

## VIII BIENAL DEL COLOQUIO DE TRANSFORMACIONES TERRITORIALES Territorios y territorialidades en movimiento

Mesa 1: **Ordenamiento y gestión territorial.**

### ***La simulación y su validez como herramienta metodológica para el análisis de transformaciones urbano-territoriales.***

Cecilia Marengo, (CONICET), Alejandro Ambrosini, Silvia Bonetto, Alejandra Ochoa  
Instituto de Investigación de Vivienda y Hábitat  
FAUD - FCs. EFyN - UNC  
[mcmarengo@gmail.com](mailto:mcmarengo@gmail.com)

#### **Palabras Clave:**

Modelo de simulación / transformaciones urbanas/ planificación/ prospectiva/  
herramientas informáticas

Investigación: "Validación de un Modelo de simulación aplicado a procesos urbanos en sectores en transformación: Estudio de caso: Área portal del Abasto."  
Proyecto subsidiado por SECyT – UNC Res.Nro. 69/08. Período 2008-2009.  
Directora: Dra. Cecilia Marengo. Equipo de Investigadores: Prof. Emérito Mario Forné, Prof. Alejandro Ambrosini, M.Sc. Cecilia Peralta, Arq. Silvia Bonetto, Arq. Alejandra Ochoa.  
Becarios: Lic. Ana Laura Elorza, Ma. Virginia Monayar.  
PRIMER PREMIO ARQUISUR de INVESTIGACIÓN 2009 en categoría investigadores formados. Otorgado en el XXVIII Encuentro y XIII Congreso de la Asociación de Facultades y Escuelas de Arquitectura del Mercosur (ARQUISUR).

#### **Las transformaciones urbanas recientes**

La producción del espacio urbano (con la incorporación de actores públicos y privados en la gestión urbana) se ha modificado como resultante de los cambios estructurales de orden económico, social y político. Nuevos procesos, formas espaciales y magnitudes de la segregación social / urbana, estarían dando lugar a una configuración territorial más compleja caracterizada por la fragmentación del espacio. Expansión metropolitana y suburbanización se producen conjuntamente con procesos de deterioro espacial en las áreas centrales consolidadas. Dualización social y fragmentación espacial con áreas ganadoras y perdedoras se presentan a escala regional-metropolitana y a escala intra-urbana reproduciendo condiciones de

marcada desigualdad al interior de un mismo sub-espacio. Como idealización social y fragmentación esta referencia: "Modelo de economía dual de Lewis, A. en el contexto de ciudades de países periféricos.

La planificación normativa sujeta a los cambios de paradigma derivados de la globalización, pareciera no dar respuesta a los procesos de producción urbana impulsados por las dinámicas de centralización / descentralización.

Como menciona Ramos, A. (2004:7) "El grado de complejidad y el protagonismo que han adquirido las manifestaciones de la naturaleza urbana en el curso cotidiano de los acontecimientos convierte cualquier hecho en potencial expresión o producto de este laboratorio de invención urbana que fueron y siguen siendo las ciudades...." "Las transformaciones que pueden experimentar las ciudades demuestran una capacidad infinita de variedad y de respuesta, en la dimensión enorme de su constitución de artefacto, a la asociación de factores que las provocan, sin concesiones fáciles a tutelas globales y sin encontrar tampoco límites a la innovación en los registros que se manifiestan."

La urbanización es un fenómeno en expansión, tanto en lo que tiene que ver con la extensión superficial de los territorios afectados por su dominio, como en lo que respecta a la población mundial que se asienta bajo la condición urbana. De allí que resulte un motivo común que suscita gran expectación la atención a las manifestaciones contemporáneas del proceso de urbanización, por su doble trascendencia creciente y demostrada capacidad de respuesta autónoma y de invención de sus recursos.

En el marco de las transformaciones que afectan a las áreas urbanas, muchos autores reafirman el valor del centro, como área de valor e importancia, y señalan la complejidad de las intervenciones arquitectónicas – urbanísticas en estas áreas. Rem Koolhaas (2004: 73) insiste en la importancia del centro como fuente de toda significación. Señala que las intervenciones en las áreas centrales se debaten en el hecho de una presión que es doblemente destructiva: el volumen cada vez mayor de dependencias no solo constituye una presión totalmente intolerable, supone también que el centro tiene que ser constantemente mantenido, es decir, modernizado. Como "el lugar mas importante" que es tiene que ser paradójicamente al mismo tiempo lo mas antiguo y lo mas nuevo, lo mas fijo y lo mas dinámico, experimenta la

adaptación mas intensa y constante, que después se ve comprometida y complicada por el hecho de que tiene que ser una transformación no reconocida, invisible a simple vista.”

La reestructuración urbana que están experimentando las ciudades, es proclamada por algunos investigadores urbanos de los países desarrollados como la transformación más extraordinaria en la naturaleza del urbanismo desde los orígenes de la ciudad. Otros (Soja E., 2004), la describen como la segunda gran transformación después de la emergencia de la ciudad capitalista del siglo XIX. Según Soja, (2004:92) la concienciación de estos nuevos procesos urbanos, tomando como base su significativa diferencia con el pasado, resulta incluso más necesaria, que el detallar sus orígenes en la historia dilatada de la urbanización y el urbanismo como modo de vida.

El termino postmetropolis, (en oposición a la metrópolis moderna) no significa que ésta haya desaparecido o esté completamente desplazada. “Lo que ha estado sucediendo es que los nuevos procesos de urbanización y configuración se han superpuesto sobre los viejos y han conectado con ellos en crecientes formas complejas. Las superposiciones y articulaciones se están volviendo más espesas y densas en muchas partes del mundo, pero la moderna metrópolis no se ha desvanecido por completo en ningún lugar” (Ibid, 2004:92)

A criterio de los investigadores urbanos “esto significa que debemos entender la nueva urbanización y el urbanismo sin descartar nuestras viejas concepciones. Al mismo tiempo reconocer que las discutidas ciudades actuales y las complejas relaciones entre proceso social y forma espacial así como proceso espacial y forma social –la dialéctica socio-espacial-, cada vez resultan más diferentes de cómo eran durante los años sesenta. Los cambios han sido tan espectaculares que ya no resulta tan sencillo añadir nuestros nuevos conocimientos a los antiguos. Existen demasiadas incompatibilidades, contradicciones, disrupciones, que plantean la necesidad de volver a pensar radicalmente y quizás reestructurar profundamente las formas heredadas de análisis urbano para satisfacer los desafíos teóricos, políticos y prácticos presentados por la postmetropolis” (ibidem).

En ese fundamento –idea de ciudad compleja y de urbanismo complejo- se asienta la investigación en curso, apoyándonos en la convicción que es necesario el desarrollo de nuevas metodologías y abordajes a la cuestión urbana y una aproximación a la realidad de los procesos urbanísticos que ponga en tela de discusión las consecuencias e impactos de determinadas decisiones de proyecto. No sólo por la necesidad de anticipar posibles crisis, sino porque además los mecanismos de concertación público-privados, que se vislumbran en la gestión de los grandes proyectos urbanos, debieran contar con herramientas que posibilitaran la evaluación de las propuestas desde la perspectivas de los agentes inmobiliarios que las impulsan, como desde la perspectiva técnica específica de su factibilidad, beneficios y desventajas, como desde la sostenibilidad urbana, ambiental y social de su materialización.

Soja (2004:92) señala que... “mientras los urbanistas continúan debatiendo las diferencias entre la nueva metrópolis y la antigua y precisando con exactitud lo que debemos destruir y reconstruir de nuestros modelos tradicionales de análisis urbano, la postmetrópolis está cambiando significativamente. “La comprensión de la postmetrópolis requiere una recombinação creativa de micro y macro perspectivas, vistas desde arriba y desde abajo, una nueva síntesis crítica que rechace las rigideces de cualquiera de ellas o que ofrezca alternativas para la apertura radical de ambas.” (Ibid 2004:93)

### **Sobre los abordajes para la comprensión de lo que ocurre en la ciudad**

Las transformaciones urbanas recientes que se producen en las ciudades, son complejas y demandan en consecuencia, abordajes teóricos y metodológicos que den cuenta de esa complejidad. Giuseppe Dematteis (2004: 171) sostiene que las descripciones cambian la ciudad. Plantea que no es pertinente describir lo que sucede en las ciudades como si fuera la consecuencia de cambios externos, sino que en el proceso mismo de la descripción está participando en el proceso de cambio que está ocurriendo. Señala: “en muchos estudios urbanos y de orientación analítica, las nuevas formas emergentes de la ciudad y las futuras aún vienen tratadas como si fueran fenómenos naturales que un espectador externo describe (...) sobre la base de observaciones objetivas. Una aproximación como esta se podría justificar sólo imaginando que existen fuerzas externas (tanto al observador como a la ciudad) que forjan la realidad urbana física y social (...) estas fuerzas

serían las de la globalización es decir el conjunto de los procesos tecnológicos y económicos financieros pensados como un sistema autónomo que controla de modo determinista todos los otros sistemas incluida la ciudad. A criterio del investigador, ésta es una representación poco probable de lo que en realidad sucede. Cualquiera pueda darse cuenta fácilmente de que la descripción del mundo y de sus cambios no es algo que pueda situarse antes del cambio (realizada por un sistema de control externo), ni después de éste (realizada por científicos). Nadie puede negar que describir y prever las transformaciones urbanas sea una acción preformativa, que contribuye a orientarlas en ciertas direcciones.”

Siguiendo la posición de este autor, (2004: 172) se desprende que la descripción no sigue al cambio sino que participa en su producción y que las transformaciones territoriales urbanas no son la consecuencia de cambios que suceden antes (en un hipotético sistema socio-político económico separado del territorio, y que sucesivamente en modo más o menos determinista, modelan el espacio urbano y territorial o simplemente se dibujan sobre este). Si así fuera, la descripción de la ciudad y de sus transformaciones sería una operación prácticamente inútil en el plano científico, en la medida que trataría sólo las apariencias superficiales de fenómenos sustanciales de los que los sociólogos y economistas hubieran dado ya una explicación exhaustiva. Es posible asumir la hipótesis opuesta: que nada se piensa, se hace ni se cambia si no es a través de la materialidad de los lugares y de sus propiedades, porque a través de estas , -de las cosas ligadas al suelo- pasan necesariamente (aunque no en modo determinista) todas las relaciones sociales y sus representaciones conceptuales.

La territorialidad, en tanto mediación simbólica, cognoscitiva y práctica que la materialidad de los lugares ejerce sobre el comportamiento social, determina que las disciplinas que operan sobre el espacio urbano se posicionan cognoscitiva y operativamente de una manera estratégica, dado que redescubriendo los lugares, y proyectando su transformación física, se reconceptualizan y reestructuran las relaciones sociales.

Dematteis (2004: 172) señala que este es el cambio de dirección más reciente de las ciencias territoriales y de la urbanística en particular, que pasan de ser ciencias

principalmente dirigidas a la producción de planes –es decir fijar indicaciones, normas y reglas de uso de los recursos disponibles (territorialidad del primer tipo) – a ciencias y técnicas de las políticas territoriales, o sea de procesos interactivos que promueven y regulan la creación y el incremento de los valores urbanos de un territorio (lo que se da en llamar territorialidad del segundo tipo).

Las transformaciones físico-espaciales que se están produciendo requieren de una reflexión sobre la gestión urbana y las estrategias de intervención en la ciudad consolidada. A criterio de muchos investigadores se ve necesario reivindicar los grandes proyectos urbanos, pero no únicamente sobre la base del discurso de la competitividad, sino como propuesta global de reestructuración de la ciudad, que se plantea objetivos de integración social, de reequilibrio territorial (renovación y extensión urbana) y de calificación de los recursos humanos y de empleo, de productividad del territorio, de articulación de centros y periferias, de construcción de un sistema urbano regional, de desarrollo sostenible y de imagen atractiva. Desde esta perspectiva la utilización de una herramienta de simulación informática adquiere valor, en la medida que posibilita una metodología para abordar simultáneamente variables complejas.

### **Los modelos de simulación en tanto herramientas, para el abordaje de procesos urbanos en sectores en transformación**

*“Hay un peligro de retórica encubridora de la realidad en la proclamación de objetivos como competitividad, sostenibilidad, calidad de vida y gobernabilidad de una forma abstracta y por separado, puesto que estos objetivos sólo adquieren sentido cuando se concretan en programas o proyectos y en normas, y cuando se relacionan los unos con los otros y se superan las inevitables contradicciones. No se debe actuar desde miradas sectoriales, sino sobre la idea de ciudad que se quiere en conjunto”.*

*Jordi Borja, (2003) CIUDAD Y PLANIFICACIÓN La urbanística para las ciudades de América Latina*

En la resolución de problemas de diseño, la modelización, un caso particular de la representación, es una metodología muy utilizada. Generalmente cuando se estudia el manejo de información necesaria para la acción, se considera que no hay elaboración sin representación. Los modelos son representaciones de alguna

realidad o serie de realidades (conceptuales o fenoménicas), que limitan el “conocimiento”, posibilitan el “manejo” de la realidad y permiten operar con ellos sin actuar directamente sobre la realidad misma. Este proceso produce descripciones (cuáles y cómo son las cosas), explicaciones (por qué son así las cosas) o predicciones (cómo serán las cosas).

Se define Modelo de Simulación como: la imitación de comportamientos, desde un determinado plano de análisis o punto de vista de una realidad, estudiando la evolución de la misma en un período de tiempo mediante un modelo computacional. Este modelo computacional sólo imitará el comportamiento de la realidad considerada y será válido en la medida que logre un comportamiento igual a la realidad. Como todo proceso tiene una duración y características predominantes desde un plano de análisis dado, que necesariamente debe ser definido acorde con los objetivos de la investigación. La Simulación implica la existencia de un tiempo de simulación que en general debe estar explícito. No hay Modelo de Simulación sino está incorporado el tiempo de simulación, característica ésta que los distingue del resto de los modelos (matemáticos, estadísticos, etc.)

Acorde a las necesidades existentes los modelos son entendidos en esta investigación, como herramientas cuantitativas para la toma de decisiones. Acorde a la escala de la solución buscada y a los objetivos de la investigación se han utilizado modelos de simulación basados en la dinámica de sistemas mediante programación implícita desarrollada por Forrester. Se generan una red de ecuaciones diferenciales de primer orden concatenadas por inputs y outputs de información y flujos. Esto se realiza por medio de gráficos de programación implícita que generan automáticamente las ecuaciones diferenciales que luego se integran en series de tiempo mediante métodos tales como Euler, Runge-Kutta u otros.

Estas tipologías de modelos son los que permiten un menor tiempo de desarrollo dado que su forma de programación genera las ecuaciones que se utilizan para la simulación en forma automática, restando verificar la consistencia de sus resultados. La naturaleza de los fenómenos urbanos investigados, son mejor descriptos por una red de ecuaciones de estado diferenciales.

El modelo de simulación, opera desde una hipótesis de la realidad. Se expresa a través de diagramas de causalidad, definiendo los límites de cada sistema que lo conforman, e incorporando variables exógenas y endógenas en el mismo. Es

dinámico, con resultados mensurables en un intervalo de tiempo, previamente definido, conforme a la simulación que se desea realizar.. Aplicado a un sector previamente definido, nos permite, sintetizar la suma de elementos o entidades (estático y móvil, físico y social) en interacción, que tienen a su vez distintos modos de comportamiento.

### **La aplicación del modelo a un caso concreto de renovación urbana: el desarrollo inmobiliario CAPITALINAS, Ciudad de Córdoba.**

Acorde con los objetivos de investigación, se delimitó como caso de estudio en la Ciudad de Córdoba “el área del Portal del Abasto” y se focalizó específicamente el emprendimiento inmobiliario: Capitalinas. La elección del mismo se fundamenta en que es una operación de renovación de escala significativa, en el marco de lo que promueve la Ordenanza 10998/05 (Portal del Abasto). Considerando diferentes hipótesis de renovación inmobiliaria, se procedió a determinar los posibles impactos urbanísticos, aplicando una metodología de simulación.



Foto 1: Área de Promoción Portal del Abasto. Foto: Municipalidad de Cba. 2005

A partir de los cálculos de ocupación residencial y de usos mixtos en el área del Portal del Abasto, tomando como parámetro la edificabilidad máxima prevista en la normativa (según se determinó en la primer etapa de la investigación), se definió una posibilidad de ocupación en función de tipologías residenciales y superficies cubiertas destinadas a las mismas y se estimó la cantidad de habitantes de cada sector.

Se indagó particularmente en el área de la manzana correspondiente a la ubicación del emprendimiento inmobiliario del complejo Capitalinas, en construcción en la actualidad. (manzana 04-02-019), con una superficie edificable de 15.037 m<sup>2</sup>. Se pudo inferir la cantidad de habitantes que podrían ocupar el complejo Capitalinas,

considerando como punto de partida la edificabilidad propuesta por normativa, y los m<sup>2</sup> asignados a diferentes usos. Se evaluó el impacto (desde el punto de vista de densidad poblacional) de la intervención en el sector y las demandas de infraestructura acordes a la misma, a través de la modelización de la situación con todas las variables interactuando.

Para definir una hipótesis de ocupación lo más certera posible, el estudio considera el análisis de dos situaciones concretas:

- 1.- Estimación de la edificabilidad probable considerando las previsiones de la Ordenanza 10998/05 (Portal del Abasto) con hipótesis de renovación al 100%, al 50% y al 30%
- 2.- Estimación de la edificabilidad en función de los datos del proyecto arquitectónico. (en construcción al momento de la investigación) estableciendo superficies de usos destinadas a oficinas, comercios, estacionamientos, recreación, hotel. Es de mencionar que el emprendimiento Capitalinas tiene una modalidad de desarrollo inmobiliario, donde la movilidad o modificación proyectual es permanente, atendiendo a la evolución de la demanda del mercado, situación que ha marcado una significativa tendencia en los nuevos escenarios de desarrollo inmobiliario local. La materialización del proyecto se divide en tres etapas: La primera es la etapa corporativa y abarca los edificios de oficinas con su estacionamiento de 330 vehículos, un zócalo comercial-gastronómico, la presencia de locales para bancos, un gimnasio-spa y un natatorio y el edificio del centro de convenciones. Para la segunda etapa está pensada la construcción del Condo-Hotel Radisson, con un formato homologado en la condo-hotelería internacional. La tercera y última etapa consiste en el espacio residencial, que también ha sido modificado respecto de la propuesta inicial.

Un aspecto relevante, en relación con el caso de estudio y su elección, es que Capitalinas, es una de las intervenciones de los últimos años, que aplica la posibilidad de redistribución de superficie edificable.

El análisis empírico de Capitalinas incluyó una descripción exhaustiva de los siguientes componentes:

- Oficinas corporativas: el complejo está conformado por dos bloques de oficinas AAA, inexistentes en el interior del país, un centro de convenciones y amplios espacios abiertos.



Foto 2: Extractado de la información de Capitalinas publicada on-line.

-Radisson capitalinas, Condo hotel. Consta de 200 habitaciones, centro de convenciones, spa y piscina, sede bancaria, y un gym-spa. Para el cálculo de los habitantes correspondientes: en el caso de los servicios se realiza una homogeneización de los datos de diferentes usos en base a lo previsto en la ordenanza, estimándose en 4 m<sup>2</sup>/persona aplicables a las superficies designadas. Para el Hotel se obtienen datos de informantes claves. Esto permite establecer los siguientes valores promedio: Ocupación promedio: 58% - % de Hab. Transitorios por Habitación: 1,4 Personas - % de Estadía: 2 noches



Foto 3: Extractado de la información de Capitalinas publicada on-line.

-Torres residenciales: incluyó la descripción técnica de cada uno de los subsistemas, el análisis desagregado de usos, el cálculo de superficies y estimación de la población residente y transitoria asociada a las funciones previstas en el proyecto, con hipótesis de ocupación al 100%, al 50% y al 30%. Se confrontaron la cantidad de habitantes totales en función de los cálculos obtenidos por la normativa y se la comparó con los datos obtenidos del análisis del proyecto específico.



Foto 4: Extractado de la información de Capitalinas publicada on-line.

HIPOTESIS OCUPAC.	COMPARACIÓN NORMATIVA/ EMPRENDIMIENTO	SUP.CUB. TOTAL	HAB. PERMAN	HAB. TRANSIT	HAB. TOTAL
100%	CANTIDAD DE HABITANTES CAPITALINAS POR NORMATIVA	84209 M2	2652	1894,71	4546
	CANTIDAD DE HABITANTES CAPITALINAS POR EMPRENDIMIENTO	79176 M2	222	6334	6556
50%	CANTIDAD DE HABITANTES CAPITALINAS POR NORMATIVA	42104.5 M2	1326	947	2282
	CANTIDAD DE HABITANTES CAPITALINAS POR EMPRENDIMIENTO	39588 M2	111	3167	3278
30%	CANTIDAD DE HABITANTES CAPITALINAS POR NORMATIVA	25262,7 M2	796	568	1364
	CANTIDAD DE HABITANTES CAPITALINAS POR EMPRENDIMIENTO	23753 M2	67	1900	1967

Tabla 1: Planilla Síntesis del cálculo de superficie y habitantes. Elaboración propia

Como cierre de esta etapa se ha podido establecer que: la edificabilidad del emprendimiento Capitalinas se mantiene dentro de los márgenes permitidos por la norma. El cálculo de la población real afectada en el proyecto evidencia una importante diferencia, respecto a lo estimado en la primera etapa de investigación, (donde se calcularon 4.546 habitantes, mientras que en el segundo caso se estimaron 6.556hab.)

Si bien la edificabilidad se mantiene dentro de los rangos permitidos por la normativa, las decisiones de los desarrollistas urbanos, difieren de los escenarios previstos en la primera etapa de la investigación, en términos de características y perfiles de los posibles habitantes del sector. También en lo que respecta a los

habitantes transitorios y permanentes: en la primera etapa, se estimaron en 40 y 60% respectivamente, mientras que los cálculos finales arrojan: población permanente del 3,3% sobre el total y una población transitoria del 96,7% sobre el total. Es decir, un escenario de gran movilidad con tendencia a generar un fuerte impacto en variables urbanísticas y demandas de infraestructura (transporte, servicios, equipamiento de servicio)

### Identificación de variables e indicadores y validación del modelo

El modelo “Precursor” es el modelo sistémico que precede al modelo de “Simulación”, permitiendo de este modo que el modelo de simulación refleje la complejidad de la realidad modelada con una mínima pérdida de información y sinergia. El desarrollo empírico tuvo como objetivos establecer los valores para cada una de las variables consideradas de modo de poder obtener un comportamiento en base a datos reales y corrió la simulación con diferentes valores, para establecer los probables impactos en el entorno. Es de mencionar que el modelo inicial, parte de una lógica (no siempre acabada) la que se va haciendo más compleja en la medida que se van incorporando más variables.

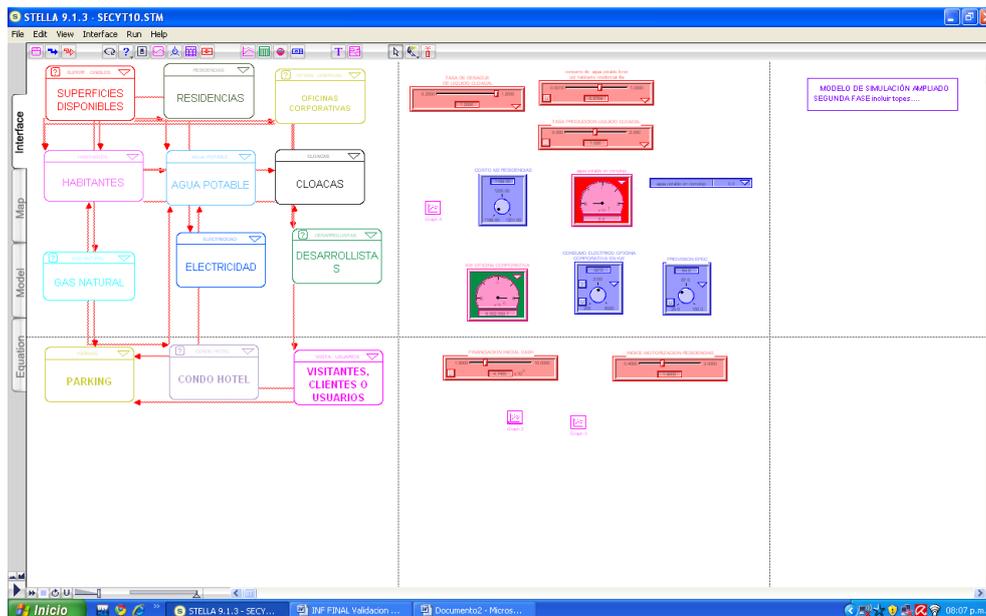


Figura 3: Mapa general del modelo. Software Sella 9.3

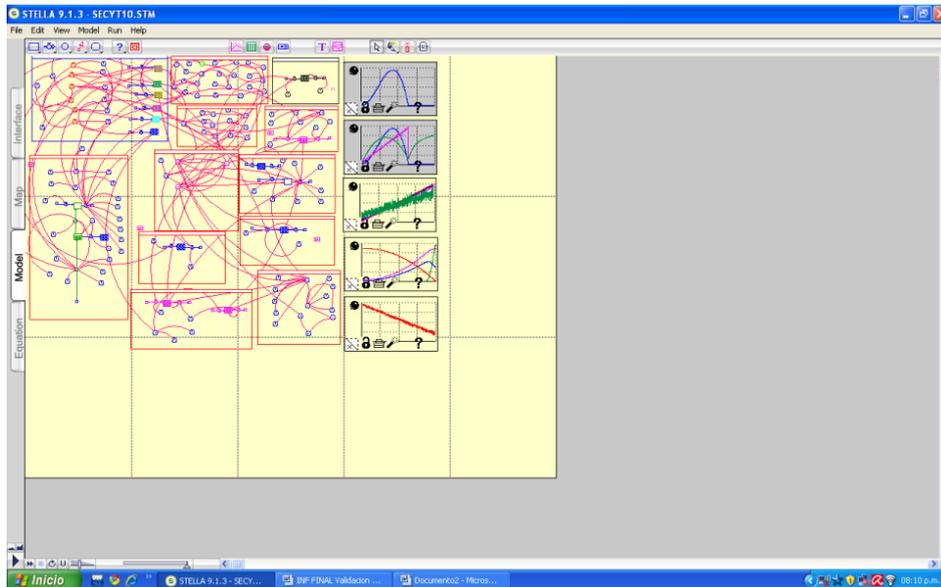


Figura 4: Mapa general del modelo, con desagregado de interrelaciones de variables

Algunas de las variables consideradas fueron: superficie disponible (considerando los diferentes usos: oficinas corporativas, residencias, hotel, servicios asociados al mismo), población, (permanente y transitoria) consumo de agua, de electricidad, volumen de efluentes, demanda de gas, estacionamiento, entre otras.

Cada una de las variables fue analizada fijando un rango de valores, un factor de utilización y / o otros indicadores según la pertinencia de la misma. Por ejemplo: en superficies disponibles se consideró el FOT, la Sup. del terreno, el factor de utilización de superficie utilizable (fijado en 0.88 sobre lo máximo permitido por la norma), etc. Al considerar las oficinas corporativas y la residencia, se estimó una tasa de ocupación, una tasa de desocupación, se consideró el tamaño de las oficinas corporativas y de las residencias (en m<sup>2</sup>). (Por ejemplo la Superficie edificable de capitalinas es de 17.708 m<sup>2</sup> con un FOT 5)

A modo de ejemplificación de las posibilidades de la herramienta para el análisis de los efectos de las intervenciones de los grandes proyectos urbanos, se desarrollan dos subsistemas que intervinieron en la construcción del modelo: 1) el subsistema de agua potable y 2) el subsistema de estacionamientos.

#### 1) Subsistema de Agua Potable

Inicialmente se procedió a calcular la demanda en términos de provisión de agua estimando un valor de entre 50 y 100 litros por m<sup>2</sup> de superficie residencial. Se estimó un total y se calculó la demanda en función del tiempo, sobre la base del

caudal diario demandado. Se observó que con las actuales condiciones de provisión de red, a los 3,5 años no puede satisfacerse la demanda de agua...

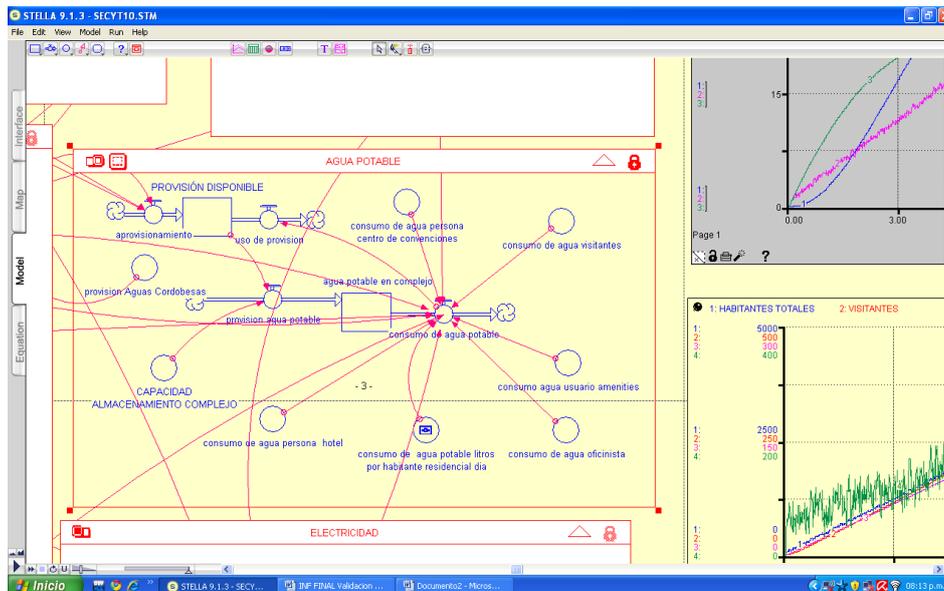


Figura 5: Interrelaciones de variables en el caso del subsistema de agua potable. Relación habitantes –demanda de agua.

Posteriormente se realizaron nuevos ajustes en el modelo y se incorporaron consumos diferenciados de agua permitiendo de este modo estudiar y simular en forma más detallada consumos más acordes con cada actividad que se realice en el complejo, manteniendo su proporcionalidad con las superficies que se adjudican a cada subsistema. Se ajustaron los datos iniciales (considerando específicamente el consumo asociado a cada tipo de uso, un factor de corrección, un período de demanda, entre otros indicadores de mayor especificidad asociados a esta variable) y se aproximó el consumo a 400 litros por habitante por día. Se realizaron diversas corridas del modelo de simulación y se observó una clara tendencia, con el último modelo (Corrida nº 10), al colapso del sub- sistema de agua potable. Esta hipótesis tendría lugar al promediar octavo período desde el comienzo de la simulación que corresponde al octavo año transcurrido desde el inicio de obra, cuando la población tiende a hacerse máxima por efecto de la ocupación total del complejo.

El análisis del gráfico anterior revela que en la décima corrida del modelo, en una primera etapa, se registra un consumo creciente independiente de la oferta o provisión de agua, lo que se traduce en el gráfico en tres curvas claramente

diferenciadas. En el octavo año se observa un quiebre (matemáticamente una discontinuidad), por efecto de la escasez, generando una segunda etapa donde se produce el acoplamiento entre lo consumido y la provisión de Aguas Cordobesas, observable mediante la superposición de las curvas número 2 y 3, quedando el subsistema de agua potable sin posibilidad de almacenamiento durante en el restante período de simulación, obsérvese que la curva 1 se pliega al eje de abscisas en un valor cero o cercano a cero lo cual es isomorfo con el comportamiento real. El comportamiento isomorfo con la realidad constituye un elemento valioso para convalidar el modelo y el sistema precursor que lo originó.

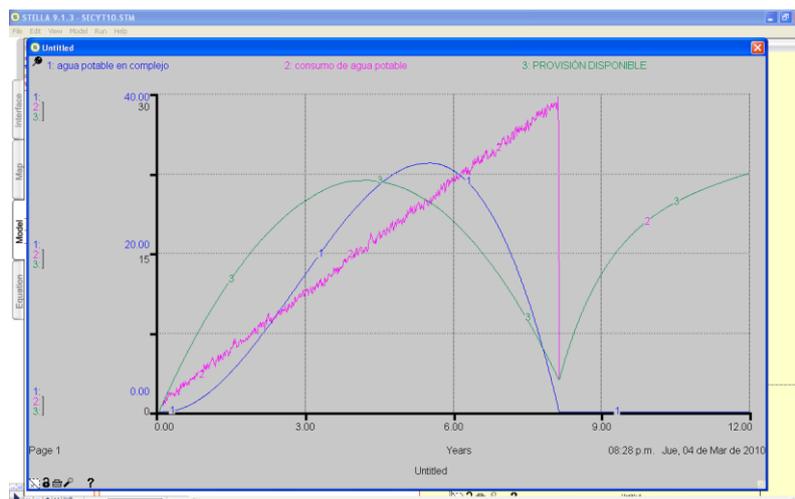


Figura 6: Subsistema de agua potable. Relacion entre provision, consumo y disponibilidad de agua en el complejo

Este dato, es el aporte a la discusión sobre las intervenciones urbanas y las demandas de inversiones que son necesarias para sostener el proyecto. Y es en este punto, radica el aporte mas valioso de la metodología aplicada, para la búsqueda de consensos entre los inversores privados y el gobierno local. ¿Cómo debería procederse en este caso? ¿No permitiendo las construcciones? ¿Requiriendo por parte de los desarrollistas las inversiones que demanda el proyecto? ¿Capturando por parte del gobierno local, parte de la plusvalía generada para disponer de financiamiento para el desarrollo de obras de infraestructura urbana? Cualquiera sea la respuesta, la metodología es válida en tanto posibilita la discusión de políticas de intervención urbana y aporta datos fidedignos en cada uno de los escenarios de intervención previstos, arrojando luz sobre la viabilidad de las diferentes opciones y posibilidades de intervención.

## 2) Subsistema de Estacionamiento

Se procede a establecer la demanda de lugares de estacionamiento, en función de los índices de motorización de los diferentes habitantes del complejo. Se calcula la superficie total de estacionamiento demandada y en función de ello se corre el modelo. En este caso, se evidencia un déficit de estacionamiento de 5.724 vehículos al final de los 12 años (período temporal fijado en la corrida del modelo)

Se obtiene como dato que a los 6 años se tendrá una demanda de estacionamiento de 500 autos, no respondida en las previsiones del proyecto. El estacionamiento previsto de 400 vehículos alcanza hasta los 5 años, después empieza a impactar en el entorno inmediato y a desvalorizarlo por las ficciones de uso que ello implica. Los resultados obtenidos están asociados a los índices de motorización que se establecen y que buscan la mayor aproximación al comportamiento real. (Ejemplo: índices de motorización de oficinistas (0.10) de turistas (0.25) residencial 1,4; de concurrentes 0.05, de visitantes 0.10)

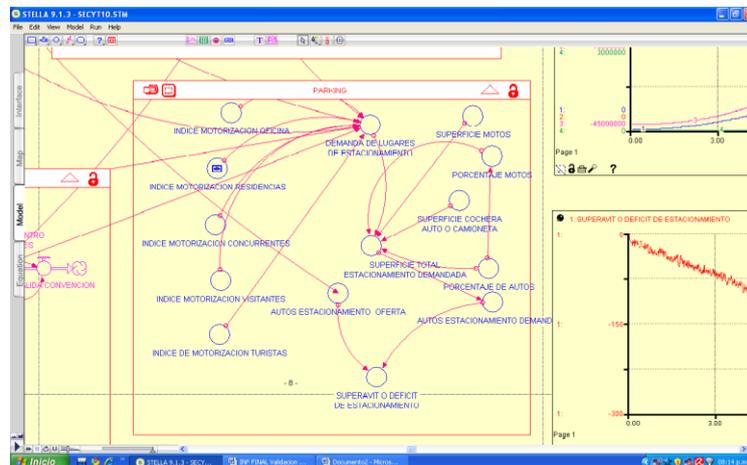


Figura 7: Subsistema de estacionamiento, corrida del modelo.

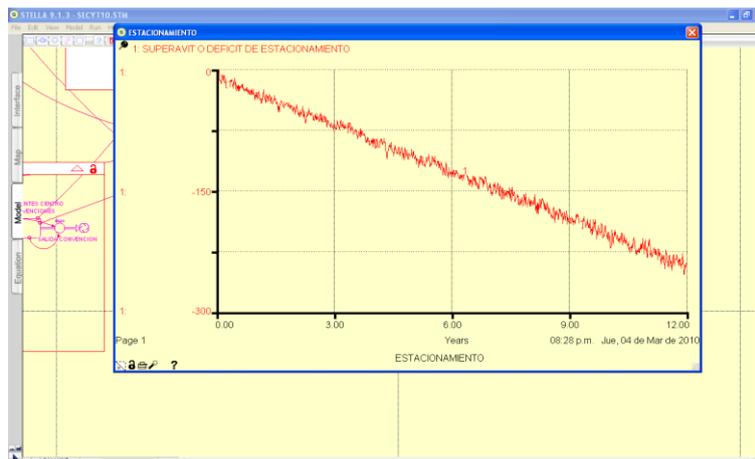


Figura 8: Curva de déficit de estacionamiento.

El gráfico denota un déficit desde el inicio lo cual a primera vista se puede confundir como una inconsistencia del modelo, sin embargo de la observación de la realidad surge que desde el inicio de la obra se produjo un déficit que se mantiene hasta el presente, saturando las plazas de estacionamiento alrededor del complejo. La hipótesis del modelo indica que el déficit continúa hasta el final de la obra dado que aumenta la cantidad de personas en el complejo y dado que el target económico alto, se presupone un índice de motorización alto.

Es de mencionar que si se modifican algunos índices de motorización, se puede modificar el resultado de la simulación, abriendo de esta forma otro camino posible para la discusión de las políticas urbanas, es decir fijar índices máximos admitidos de motorización, en función de criterios de sustentabilidad que se desee preservar en la zona. Esta perspectiva implicaría por ejemplo, un control más estricto del cumplimiento de las regulaciones fijadas en el proyecto, y la implementación de políticas que tiendan a desalentar el incremento de motorización en la zona derivado de la construcción del emprendimiento.

### **Conclusiones preliminares: ventajas y limitaciones de la herramienta utilizada**

A modo de conclusión puede sostenerse que se valida el modelo de simulación (en tanto herramienta que permite efectuar evaluaciones prospectivas en posibles escenarios de actuación urbanística) arrojando luz sobre las limitaciones y posibilidades implícitas en el proceso de toma de decisión.

El equipo de investigación alcanzó los objetivos específicos del proyecto, reafirmando la validez de la herramienta informática utilizada para el análisis de procesos urbanos complejos. La metodología sistémica, su flexibilidad y sus posibilidades de anticipar las trayectorias de las diferentes magnitudes que integran el modelo, ofrecen una visualización rápida de los impactos de determinadas intervenciones en el espacio urbano, y demanda un exhaustivo ajuste en términos de los valores asociados a las variables que intervienen en el modelo. Si bien esta condición podría considerarse una desventaja (dado que cualquier error en la asignación de los valores de las variables influye en la consistencia del modelo) consideramos que es una ventaja dado que permite ensayar con diferentes escenarios y valores, e imaginar sobre la base de los resultados que se obtienen que políticas podrían aplicarse para su corrección o para alcanzar objetivos urbanísticos previamente definidos.

Es de destacar que se valida la herramienta aún, en un caso específico de ciudad como Córdoba, de país periférico (esto se visualiza como un aporte significativo, ya que generalmente se considera que esta herramienta puede ser utilizada sólo en los países más desarrollados, por la disponibilidad y sistematización de datos).

Los modelos de simulación desarrollados durante la investigación son susceptibles de ser aplicados con un mayor nivel de detalle, y son herramientas válidas de ser utilizadas en las negociaciones entre el ente regulador urbano (municipio) y las empresas desarrollistas.

La inclusión de la visión sistémica en la que confluyen aspectos tan diversos (como el económico, el poblacional, el infraestructural, normativa urbana, entre otros) y que describe las vinculaciones lógicas y cuantitativas entre estos aspectos para una realidad concreta, permite generar un modelo cuantitativo para la toma de decisiones buscando el punto óptimo, que corresponde a una configuración del sistema en la cual la entropía es mínima durante el período de vida útil o al menos durante el período simulado.

Si el sistema ha sido desarrollado en forma fidedigna y congruente con la realidad, sus resultados podrán tener las siguientes características:

- -Visión compartida de la lógica del modelo y del comportamiento de la realidad homologada
- -Visión compartida del futuro, al entender la interacción entre procesos lógicos de los sistemas en el tiempo.
- -Permite por ejemplo verificar las ordenanzas de uso del suelo en términos de la rentabilidad de los emprendimientos, las demandas de infraestructura pública y los niveles de inversión exigibles a los inversores privados, en forma conjunta. Es una herramienta para la validación de la normativa en cuanto a las posibilidades de aprovisionamiento de los estándares.
- -Para la regulación del valor del suelo, el modelo de simulación permite arbitrajes Internos entre los arquitectos, los inversores y desarrollistas de la obra acotando las discusiones y favoreciendo la negociación. Posibilita los arbitrajes externos con los entes públicos y los desarrollistas evitando caer en negociaciones con resultados no factibles o irrealizables tanto por no contar con infraestructura como por no permitir una rentabilidad adecuada.

- -Cuantifica el problema permitiendo que se discutan variables de diseño. Ejemplo: El subsistema de estacionamiento claramente expulsa fuera del Complejo una cantidad de vehículos que deberán ser absorbidos por una oferta urbana externa provista por la ciudad.
- -Los desarrollistas cuenta con la posibilidad de establecer a priori déficit o superhabits visualizando los posibles escenarios económicos.
- -El análisis de sensibilidad estudia la aparición de umbrales para las diferentes variables generando alternativas de un conjunto de acciones y políticas
- -Permite ver la pertinencia de políticas sugeridas al objetivo del sistema anticipando sus consecuencias y comprender el comportamiento del sistema sin reducir la complejidad siendo comprensible para los actores urbanos.
- -Facilita la detección de problemáticas y definir líneas de investigación secundarias derivadas de la modelización. Ejemplo: Investigar mediante encuestas dirigidas al target social del complejo el índice de motorización de los distintos tipos de actores tales como residentes, turistas, concurrentes a convenciones, empleados oficinas corporativos, etc.

### **Dificultades derivadas de la aplicación del modelo de simulación**

Entre las mismas se mencionan las siguientes:

- La obtención de los datos y sus rangos de variación tienen una alta incidencia en la verosimilitud del modelo de simulación. No siempre los datos son dignos de fe y están respaldados por investigaciones serias.
- Existen numerosas variables ocultas producidas por el nivel de recursividad de los sistemas descriptos.
- El desarrollo del modelo de simulación requiere recursos y un proceso de aprendizaje por parte de los actores.
- La validación completa de un modelo de simulación aplicada a desarrollos urbanos requiere de tiempo mayor que otros más acotados (maduración del modelo).
- Un modelo siempre es posible de ser desarrollado con un nivel mayor de detalle, lo cual debe ser balanceado con criterio acorde a los objetivos de los

diseñadores del modelo de simulación. En nuestro caso se desarrollaron diez modelos de simulación avanzando en cada versión en un aspecto diferente.

Finalmente, si el modelo funciona como una herramienta de negociación y arbitraje, es necesario instrumentar etapas que posibiliten acuerdos entre los actores urbanos. Las transferencias posibles en un enfoque interdisciplinario de discusión de resultados, es quizás uno de los aportes más significativos para el abordaje de la complejidad implícita en los procesos urbanos.

## BIBLIOGRAFIA

- Agencia Europea del Medio Ambiente, 1994. Informe Dobris
- Borja, Jordi "Ciudad y Planificación. La urbanística para las Ciudades de América Latina", en Balbo Marcello, Jordán Ricardo, Simeón Daniela (Comp.) el libro La Ciudad Inclusiva. Cuadernos de la CEPAL Nro 88, Santiago de Chile, 2003.
- Cicollela, P. (1999) "Globalización y dualización en la Región Metropolitana de Buenos Aires. Grandes inversiones y reestructuración socio territorial en los años 90" en Revista EURE Vol XXV nro.76. Santiago de Chile.
- Comisión Europea, 1994. Carta de Aalborg de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad.
- DPU (Development Planning Unit, University College London) & UNCHS (Habitat) Implementing the Habitat Agenda, in search of urban sustainability. 2001. [www.ucl.ac.uk/dpu](http://www.ucl.ac.uk/dpu)
- Giuseppe Dematteis (2004) "En la encrucijada de la territorialidad urbana", en Ramos A. Lo Urbano, Barcelona Editorial UPC.
- Echechuri, H. "Evaluación de Impacto Ambiental, entre el saber y la práctica", CIAM, Centro de Investigaciones Ambientales. Ed. Espacio, Bs. As. 2002.
- Gaetes Feres Héctor Guillermo, "Gestión del urbanismo y administración urbana: los pies de barro en el despliegue territorial del neoliberalismo en Chile", en: Revista de Urbanismo, N°7, Santiago de Chile, publicación electrónica editada por el Departamento de Urbanismo, F.A.U. de la Universidad de Chile, enero de 2003, I.S.S.N. 0717-5051
- Irós Guillermo, Desarrollo Urbano: reflexiones y acciones. Ed. Municipalidad de Córdoba 1991.
- Koolhaas, R. (2004) "La ciudad genérica" en Ramos, Angel Martín, (ed) LO URBANO Ediciones UPC (Universidad Politécnica de Catalunya) Barcelona.
- Marengo Cecilia, "The urban periphery within the context of Globalization" publicado en Carmona, Schoonraad y Tunas Ed. Globalization, Urban Form & Governance. Globalization and the Retung of Big Plans. Alfa – Ibis Network. Faculty of Architecture - TU Delft. The Netherlands pp. 75-78
- Ramos, J. (1985). Planificación urbana y regional. Teoría y Práctica. Córdoba: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Córdoba.
- Ramos, Angel Martín, (2004) (ed) Introducción. Una cuestión sustantiva, en Lo Urbano Ediciones UPC (Universidad Politécnica de Catalunya) Barcelona.
- Soja E., (2004) Seis discursos sobre la postmetropolis, en Ramos A. Lo Urbano, Barcelona Editorial UPC.
- Union Europea (Carta de Aalborg, o Carta de las Ciudades Europeas hacia un desarrollo sostenible). UE, 2005.