

LA DINÁMICA DEL CRECIMIENTO URBANO DISPERSO, EN CIUDADES DE ZONAS ÁRIDAS ANDINAS. EVALUACIÓN DEL IMPACTO ENERGÉTICO AMBIENTAL

A. Mesa¹, C. de Rosa²

Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales. INCIHUSA - CONICET
Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda (LAHV)
C.C.131. (5500) Mendoza, Argentina. Tel. (0261) 4288797 Int. 110. E-mail: amesa@lab.cricyt.edu.ar

RESUMEN: El crecimiento acelerado que caracteriza en la actualidad al Área Metropolitana de Mendoza (AMM), se está produciendo básicamente por extensión de su periferia, ocupando nuevos territorios, hasta hace poco tiempo, destinados a la producción rural.

Este crecimiento sin responder a ninguna política lógica, presenta limitaciones referidas a la posibilidad de utilización eficiente del suelo escaso del oasis y de las redes de infraestructura instalada, además del requerimiento constante de extensión de las mismas, asociadas generalmente al consumo intensivo de energía y la degradación ambiental.

El trabajo evalúa el impacto energético-ambiental producido por las nuevas urbanizaciones periféricas. Los indicadores utilizados para cuantificar la eficiencia energética de las construcciones fueron: el Factor de Forma, el FAEP (Factor de Área de Envolvente en relación al Piso) y la potencialidad de captación solar.

El impacto sobre el medio ambiente fue cuantificado mediante las siguientes variables: impermeabilización del suelo, optimización del aprovechamiento del agua, pérdida del suelo fértil y emisión de gases de efecto invernadero de algunos de los materiales utilizados.

Palabras clave: crecimiento urbano, impacto ambiental, energía.

INTRODUCCION

El Área Metropolitana de Mendoza, situada en el Oasis Norte de la provincia, es el resultado de la integración de una ciudad central, y de 5 unidades político-administrativas contiguas a ésta, con una población integrada total de más de 900 mil habitantes. Entre los municipios intervinientes existen interrelaciones físicas (definidas por la continuidad edificada) y funcionales (flujos económicos, de personas, y de bienes y servicios).

En la actualidad el AMM ocupa una superficie urbanizada de aproximadamente 114.000 ha, con una estructura claramente lineal, siguiendo el eje Norte-Sur. Se caracteriza por una densidad muy baja (4.310 hab/km²), siendo la tendencia actual esencialmente, la incorporación de las tierras periféricas para nuevos loteos y barrios (INDEC, 2001). Este crecimiento sin responder a ninguna política lógica de completar los vacíos urbanos de la trama existente, invade tierras productivas del oasis hacia el este y sur, y el área del piedemonte hacia el oeste. Esto presenta limitaciones referidas a la posibilidad de utilización eficiente de las redes de infraestructura instalada, además del requerimiento constante de extensión de las mismas, asociadas generalmente al consumo intensivo de energía y la degradación ambiental.

Componentes que han influido en la demanda de nuevos terrenos residenciales.

De acuerdo a los antecedentes evaluados en el análisis general del AMM, es posible identificar distintos factores (sociales y económicos) que influyeron en gran medida en la expansión de la ciudad sobre el oasis. La crisis de la vitivinicultura, fue un importantísimo factor económico en la década de los 80, que influyó en que el precio de la tierra productiva disminuyera, dándole la posibilidad a muchas personas comprar terrenos para viviendas de fin de semana, para residencias permanentes o simplemente, como especulación inmobiliaria. En la actualidad se ha revertido estas crisis por lo tanto es de esperar que este factor disminuya su importancia considerablemente, pero es imposible de revertir en algunas zonas ya que el precio de la tierra ha aumentado, lo que hace económicamente no redituable que regresen a su uso primario.

En la periferia los valores del suelo son más bajos, porque los terrenos no cuentan generalmente con servicios ni equipamiento. Esto determina la posibilidad de construir viviendas y conjuntos habitacionales a un menor precio y los terrenos tienden a ser más amplios. Teóricamente esto no debería suceder, ya que el costo de la extensión de los servicios básicos y la instalación de nuevos equipamientos debería ser cargado a los nuevos desarrollos inmobiliarios, pero hasta ahora éstos se consideran externalidades y son asumidas en su mayor parte por el Estado.

El menor costo de los terrenos periféricos ha sido también determinante para que el Estado propicie la proliferación de vivienda social en el borde urbano. No obstante esto, las características de éstas urbanizaciones (tamaño de los terrenos y vivienda) mantienen las mismas dimensiones como si estuvieran dentro del área histórica consolidada. La superposición de estas nuevas tendencias, han dado por resultado un territorio heterogéneo y fragmentado en los que se yuxtaponen situaciones

¹ Investigador Asistente CONICET

² Investigador Principal CONICET

contrastadas, lotes residenciales, añosos viñedos, bodegas de alta tecnología, barrios de viviendas sociales y conjuntos residenciales cerrados, compartiendo el paisaje, los recursos y las vías de comunicación.

Un efecto preocupante de este nuevo sistema de ciudad es que la tendencia lleva a la paulatina desaparición del sentido original de la ciudad como lugar de encuentro, que ligados o no al comercio, han sido tradicionalmente característicos de la vida urbana. Los nuevos corazones de esta ciudad son los centros comerciales, donde el acceso preferente es en automóvil. En los niveles medios y altos, las zonas residenciales son diseñadas como entidades cerradas (“gated neighbourhoods”), intentando garantizar la tan buscada seguridad. Como consecuencia de esto se privatiza el espacio público, a través del desarrollo de condominios que se separan del resto de la ciudad por muros y un acceso controlado y cuyas calles y espacios comunes interiores sólo están abiertos para los residentes, tendiendo a aumentar la segregación en el conjunto de la ciudad (figura 1).



Vista aérea de un barrio cerrado. Línea negra: borde del barrio (detalle). Líneas blancas: vías de circulación rápida.

Detalle de un límite urbano ejecutado en un barrio cerrado.

Figura 1: Sector residencial correspondiente a un barrio cerrado.

SELECCIÓN DE CASOS DE ANÁLISIS

Los casos seleccionados para el análisis del impacto energético-ambiental producido por las tendencias de crecimiento a través de urbanizaciones periféricas son cuatro secciones urbanas y corresponden el primero a una zona de cuadrícula ortogonal del área consolidada, sector 1, que será tomado como base de referencia comparativa con los otros tres casos evaluados. Los otros tres sectores corresponden a áreas periféricas homogéneas, representativos de las distintas tendencias actuales de expansión: sector 2, barrio cerrado; sector 3, conjunto habitacional de financiación estatal; sector 4, área residencial de construcción individual. Para el análisis para cada zona se consideró como unidad de análisis un área de 250 metros de radio. (figuras 2; tabla 1).



Sector 1: área residencial zona urbana consolidada



Sector 2: área residencial barrio cerrado



Sector 3: conjunto habitacional de financiación estatal



Sector 4: Área residencial de construcción individual

Figura 2: Imágenes de los sectores 1 a 4 (fuente de la imagen: Google Earth).

	Área evaluada (m ²)	Densidad de población (hab/ha)	FOS	FOT	Localización
Sector 1	196.350	96.7	0.56	0.57	Área consolidada Ciudad Capital
Sector 2		53.9	0.44	0.44	Área periférica piedemonte al Oeste
Sector 3		90.4	0.51	0.61	Área periférica zona del Oasis al este
Sector 4		38.5	0.25	0.27	Área periférica zona del Oasis al sur

Tabla 1: Resumen cuantitativo de los distintos sectores evaluados.

URBANIZACIÓN, MOVILIDAD Y CAMBIOS DE USOS DEL SUELO

Impacto energético-ambientales de los nuevos patrones de apropiación del suelo urbano en el AMM

Los impactos sobre el medio ambiente de las configuraciones de los distintos sectores seleccionados, fueron evaluados considerando la incidencia de las variables relacionadas al uso del suelo y al comportamiento energético de las construcciones, y fueron cuantificados mediante las siguientes variables: factor de forma, FAEP, potencialidad solar, impermeabilización del suelo, optimización del aprovechamiento del agua, pérdida del suelo fértil y emisión de gases de efecto invernadero de algunos de los materiales utilizados.

Analizando comparativamente los resultados obtenidos de las distintas tipologías de urbanización, se observa que las construcciones insertas en los fraccionamientos más recientes (sector 4), mantienen una relación similar de los indicadores utilizados para cuantificar su eficiencia energética, que las zonas más consolidadas. El Factor de Forma y el FAEP, tienen variaciones entre todos los analizados menores al 10%, lo que indica que a pesar de ser construcciones aisladas (viviendas no adosadas), el desarrollo morfológico de las mismas hace que tengan un comportamiento térmico bueno y semejante a las viviendas adosadas. La relación de los valores de la potencialidad de captación solar, presenta el mismo comportamiento. En todos los casos el área colectora solar es importante (superior al 120 metros cuadrados por unidad construida) cubriendo los requerimientos potenciales de aplicaciones solares (figura 3).

Si bien los resultados referidos a la eficiencia energética de las construcciones en todas las zonas analizadas presentan valores similares, los indicadores que evalúan el uso del suelo en las zonas analizadas presentan diferencias más notables. Tanto la zona correspondiente al casco urbano (sector 1), como a las zonas periféricas más consolidadas (sectores 2 y 3), no presentan variaciones porcentuales superiores al 20%. El porcentaje de suelo ocupado por las construcciones, la trama vial y el espacio verde privado, varía dentro de un rango cercano al 30% para cada categoría. Esta relación cambia en los casos de las zonas más alejadas (sector 4), donde el espacio verde privado llega a valores superiores al 50% del total del área urbanizada, manteniendo el área ocupada por las construcciones y por la trama vial porcentajes cercanos al 20% y 30% respectivamente. Cuando estos valores son relacionados a la densidad de población de cada área, la desequilibrada apropiación del suelo se hace evidente (figura 4).

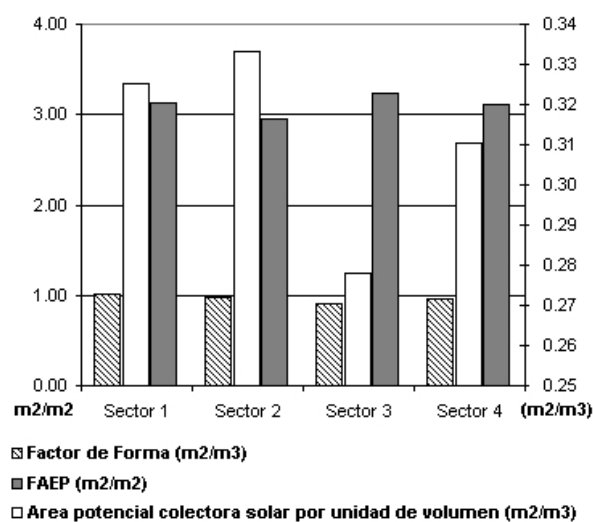


Figura 3: Análisis de las variables relacionadas con eficiencia energética de las construcciones.

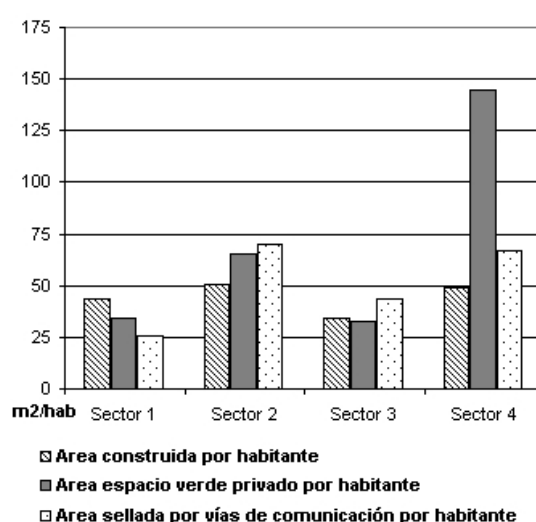


Figura 4: Análisis de las variables relacionadas con el uso del suelo.

De valores de 20 a 50 m² por habitante de espacio verde privado, pasa en los nuevos asentamientos a valores superiores a los 100 m² por habitante. El impacto sobre el medio ambiente de la localización y diseño de estas nuevas configuraciones, (considerando impermeabilización del suelo, utilización del agua, y pérdida del suelo fértil) es muy importante. El AMM es una zona de oasis de alta vulnerabilidad, próxima al denominado piedemonte andino, lo que la hace propensa a sufrir la incidencia de aluviones en la temporada de las lluvias estivales. El sellado reciente de grandes superficies reduce no solo la posibilidad de recarga del acuífero, sino que ha aumentado notablemente la velocidad y caudal de las vías de descarga del

agua de lluvia, haciendo más probable el riesgo de desastres. Si bien el porcentaje de suelo sellado en las zonas evaluadas es más bajo que las áreas más consolidadas, sirve aclarar que estos nuevos asentamientos están ocupando antiguas zonas de alto valor agro-productivo, donde la impermeabilización era nula.

Cuando se analiza el volumen de agua consumida por los nuevos usos, el riego utilizado al año por una hectárea de parque o jardín es equivalente al necesario en la misma superficie de un cultivo de vid o frutal (de 8 a 10 mil m³ por hectárea al año) (Oriolani, 1999). Considerando además el hecho que las zonas de producción agrícola se nutren del sistema de canales de riego del agua del río Mendoza, mientras que la mayoría de las viviendas particulares, utilizan para el riego agua potable. Si bien es importante la cantidad de áreas verdes disponibles en las zonas urbanizadas, los resultados obtenidos dejan en claro que algunas configuraciones urbanas hacen un uso no sustentable del suelo, sin tener en cuenta las necesidades sociales, considerando que las tierras utilizadas son escasas por pertenecer a un oasis productivo bajo riego.

Movilidad y vías de circulación

Estas nuevas configuraciones urbanas, no cuentan generalmente con los equipamientos indispensables (escuelas, hospitales, comercios, ni sistemas de transporte), generando una dependencia completa hacia el aumento de la movilidad, hecho que empeora la congestión y contaminación metropolitana existente. Esta tendencia de crecimiento, trae aparejado el desarrollo de un sistema de transporte generalmente basado en el uso intensivo del automóvil para los sectores que disponen de esa posibilidad, y en los sectores populares, esto implica que miles de personas deben usar diariamente el deficiente sistema de transporte público, y en la medida que la extensión de la ciudad aumenta, el tiempo que pierden en transportarse crece.

El sistema vial se diseña, construye y mantiene para que el tránsito de vehículos se efectúe con buen nivel de servicio, representando éste por la capacidad vial y el índice de superficie de pavimento. Este aspecto fue analizado a partir de la incidencia del diseño sobre el sellado del suelo y la contaminación ambiental, producida por los materiales utilizados.

Descripción de los casos evaluados

Los sectores evaluados corresponden a las áreas destinadas a las vías de comunicación correspondientes a los cuatro sectores analizados (figura 2). Si bien todos son colectores diseñados para tránsito medio, el ancho y materiales de los mismos es variable según cada caso (figura 5).



Imagen sector 1



Imagen sector 2



Imagen sector 3



Imagen sector 4

Figura 5: Detalle de las vías de circulación de los sectores 1 a 4.

La superficie destinada a vías de circulación en las zonas analizadas está dentro del rango entre el 25 y el 40% del total de la superficie urbanizada. De igual forma el área sellada en las mismas no es semejante, presentando una tendencia actual, a la conservación de áreas verdes de los sectores destinados al tránsito peatonal, mientras que en casi todos los casos de los sectores del área consolidada el sellado de las veredas es total, a pesar de que la carga de tránsito peatonal no lo amerite (Sector 1). Esto tiene una incidencia importante al momento de evaluar las consecuencias ambientales asociadas a la permeabilidad de la superficie y a las emisiones de los materiales utilizados, ya que si bien en el AMM, la baldosa calcárea, es el material generalmente empleado, entre los distintos sectores, se llega a diferencias del 100% (tabla 2).

	Área vías de comunicación (m ²)	Área de calles (m ²)	Ancho de calle (m)	% de sellado	Material utilizado	Área de veredas (m ²)	Ancho de vereda (m)	% de sellado	Material utilizado
Sector 1	48.635	20.659	9	100	Hormigón	27.659	5,58	100	Calcáreo
Sector 2	74.119	49.127	12	100	Asfalto	24.992	3,50	50	Calcáreo
Sector 3	77.591	36.446	7,8	100	Hormigón	41.145	5,80	50	Hormigón
Sector 4	50.290	33.372	10,4	100	Adoquín hormigón	16.918	4,70	25	Hormigón

Tabla 2: Resumen de los distintos sectores evaluados.

Incidencias ambientales de los materiales utilizados

La infraestructura vial tiene una alta incidencia en la economía regional derivada de su alto costo de construcción, mantenimiento o rehabilitación, al que habría que adicionarle también los costos producidos sobre el medio ambiente. Este aspecto fue evaluado mediante el análisis de la incidencia ambiental de los materiales generalmente utilizados en las vías de circulación. La metodología utilizada para el cálculo de la variable a evaluar, Potencial de Calentamiento Global (GWP), fue el Análisis del Ciclo de Vida, para un período de emisiones de 40 años, en base a los datos extraídos de los Inventarios de Emisiones Producidas por los distintos materiales, desarrollados en la UID (Correa, 2003; Correa, 2004). Los materiales evaluados en este análisis son los que generalmente se utilizan en la zona: pavimento asfáltico, de hormigón y de adoquines de hormigón (figura 6) para los pavimentos y la baldosa calcárea para las veredas.



Pavimento de hormigón

Pavimento de asfalto

Pavimento de adoquín de hormigón

Figura 6: materiales utilizados en la infraestructura vial, en el AMM.

	Área evaluada de pavimento (m ²)	Material utilizado	Emisiones ³ CO ₂ eq * m ² (Kg. en 40 años)	Área evaluada de vereda (m ²)	Material utilizado	Emisiones ⁴ CO ₂ eq * m ² (Kg. en 40 años)
Sector 1	20.976	Hormigón	49.82	27.659	Calcárea	59.90
Sector 2	49.127	Asfalto	31.28	24.992	Calcárea	59.90
Sector 3	36.446	Hormigón	49.82	41.145	Calcárea	59.90
Sector 4	33.372	Ad. hormigón	36.80	16.918	Calcárea	59.90

Tabla 3: Resumen de los distintos sectores evaluados.

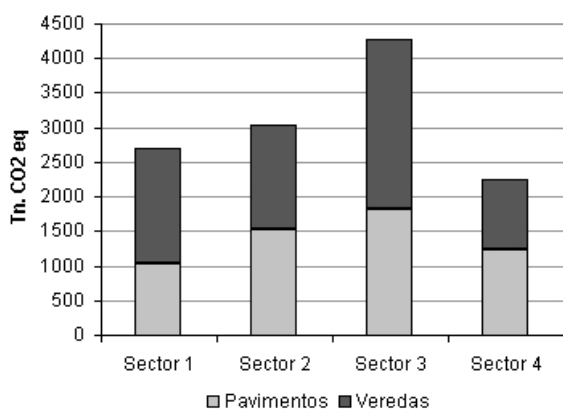


Figura 7: GWP emitido por los materiales de pavimentos y veredas de cada sector evaluado.

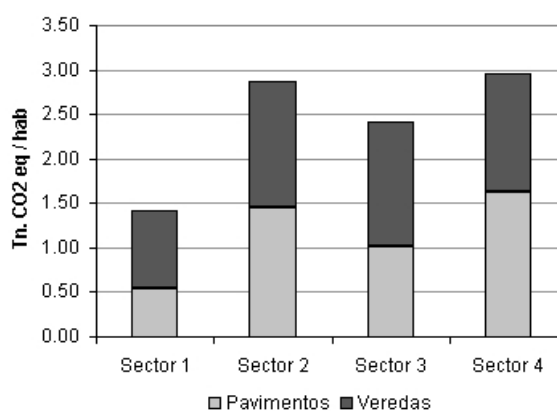


Figura 8: GWP emitido por los materiales de pavimentos y veredas en relación a la densidad de población.

³ Correa et al. 2004.

⁴ Correa et al. 2003.

Los resultados obtenidos acerca de del impacto producido por cada configuración urbana referidos a la variable GWP, dejan ver por una lado la incidencia del diseño en la cantidad de material utilizado por unidad de superficie, donde el de mayores emisiones en el período analizado (40 años) es el sector 3, que tiene una importante área sellada en la suma total de pavimentos y veredas con materiales de alta emisión. El sector 2 es que cuenta con mayores índices de sellado de suelo para uso vehicular, pero los valores de GWP, con mas bajos, dado que el material empleado tiene menores emisiones (figura 7).

Si bien la configuración espacial del sector 4 hace que el mismo, no presente valores importantes generales de emisiones, a lo largo de la vida útil de los materiales empleados, al relacionar los mismos con la densidad de población se obtiene que a cada habitante del sector, le correspondería hipotéticamente, más del doble de emisiones que a un habitante del sector 1. Estos valores son similares a los obtenidos en el análisis de las variables de uso de suelo (figura 4), convalidando que las nuevas propuestas urbanísticas dispersas, tienen buenos resultados en los análisis generales de las distintas variables en relación a las áreas, pero resultan insustentables al correlacionar su comportamiento con la cantidad de población que los ocupa, convirtiendo en bienes privados, los escasos recursos ambientales, y transfiriendo a costos públicos, las externalidades negativas que este tipo de urbanización produce.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que es imprescindible prevenir, controlar y revertir los procesos de pérdida de suelo productivo generados por el crecimiento urbano no planificado en la región, sobre todo en las áreas más frágiles, como el piedemonte o en los sectores con tradición y /o alto potencial agrícola. Esto significa generar procesos de planificación y gestión de las áreas urbanas y suburbanas para ordenar las actividades posibles en el marco de la lucha contra el crecimiento desmedido de la urbanización.

El objetivo final debería tender al desarrollo de modelos de asentamiento urbano ambientalmente adaptados a las condiciones locales conducentes a minimizar el riesgo de desertificación y contribuir al crecimiento ordenado de la ciudad sobre áreas de alta fragilidad.

En pos de la búsqueda de un modelo de ordenamiento sustentable del territorio se hace imprescindible la formulación de un marco político-legal, que contenga y conduzca los profundos procesos de transformación que experimenta el mismo en los distintos ámbitos jurisdiccionales de la región.

REFERENCIAS

- Blum, W.E.H. (1988). Soil degradation caused by industrialization and urbanization. *Advances in GeoEcology*. N° 31 pp. 755-766.
- Correa, E.; Arena, A. y de Rosa, C. (2004). Sustentabilidad de la infraestructura de redes de circulación urbana. Inventario de emisiones producidas durante el ciclo de vida de distintos tipos de pavimentos de uso vehicular. Encac 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4
- Correa, E.; Arena, A. y de Rosa, C. (2003). Estudio de las implicancias ambientales relacionadas con la construcción y uso de distintos pavimentos peatonales en zonas residenciales de la ciudad de Mendoza. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol. 7 n°1. ISSN 0329-5184. pp. 35-40.
- Fukahori K.; Kubota Y. (2003). The role of design elements on the cost-effectiveness of streetscape improvement. *Landscape and Urban Planning*. N°63. pp. 75-91. Elsevier Ed.
- Hasse, J.; Lathrop, R. (2003). Land Resource impact indicators of urban sprawl. *Applied Geography*. N°23 pp. 159-175.
- INDEC Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas, D.E.I.E., Mendoza, (2001) (Resultados parciales).
- Irwin E.; Bockstael N. (2004) Land use externalities, open space preservation, and urban sprawl. *Regional Science and Urban Economics*. N° 34. pp. 705-725. Elsevier Ed.
- Mesa N. A., de Rosa Carlos, (2005). Estudio de los patrones de apropiación del suelo urbano por la expansión de las áreas residenciales. *Análisis del Área Metropolitana de Mendoza*. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol. 9, ISSN 0329-5184.
- Oriolani, Mario. (1999) Requerimientos hídricos de los principales cultivos de Mendoza. INTA, Mendoza, Argentina.
- Zhang, T. (2000). Land market forces and government's role in sprawl. *Cities* Vol. 17, N° 2. pp. 123-135. Elsevier Ed.
- Zhang, T. (2001). Community features and urban sprawl: the case of the Chicago metropolitan region. *Land Use Policy* N°18. pp. 221-232. Elsevier Ed.

ABSTRACT: The accelerated urban growth underway by Mendoza's Metropolitan Area is basically occurring as an extension of its periphery, occupying new grounds up to now devoted to rural uses.

This growth, uncontrolled by any logical policy, presents limitations related to the possibilities of the efficient use of the scarce oasis soil and the present infrastructure networks, besides the constant requirement for their extension, which is generally associated to intensive energy consumption and environmental degradation.

The study evaluates the energy and environmental impacts due to the recent peripheral urbanizations. The indicators utilized to quantify their energy efficiency were: the Form Factor (FF), the FAEP (Factor relating the building's envelope to the useful floor area) and the potential solar energy utilization.

The environmental impact was assessed using the following variables: soil's sealment, water use optimization, fertile soil's loss and greenhouse emission gases.

Keywords: urban growth, environmental impact, energy