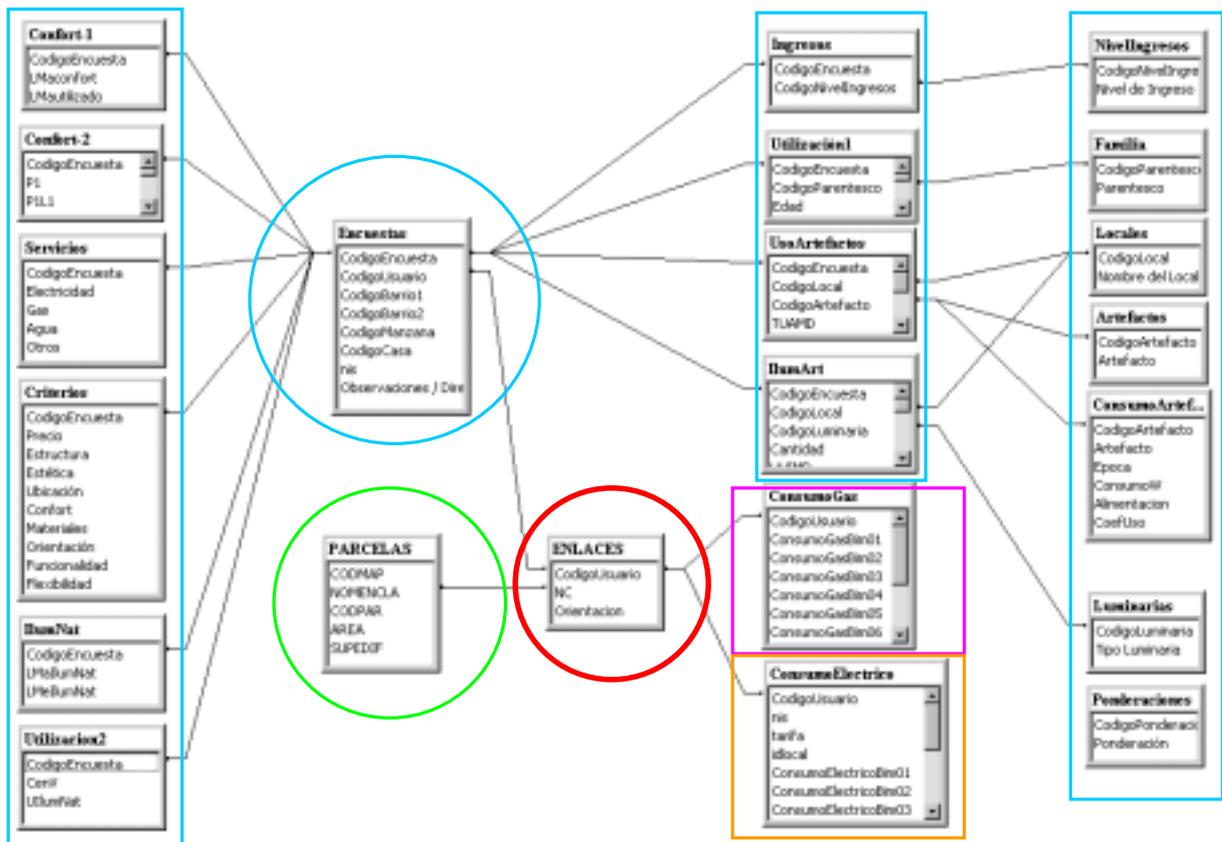


Fig. 3. Relaciones entre las tablas que conforman la base de datos para realizar consultas sobre las encuestas

La tarea de re-codificación realizada al confeccionar las tablas de enlace resultó muy laboriosa y podría evitarse si existiese un acuerdo entre las instituciones y empresas para emplear un código único. Las encuestas en un total de 162, fueron estructuradas en campos relacionados con la composición familiar, los hábitos de permanencia en la vivienda y de uso de luminarias y artefactos, las percepciones de los habitantes en cuanto a los locales de mayor y menor confort, las características de la vivienda y las fuentes de energía, como también con sus niveles de ingreso.

A su vez se definieron códigos para algunos campos que identificaban características de sus registros (ubicados a la derecha en la Fig. 3). La tabla de parcelas contiene características de las mismas y el código de enlace a la base gráfica, sumando un total de 1564 parcelas. Las tablas de consumo de gas y de electricidad contienen los datos correspondientes al año 1998.

## RESULTADOS

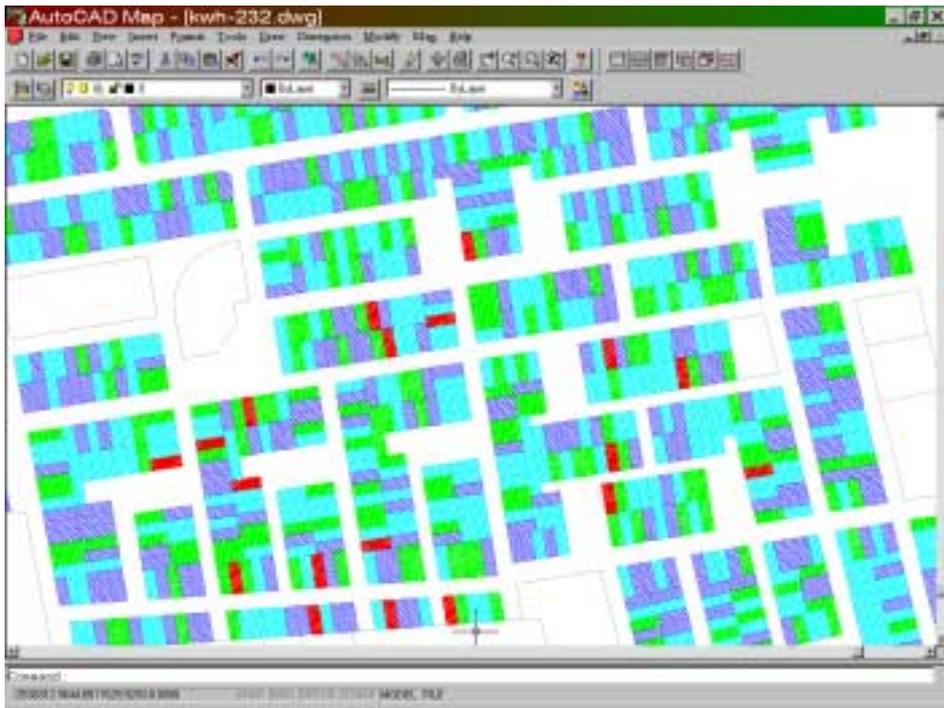
Los resultados se muestran gráficamente y destacan geográficamente las relaciones entre el consumo energético y los diferentes factores diferenciados para el caso de estudio analizado.

A continuación se incluyen dos ejemplos de aplicación. La Fig. 4 muestra una consulta por niveles de consumo anual de energía en un sector del barrio Natania XV y la Fig. 5 por niveles de consumo estacional de invierno del mismo barrio. Los valores de consumo energético utilizados son totales, es decir suman los de electricidad y de gas.

El elevado nivel de aleatoriedad de dispersión geográfica de los diferentes rangos de consumo energético definidos no permite determinar áreas cartográficas significativas en correspondencia con los mismos. Esto se debe fundamentalmente a que el tamaño de la muestra es muy reducido. Sin embargo, se puede obtener una rápida información del grado de dispersión geográfica de los parámetros analizados.

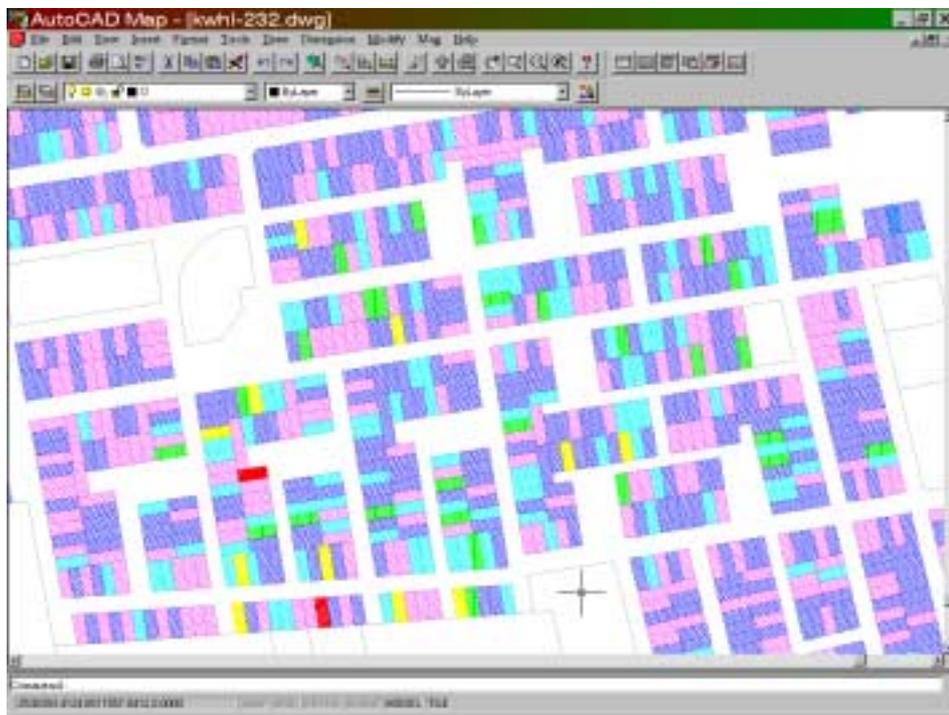
Asimismo se realizan estudios estadísticos con los datos de frecuencias obtenidas para cada rango estipulado. Se pudo comprobar la correspondencia existente entre consumos energéticos y algunos parámetros urbano-arquitectónicos tales como orientación, aventanamientos, compacidad y equipamiento de la vivienda (Blasco Lucas et al., 2000).

También se comprobó una fuerte relación entre consumos energéticos y algunos factores de comportamiento de los habitantes de las viviendas. Estos factores son la cantidad de miembros de la familia, edades y tiempos de permanencia de los mismos en la vivienda (Blasco Lucas et al., 2000). La BDG elaborada y su vinculación gráfica demostró ser muy potente, además de versátil y flexible, ya que permite su ampliación con otro tipos de datos relacionados al tipo de estudio que se realiza. Actualmente se completa la misma con vínculos a archivos gráficos de planos de las viviendas, cartas psicrométricas, datos climáticos, etc. El ambiente AutoCADMAP resultó perfectamente apto en sus funciones SIG.



Color	Rangos de KWh Anuales	Cantidad de Viviendas
	<5000	450
	>5000 y <9000	602
	>9000 y <13000	319
	>13000	18

Fig. 4. Distribución espacial por rangos de consumo anual



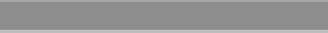
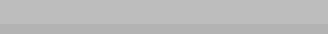
Color	Rangos de KWh	Cantidad de Viviendas
	<1000	477
	>1000 y <2000	670
	>2000 y <3000	201
	>3000 y <4000	29
	>4000	11

Fig. 5. Distribución espacial por rangos de consumo estacional de invierno

## CONCLUSIONES

El procedimiento desarrollado permite cuantificar el efecto de diversos factores geográficos, constructivos, sociales y económicos sobre el consumo energético mediante la confección de una base de datos georeferenciada y la utilización de herramientas informáticas avanzadas.

Las dificultades encontradas residieron principalmente en conseguir la información necesaria en la forma requerida para facilitar nuestra tarea, por parte de las instituciones y empresas involucradas. Por este motivo insumió mucho tiempo el procesamiento de los datos, los que no se consiguieron en su totalidad. Esto evidencia la necesidad de homogeneizar los criterios utilizados para el manejo de base de datos de cada una de las reparticiones y empresas. Sin embargo el procedimiento desarrollado pudo ser aplicado y ha quedado armada la estructura para continuar completando la base de datos.

A partir de la BDG se confeccionaron un conjunto de consultas para obtener nuevas vistas y resultados relacionados con el contenido de la misma, por ejemplo: Niveles de consumo versus orientaciones de viviendas, niveles de ingreso, grupo familiar, tamaño de viviendas, tipo de equipamiento, tipo de materiales, etc. Los resultados de estas consultas se visualizan en forma gráfica sobre los planos catastrales de las zonas geográficas estudiadas.

El instrumento desarrollado facilita fundamentalmente una rápida localización geográfica de las parcelas que cumplen las condiciones que se desea chequear, como también una visualización del grado de dispersión geográfica de las mismas, a la vez que obtener toda la información asociada a cada una de ellas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Voivontas D., Assimacopoulos D. y Mourelatos A. (1998). Evaluation of renewable energy potential using a GIS decision support system. *Renewable Energy*, **Vol. 3**, pp. 333-334.
- Yeziro A. y Shaviv E. (1996). A knowledge based CAAD system for determining thermal comfort design strategies. *Renewable Energy* **Vol. 1**, pp. 133-138.
- Vargas A. y Rosés R. (1996). Am/Fm GIS model for basics applications and for engineering distribution applications. CIRED Argentina'96. Bs. As., Argentina.
- Rosenfeld E., Discoli C., Dubrovsky H., Czajkowsky J., San Juan G., Ferreyro C., Rosenfeld Y., Gómez A., Gentile C., Martini I., Hoses S. y Pinedo A. (1999). Eficiencia energética y URE en los sectores residencial-terciarios metropolitanos. Las aglomeraciones del Gran Buenos Aires y Gran La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, **Vol. 6**, N° 1.
- Rosenfeld Y., Discoli C., Martini I., Hoses S., Olivera H. y Rosenfeld E. (1999). Metodología para la configuración de un sistema de información para el estudio energético de mallas de redes edilicias y de infraestructura urbana. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, **Vol. 6**, N° 1.
- Blasco Lucas I., Facchini M., Pontoriero D., Rosés R. y Carestia C. (2000). Analysis of energy consumption at suburban dwellings in relation to urban-architectonic parameters. *Renewable Energy*, **Part III**, pp. 1882-1885.
- Blasco Lucas I., Hidalgo E., Gomez W. y Rosés R. (2000). Factores de comportamiento de habitantes del sector residencial y su incidencia en el consumo energético. ASADES 2000, XXIII Reunión de trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente.

## ABSTRACT

The work is aimed to develop functions at a Georeferenced Informatic System (GIS) assisting the study of localization and spatial distribution of those factors involved in the energy consumption at residential sector related to the urban-architectonic design. Therefore, a procedure to make compatible the use of different software for this type of analysis was developed. From a study case the relational database structures are defined as well as functions linked with those used by the system of Survey and Geodesy Direction of San Juan Province (Arc-Info) to identify parcels and buildings. Then, with the help of AutoCAD MAP and Microsoft ACCESS, queries that relate the different factors of the studied theme are created.

---

(\*) Especial agradecimiento a las empresas Energía San Juan, ECOGAS-Gas Cuyana y ECIPSA, la Dirección de Catastro y Geodesia de la Provincia de San Juan, la Prof. Sonia Daverio y al estudiante Dante Aguiar Blasco.