

# METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PRODUCCIÓN- OPERACIÓN DEL HÁBITAT URBANO SUSTENTABLE.

Fernando Murillo (\*).

Centro de Investigación Habitat y Energía. FADU. Universidad de Buenos Aires.  
Pabellón III, Piso 4, Ciudad Universitaria (1428). Capital Federal Casilla Correo (1000).  
Tel (01) 781-5020 al 29 int 458. Fax (01) 782-8871. -e-mail: fmurillo@huiyin.fadu.uba.ar

## RESUMEN

El presente trabajo desarrolla un método de evaluación de proyectos de producción de hábitat fundamentado en la medición de costos iniciales, o de urbanización; futuros o de uso y nivel de calidad bioambiental. La hipótesis sustentada es que, generalmente las estrategias de reducción de costos iniciales en proyectos habitacionales tienden a generar mayores costos de uso y menores niveles de calidad bioambiental, evitables incorporando pautas de diseño optimizadoras de recursos naturales. La comparación de sectores microurbano existentes y alternativas que incorporan estrategias de diseño bioclimático, permite someter a prueba la hipótesis, planteando los límites y potencialidades del enfoque.

## INTRODUCCIÓN

El concepto de desarrollo sustentable como parámetro de evaluación de los procesos de producción de hábitat plantea un cuestionamiento estructural a la práctica del diseño y la planificación contemporánea. La evaluación de eficiencia, equidad y optimización de los recursos naturales generado por procesos de producción y uso habitacional, en distintos contextos urbanos, define la racionalidad de las decisiones proyectuales adoptadas. En la medida en que los proyectos de urbanización únicamente tiendan a minimizar inversiones iniciales y no consideran costos futuros ni el impacto bioambiental generado, la sustentabilidad del proceso se encontrará seriamente afectada. La exclusión del impacto bioambiental y de los costos futuros de la evaluación de proyectos constituye una falencia conceptual frecuente en las metodologías actualmente empleadas por las distintas organizaciones involucradas en el tema. El trabajo propone un método de evaluación integrador de costos y del concepto de calidad bioambiental.

El objetivo es exponer la bases conceptuales e instrumentales de dicho método, ejemplificando su aplicación desarrollando un análisis comparativo de proyectos de desarrollo urbano, existentes y propuestos. El tópico principal de la evaluación es definir en qué medida las decisiones de desarrollo urbano básicas (localización, densidad y forma) generan niveles de calidad ambiental y a qué costos de producción y operación. Para tal fin se seleccionaron sectores microurbano representativos de la ciudad de Buenos Aires, clasificados en sectores planificados o conjuntos habitacionales y sectores tradicionales o barrios. Posteriormente se proponen rediseños alternativos que incorporan pautas bioambientales que, comparados con los sectores existentes, explicitan los límites y potencialidades de aplicación de las pautas propuestas en cada contexto microurbano.

(\*) Becario iniciación. SECyT UBA.

## ESQUEMA METODOLOGICO

El método de evaluación adoptado se fundamenta en la interrelación de cuatro variables básicas en los procesos de decisión de proyectos habitacionales y de desarrollo urbano -fig 1-.

\**Decisiones proyectuales:* localización, densidad y forma;

\**Costos iniciales:* suelo, construcción e infraestructura;

\**Costos futuros:* transporte, mantenimiento, energía en edificios;

\**Calidad bioambiental:* -Nivel de optimización recursos naturales: asoleamiento y viento.  
-Funcional-físico: accesibilidad y recubrimiento suelos absorbentes.  
-Funcional social: sup espacios verdes públicos por habitantes.

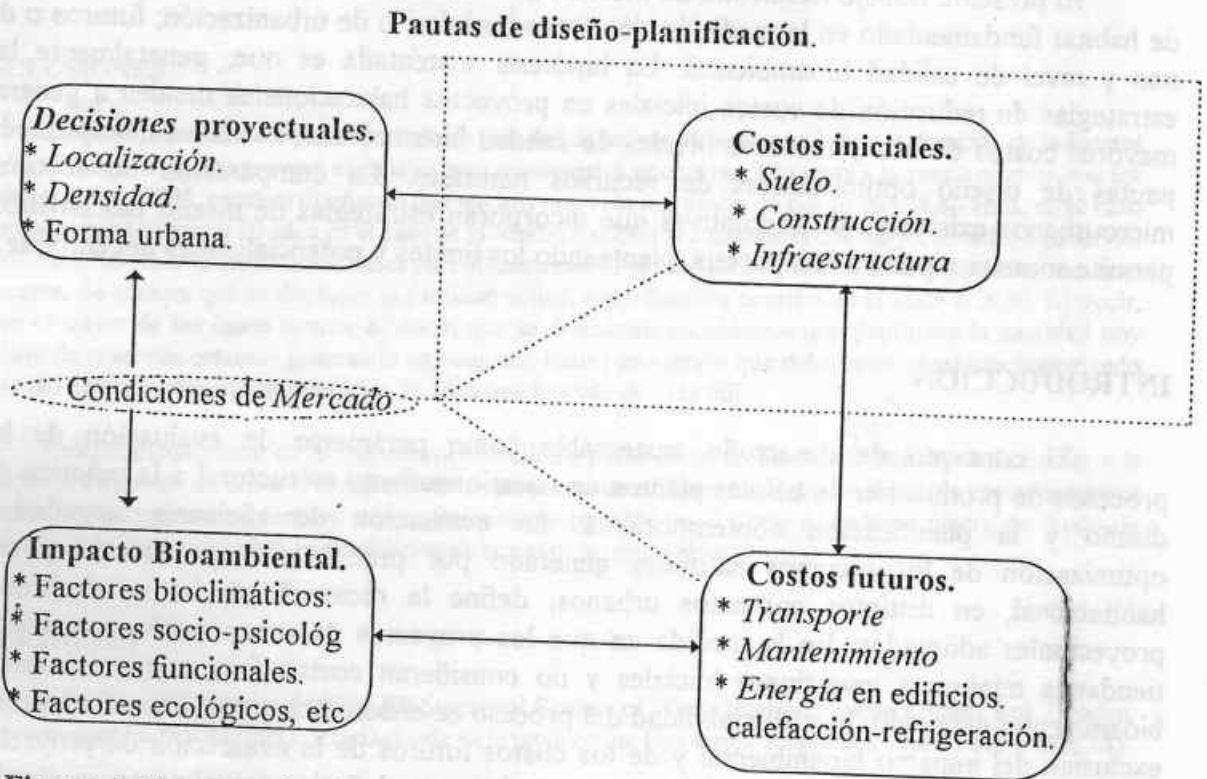


Figura 1. Esquema síntesis de las variables intervinientes.

Los indicadores empleados para mensurar costos establecen a través de estándares y modelos simplificados un valor total de producción y uso por vivienda, estimando núcleos familiares con cinco integrantes. La calidad bioambiental es estimada a partir de distintos indicadores cualitativos que, comparados con el modelo de deseabilidad adoptado, permite ponderar las distintas dimensiones temáticas intervinientes y obtener resultados finales generales posibles de sumar -Murillo & de Schiller, 1994-.

Tres etapas estructuran el proceso metodológico.

- Selección de los sectores microurbano a estudiar.
- Análisis climático regional, formulando pautas de diseño y propuestas de alternativas de rediseño de los proyectos existentes optimizando recursos.
- Evaluación de las alternativas, comparando los sectores seleccionados con las alternativas propuestas, definiendo la conveniencia de implementar las distintas pautas propuestas en función de los costos y beneficios generados en cada caso.

# FORMULACION DE PAUTAS BIOCLIMATICAS

El análisis de las variables climáticas regionales y las modificaciones generadas por el asentamiento humano persigue el objetivo de proponer un conjunto de pautas de diseño y planificación que permitan crear microclimas confortables. La metodología adoptada permite inferir pautas de diseño de los datos climáticos -fig 2- -Evans y de Schiller 1988-.

El clima de Buenos Aires, zona bioambiental III a (templado-cálido) -Norma IRAM 11603/80- se caracteriza por sus benignos inviernos, cálido-húmedos veranos y significantes precipitaciones distribuidas a lo largo del año. Bajas velocidades de viento y razonables niveles de asoleamiento contribuyen a generar condiciones confortables en espacios exteriores durante la mayoría de los meses del año -Evans y de Schiller, 1994-.

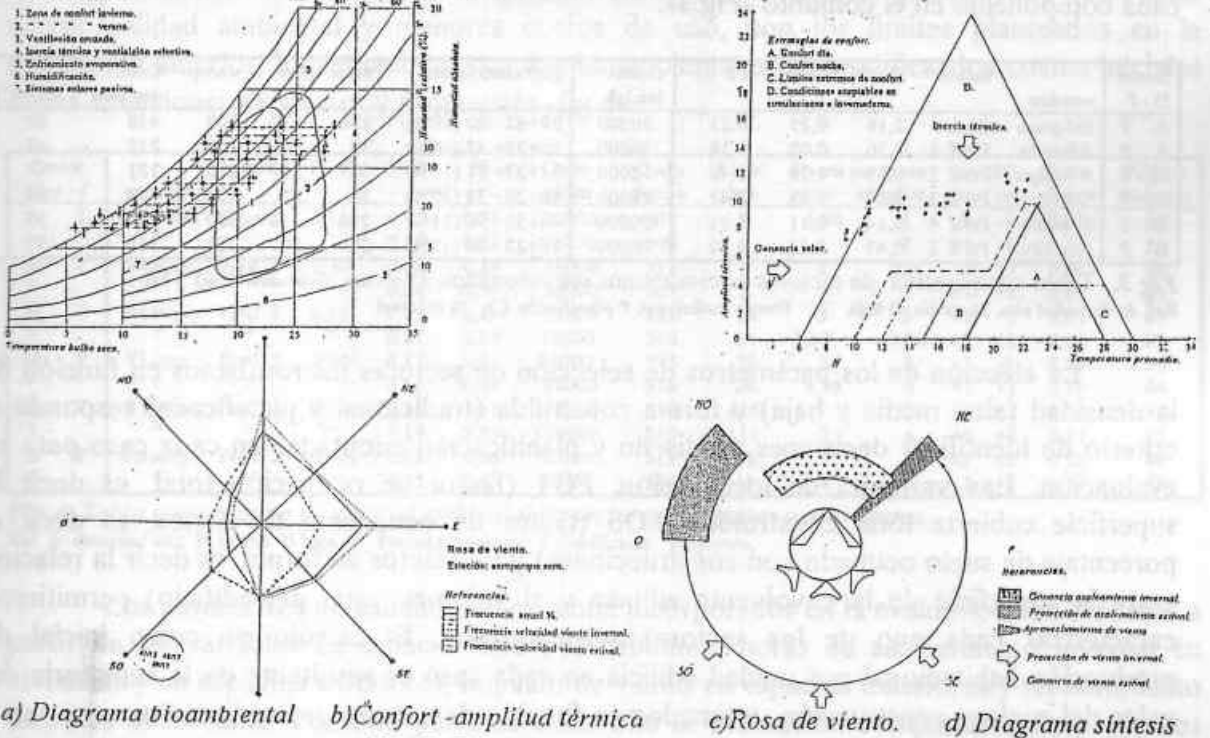


Fig 2. Diagramas análisis climático.

El análisis de las variables climáticas permite formular pautas de diseño y planificación aplicables en decisiones proyectuales estratégicas en distintas escalas.

- La *densidad* urbana es controlable a través de la relación entre altura y distancia entre edificios, siendo recomendable mantener una relación entre altura de edificación y distancia entre paramentos en un valor de 1:1,5 en la orientación Norte -Kratz, 1988-.
- La *orientación* NE/SO y NO/SE de la trama, permite obtener mayores densidades y calidad ambiental.
- Las decisiones de *forma construida*, tal como la orientación N/NE/NO mejora la captación de asoleamiento invernal y protección de viento proveniente del S/SE/SO.
- La *proporción entre superficies construidas y verdes*, medible a partir del indicador recubrimiento de suelo absorbente, influye significativamente en las condiciones de temperatura urbana (en situaciones extremas generando el efecto conocido como "isla de calor" -Givoni, 1989-). La vegetación constituye un recurso fundamental para generar condiciones de confort y medir niveles de calidad bioambiental.

## ANALISIS DE CASOS

Para analizar los límites y potencialidades del método propuesto se seleccionaron sectores microurbanos de Buenos Aires a partir de los parámetros de densidad y forma construida. Se trabajó sobre densidades altas (más de 900 hab-has), medias (entre 300 y 899 h-h) y bajas (menos de 300 h-h); así como sobre formas "tradicionales", resultado de la subdivisión de suelo urbano en lotes y construcción de viviendas por sus propietarios y "conjuntos habitacionales", diseñado a partir de un mismo proyecto.

### A. Evaluación costos sectores existentes.

Esta sección presenta costos iniciales y futuros, definiendo los pesos relativos de cada componente en el conjunto -Fig 3-.

Sector D - F	nombre	localiz	FOT	FOS	FF	Costo Inicial	gas+electricidad	mant	serv	transp	Costo uso/mes	5 años Cu%Ci
A T	Belgrano	Céntr	2,16	0,25	0,23	90000	38+42=80 (18%)	150	110	100	440	29
A P	Albarelo	Perif 1	1,70	0,09	0,38	36000	20+22=42 (16%)	30	30	150	252	42
M T	V Maipú	Perif 2	0,53	0,29	0,49	52000	24+27=51 (13%)	80	50	200	381	44
M P	V López	Perif 3	0,80	0,13	0,42	28000	18+20=38 (10%)	30	25	280	373	80
B T	S Isidro	Perif 4	0,14	0,11	1,01	130000	46+50=96 (11%)	250	150	320	816	37
B P	Constity.	Perif 2	0,47	0,13	0,40	20000	16+23=39 (12%)	20	30	230	319	95

Fig 3. Tabla comparativa de sectores microurbanos seleccionados. Costo uso viviendas 70 m<sup>2</sup> 5 hab.  
Ref. A: densidad alta. M.media. B.baja T: Forma tradicional. P.planificada ( ): % del total.

La elección de los parámetros de selección de sectores microurbanos en función de la densidad (alta, media y baja) y forma construida (tradicional y planificada) responde al criterio de identificar decisiones de diseño y planificación adoptadas en cada caso para su evaluación. Las variables de localización, FOT (factor de ocupación total, es decir la superficie cubierta total construida), FOS (factor de ocupación de suelos, es decir el porcentaje de suelo ocupado con construcciones) y FF (factor de forma, es decir la relación entre la superficie de la envolvente edilicia y el volumen total del edificio) permitieron caracterizar cada uno de los sectores seleccionados. El cálculo de costo inicial de producción habitacional por unidad edilicia en cada caso es resultante de la sumatoria del valor del suelo y construcción, estimados en función de valores promedios. Por otra parte, se calculó el costo de uso por mes con modelos simplificados de consumo energético, costo de mantenimiento, servicios y transporte según tipología edilicia y localización.

El cálculo del costo de uso medido en un período de cinco años, calculando el porcentaje que dicho monto representa respecto al costo inicial total permite estimar los diferentes pesos relativos del costo de uso respecto al costo inicial en las distintas situaciones micourbanas planteadas. Dicha información permite indagar expeditivamente en qué medida las decisiones globales de diseño y planificación adoptadas en la producción de una determinada tipología habitacional resulta más eficiente que otra, considerando en todos los casos simultáneamente costos iniciales, futuros y calidad bioambiental.

La evaluación revela que los mayores costos iniciales y futuros corresponden a sectores tradicionales pero a su vez, los porcentajes mayores de costos futuros calculados a los 5 años respecto a las inversiones iniciales corresponden a las formas planificadas o conjuntos habitacionales. Es decir que la relación entre inversión inicial y costo de uso es explicativa de las decisiones proyectuales adoptadas. El porcentaje de costo de acondicionamiento edilicio, medido a partir del costo de gas y electricidad varía en los distintos sectores entre 10 y 18 % del total de los costos futuros o de uso considerados.

Es decir que, las mayores inversiones iniciales necesarias para obtener reducciones en los costos de acondicionamiento térmico, en el contexto actual del bajo costo energético en Argentina, no es justificable considerando solo el ahorro económico a corto plazo, sino a partir del análisis del costo de uso a largo plazo y el menor deterioro de la calidad bioambiental obtenible. La evaluación de la viabilidad de instrumentación de las pautas en función del impacto producido sobre el conjunto de costos, incorporando la dimensión temporal y la calidad bioambiental posiciona el tema desde una perspectiva más realista.

#### B. Evaluación de la calidad bioambiental de sectores existentes y propuestos.

El segundo análisis realizado parte de la consigna de proponer alternativas proyectuales a cada sector seleccionado que, sin variar su costo inicial permita obtener un nivel de calidad ambiental mayor. El eje de la cuestión fué verificar la hipótesis de obtener mayor calidad ambiental y menores costos de uso, con los límites planteados en la evaluación anterior, implementando pautas bioambientales sin modificar los costos iniciales en las situaciones existentes y propuestas -fig 4-.

Sector	Den - f	nombre	localiz	FOT	FOS	FF	Costo inicial	Costo futuro	ELib/ hab	Hs sol inv xViv	prom xEspExt	vientEE inv ver	Rec s absorv	%Eco asol+vto
A	T	Belgrano	Céntr	2,16	0,25	0,23	90000	440	9	1,30	1	-3 -1	0,23	28
*	*	"	"	"	0,35	0,22	90000	400	6	4	2	+1 -1	0,23	55
A	P	Albarelo	Perif 1	1,70	0,09	0,38	36000	252	7	2	0,3	-2 +2	0,06	24
*	*	"	"	"	0,08	0,30	36000	205	5	5	3	+1 +2	0,05	62
M	T	V.Maipú	Perif 2	0,53	0,29	0,49	52000	381	24	5	3	+1 +1	0,04	67
*	*	"	"	"	0,21	0,52	52000	360	24	5,30	3,30	+2 +1	0,04	67
M	P	VLópez	Perif 3	0,80	0,13	0,42	28000	373	26	3	2	-2 -1	0,26	56
*	*	"	"	"	0,15	0,39	28000	350	26	4,30	4	+1 +1	0,29	64
B	T	S Isidro	Perif 4	0,14	0,11	1,01	130000	816	116	7	5	+2 +2	0,36	85
*	*	"	"	"	0,14	0,83	130000	810	116	7	4	+2 +2	0,21	85
B	P	Constity.	Perif 2	0,47	0,13	0,40	20000	319	41	3	2	-1 +2	0,29	46
*	*	"	"	"	0,13	0,40	20000	310	41	4	3	+1 +2	0,14	65

Fig 4. Tabla comparativa de calidad ambiental en sectores existentes y propuestos.

Ref. A: densidad alta. M media B baja. T : Forma tradicional. P planificada. \*propuesta.

Los parámetros de calidad bioambiental incorporados en la evaluación son medidos a partir de las variables de espacio libre por habitante, horas de asoleamiento invernal en viviendas y en espacios exteriores, impacto de viento en espacios exteriores y recubrimiento de suelo absorbente. Por otra parte se desarrolló la evaluación comparativa de proyectos existentes seleccionados con las alternativas propuestas que incorporan pautas bioambientales de diseño, midiendo los beneficios obtenidos a partir de las estrategias de diseño propuestas teóricamente mejor adaptadas al clima. Las tablas muestran que los sectores existentes y las alternativas propuestas no varían sus costos iniciales al mantener iguales densidades y adoptar formas edilicias que no aumentan los costos de construcción. Los menores costos de acondicionamiento energético, consecuencia de la mayor ganancia solar invernal reducen el costo de uso entre el 8 y el 12 % en los distintos casos.

Asimismo, la ganancia solar invernal en viviendas y en espacios exteriores tiende a duplicarse en los proyectos propuestos de alta densidad que en los de baja. En los sectores planificados, al existir una estrategia de ocupación del espacio, el recubrimiento de suelo tiende a mantener proporciones convenientes, excepto en los frecuentes casos de apropiación ilegal de espacios comunes por parte de privados, particularmente los propietarios de los lotes en planta baja. El conjunto de indicadores considerados demuestran que el criterio de promover el desarrollo habitacional de alta densidad permite reducir costos iniciales pero con el condicionamiento importante que, de no mediar adecuadas pautas de optimización de recursos bioambientales producirá el incremento de los costos de uso habitacional y el deterioro de la calidad bioambiental.

## CONCLUSIONES

El aporte principal de la metodología es la posibilidad de evaluar en tiempos relativamente reducidos el proceso de urbanización desde una perspectiva integradora de los factores estratégicos intervinientes. La evaluación demuestra la importancia del diseño de la forma construída para obtener menores costos de uso y mejores condiciones bioambientales. La mayor cantidad de horas solares en los distintos proyectos propuestos son obtenibles independientemente de sus densidades mejorando la eficiencia energética edilicia y las condiciones bioambientales en los espacios exteriores.

Puede verificarse que los sectores con menores densidades gozan de mayor calidad bioambiental: casi el doble de horas-sol invernal, en viviendas y espacios exteriores, espacios exteriores más confortables y mayor espacio verde por habitante -ver tabla II-. Pero la densificación permite reducir costos iniciales, factor fundamental en el caso de viviendas de bajo costos y emplazadas en áreas de alto costo de suelo. El control de la densidad y la forma construída a través de pautas proyectuales que incorporan conceptos de racionalización de recursos permite minimizar costos y generar mayor calidad habitacional. Las alternativas de rediseño presentadas principalmente proponen modificaciones en los factores de orientación y distancias entre edificios, considerados como factores claves para obtener mayor aprovechamiento de recursos solares y eólicos en invierno y verano.

Las alternativas en cada caso -Anexo I- definen el esquema proyectual propuesto en función de la mayor o menor densidad, la forma edilicia y la subdivisión de suelo adoptada. La búsqueda de mayor asoleamiento invernal condujo a configuraciones edilicias de menor altura y con volúmenes articulados entre sí a partir del criterio de maximizar las superficies de fachadas orientadas en la dirección NE/N/NO. Los problemas de viento y mínimo asoleamiento en espacios exteriores en invierno justificó la generación de tiras edilicias continuas rodeando espacios exteriores mejorando la captación solar invernal, la protección eólica invernal y la conservación energética. En densidades menores, la desprotección de viento invernal justifica la propuesta de aumentar la contactación edilicia a través de sus medianeras, reduciendo pérdidas energéticas y generando espacios exteriores protegidos.

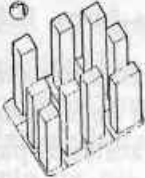
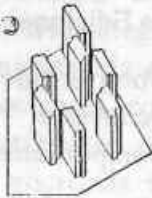


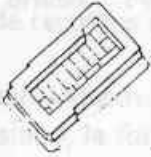
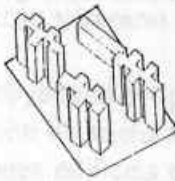
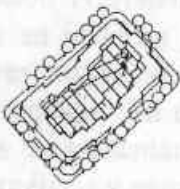
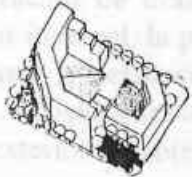
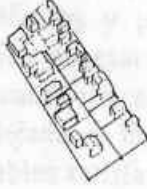
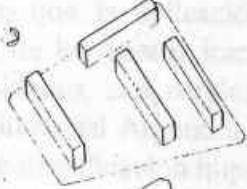

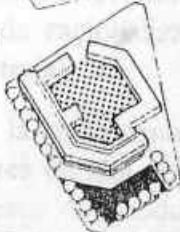
La demostración, aunque tentativa, del potencial de aplicación de pautas bioambientales en distintas áreas microurbanas permite refutar dos conceptos muy difundidos entre inversores inmobiliarios y proyectistas. Primero, que la aplicación de pautas de diseño bioclimático implica necesariamente incrementos de los costos iniciales; segundo, que dichas pautas son eficaces únicamente en bajas densidades, casi rurales con tipologías aisladas, situación muy alejada de la actual demanda habitacional Argentina. Las pautas propuestas serían implementables satisfaciendo la demanda de densificación impuesta por la lógica financiera habitacional pero incorporando conceptos de racionalización de costos y recursos naturales en el diseño de la forma construída y la materialidad.

La tabla II demuestra que los beneficios obtenibles a partir de la implementación de pautas bioambientales propuestas tienden a ser mayores en los sectores de alta densidad y formas planificadas. Ello implica que, el objetivo de generar procesos de producción y operación de hábitat sustentable no consiste en promover tipologías de viviendas aisladas, en sectores de baja densidad, supuestamente más ecológicas, sino por el contrario, adoptar estrategias de desarrollo urbano a partir de la planificación estratégica de densidades y formas construídas.

### Referencias bibliográficas.

- Evans, John & Silvia de Schiller. 1988. *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar*. Serie de Ediciones Previas. EUDEBA. Buenos Aires, 1988.
- Evans, John & Silvia de Schiller. "Notes from Buenos Aires", en *Architecture and Behaviour*. Volume 10, N°1. Association de la revue "Architecture & Comportement" (EPFL, Lausanne, Switzerland) pags 124/7. 1994.
- Givoni, Baruc. *Urban Design in Different Climats*. (Geneva, Switzerland. World Metereological Organization). 1989
- IRAM. Instituto de Racionalización de Materiales. *Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Acondicionamiento Térmico de Edificios*. Norma 11.603. Buenos Aires, 1980.
- Kratz, Rosa & Raquel Perahia. *Indicadores Urbanos de Habitabilidad*. Serie de Ediciones Previas. EUDEBA. Buenos Aires, 1988.
- Murillo & de Schiller, 1994. *Evaluación Costo Beneficio de Pautas Bioambientales de Desarrollo Urbano*. Actas ASADES '94. Rosario 11 al 15 Octubre 1994.

Anexo 1. Volumetrías sectores existentes y alternativas propuestas.

Densidad		Formas tradicionales.	Formas planificadas (conj habitac)
Alta	Existente		
	Propuesto		
Evaluación		<ul style="list-style-type: none"> <li>*40 \$/mes menos de costo de uso.</li> <li>*3 m2 más de espacio libre p/ habit.</li> <li>*2,30hs/viv y 1h/EE más de sol inv.</li> <li>*3 veces mejores condic viento inv.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*47\$/mes menos de costo de uso.</li> <li>*2m2 más de espacio libre p/habit.</li> <li>*3hs/viv y 2,30hs/EE más de sol inv.</li> <li>*3 veces más recubrimiento de suelos</li> </ul>
Med	Existente		
	Propuesto		
Evaluación		<ul style="list-style-type: none"> <li>*21\$/mes menos de costo de uso</li> <li>*0,30h /viv y EE más de sol inv.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*23\$/mes menos de costo de uso.</li> <li>*1,30h/viv y 2hs/EE más de sol inv</li> </ul>
Baja	Existente		
	Propuesto		
Evaluación		<ul style="list-style-type: none"> <li>*6\$/mes menos de costo de uso.</li> <li>*1h/EE + de sol invernial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*9\$/mes menos de costo de uso.</li> <li>*1h/viv y EE + de sol invernial.</li> <li>*mejor condic protec viento inv EE</li> <li>*mitad de recub suelo absorbente.</li> </ul>