

APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS A LA GESTIÓN E INVESTIGACIÓN INMOBILIARIA.

AUTORES: *Carlos Aguirre N.*
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Construcción Civil
caguirm@uc.cl

Coautores: *Claudio Araos D.*
Constructor Civil PUC

Jaime González U.
Constructor Civil PUC

RESUMEN

Este estudio se es parte de una exploración sobre el apoyo a la toma de decisiones en el área de gestión y desarrollo inmobiliario. Bajo ese esquema se identificó los análisis posibles dentro del sistema, asociados a los problemas e inquietudes del gestor inmobiliario. Se utilizó un sistema monousuario con la versión educacional del Arcview SIG 3.0 y sus complementos Spatial Analyst y 3D Analyst, de forma tal de mejorar el apoyo gráfico a la toma de decisiones gerenciales y el apoyo a nivel de datos , metodologías y criterios en la preparación de proyectos inmobiliarios. Como próximas investigaciones, se identifican múltiples líneas de acción a tomar.

Palabras Claves: Sistemas de información geográficos, Gestión inmobiliaria, cartografía temática.

ABSTRACT

This study is part of an exploration on the support to the decision making in the management area and real estate development. Under that scheme the possible analyses within the system were identified, associated to the problems and restlessness of the real estate manager. A monousuary system with the educational version of Arcview SIG 3,0 and its complements Spatial Analyst was used and 3D Analyst, of form so to improve the graphical support to the managerial decision making and the support at level of data, methodologies and criteria in the preparation of real estate projects. Like next investigations, they identify manifold attachment lines to take.

Keywords: Geographics information Systems, Real estates management, thematic maps

ANTECEDENTES GENERALES

La investigación muestra la aplicación de un sistema de información geográfico al ámbito inmobiliario, explorando las potencialidades de la preparación y evaluación de proyectos inmobiliarios, en un marco de un mercado globalizado, competitivo, donde las decisiones deben adaptarse a **“los cambios”** cada vez más acelerados y por tanto más impredecibles.

La globalización es el fenómeno de integración de los mercados internacionales, sin límites geográficos ni políticos¹, explicado en gran medida por la revolución de las comunicaciones, producidas por el uso masivo de la información. La creación y utilización de estas redes ha desarrollado una poderosa relación entre la oferta y demanda de bienes y servicios, permitiendo la competencia en el mismo campo y región de empresas independientes de la nacionalidad y su ubicación geográfica.

Los últimos años se ha desarrollado una gran competitividad de los mercados, cambiando las características de sus actores, antes nacionales ahora internacionales, antes conocidos ahora desconocidos.

La estimación del retorno de las inversiones de negocios en un campo de mayor complejidad obliga a disponer² de: datos, metodologías, análisis y un grupo de evaluación experto que permita la obtención de información válida y confiable.

Chile no está ha estado ajeno a éste fenómeno, la inserción de empresas extranjeras como así también la presencia de empresas chilenas en el extranjero, han desarrollado una creciente competitividad en el mercado nacional. Todo lo anterior define la empresa chilena del siglo 21, inserta en un mercado novedoso e impredecible, con fuerzas desconocidas, generando un escenario en el cual resulta una necesidad inmediata la mejora sustancial en métodos y medios de información para la toma de decisiones. Este cambio resulta radical

respecto de la situación actual del mercado inmobiliario en Chile.

SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO INMOBILIARIO EN CHILE.

El sector inmobiliario no ha escapado a la modernización que este nuevo escenario impone, dejando de lado las decisiones por olfato y experiencia, a una decisión informada en un marco sistémico. Un mercado más exigente, dinámico y competitivo, ha obligado a las empresas tradicionales a formular sus decisiones con un enfoque estratégico, abandonando paulatinamente las decisiones de corto plazo y dirigiendo su gestión a la obtención de una ventaja competitiva sostenible en el largo plazo.

Se debe poner hincapié en las metodologías de preparación de proyectos, los datos, los sistemas de información y análisis inmobiliario.

Metodologías de preparación y evaluación de proyectos.

El monto de las inversiones y la complejidad del mercado donde el proyecto se inserte, orientará la profundidad y el tiempo requerido para realizar los estudios y las limitaciones para definir la metodología, naturaleza y forma de administración³ de los datos. En nuestro país, la técnica de preparación de proyectos en el campo inmobiliario no se ha aplicado en forma sistemática, solo se han realizado estudios parciales considerando algunos aspectos del estudio de perfil⁴, generalmente asociados al estudio de mercado⁵.

Características de los datos.

Para desarrollar un estudio de preinversión⁶, es posible utilizar datos de diferente nivel de representatividad. Se pueden obtener directamente de las fuentes que los generan, o recolectar desde una investigación desarrollada con un propósito diferente. Con

¹ Feng li, "The IT revolution and the information economy" 1995, 1ª edición Wiley, Londres

² En el intervalo de tiempo pertinente al tipo de decisión.

³ En inglés conocido como management.

⁴ Ciclo de vida de proyectos, Mideplan 1992

⁵ Demanda, Oferta y Comercialización.

⁶ Ciclo de Vida de Proyectos, Mideplan 1992.

esta óptica, se vuelve imprescindible desarrollar herramientas que permitan acceder a la mayor cantidad de datos secundarios, sin costear en lo posible la recolección de éstos, transformándolo en información relevante.

La dinámica del mercado exige disponer información objetiva y actualizada, a la que pueda acceder un gran número de usuarios que interactúen con grandes volúmenes de datos, de modo de establecer procesos decisionales confiables para el consumidor final.

La creación de sistemas de administración dinámicos de información está ligada a la creación e implementación de herramientas informáticas.

La empresa inmobiliaria requiere de flujos de información constantes y actualizados. Para ello se han desarrollado distintos informes de actividad de mercado, los cuales no son verificables y poco flexibles tanto sus formatos como en sus metodologías. Las distintas fuentes presentan información poco segmentadas, en general asociadas a valores promedios con fuentes primarias de baja confiabilidad e incluso contradictoria al analizar el mismo fenómeno.

Los datos disponibles responden a indicadores de la oferta y demanda de bienes inmuebles para la zona de Santiago, existiendo muy pocos en otras ciudades del país. Las principales fuentes son la oferta pública de bienes, en la prensa y medios, como también los archivos del Conservador de Bienes Raíces y la Asociación de Corredores de Propiedades de Chile, ACOP. Por otro lado, los gestores de proyectos inmobiliarios son las fuentes de información respecto a las ventas, proyectos futuros, etc.

Los sistemas de información para el análisis inmobiliario.

El término "Sistema de información para la toma de decisiones, estratégico o gerencial"¹,² es un sistema de apoyo a las decisiones (DSS), el cual se centra prioritariamente en el proceso mismo de la

información, recolección, tabulación, manejo y análisis, considerando la interacción del "tomador de decisiones" como parte del sistema, en todas o cada una de las partes de él. Como se observa en el esquema, el investigador, gerente o "tomador de decisiones", tiene un campo propio de acción, y requiere de un sistema de información anexo al de su estructura empresarial, que le permita apoyarse en la solución a sus problemas. Ante ello, éste sistema debe contar necesariamente con la interacción de él.

Cada día, es más relevante la medición instantánea de una variable (dato), estando asociada a la aplicación de metodologías específicas de administración y análisis. Los sistemas de información inmobiliarios no han desarrollado estos aspectos, resultando de gran interés la incorporación de tecnologías conducentes a esto.

El avance experimentado por la tecnología de la información en las últimas décadas, ha incorporado a la labor profesional poderosos paquetes informáticos y la utilización de redes de comunicación, llámese Internet o Intranet³, que hacen posible el diseño de nuevos productos basados en bases de datos estandarizadas y de una interfaz amistosa con el usuario final.

En los países desarrollados las empresas están asimilando el cambio, incluso como una característica para definir su estrategia competitiva ya sea en el campo de la empresa, del producto o de la localización. Sin embargo, en los países en vías de desarrollo la tecnología de la información se ha limitado a apoyar la administración financiera y las operaciones básicas (contabilidad, cuentas por pagar, cuentas por cobrar, inventarios, facturación, presupuesto, etc.), en lo que se denomina sistemas transaccionales, donde el principal valor agregado de la información son los cálculos e iteraciones. Según Nollan⁴, el próximo paso es integrar la información y el management de las bases de datos.

¹ Barros, Oscar, "Sistemas de Información administrativos", Editorial Universitaria, 2ª edición, 1978, Santiago, Chile.

² Siguiendo lo establecido por Barros

³ Internet: Red Mundial de comunicación, permite la interacción Empresa- Consumidor

Intranet: Red Local que permite la conexión entre entes de una misma empresa.

⁴ Curva de desarrollo de la tecnología de la información.

Un S.I.G., es un sistema de información que se caracteriza por poseer un gran poder de integración de datos, los cuales serían demasiado complicados de visualizar de manera tradicional¹. Esta integración da la posibilidad de someterlas a segmentaciones arbitrarias por parte del experto, permitiéndole trabajar con una herramienta de gran flexibilidad, explotando las consultas posibles a la base de datos, para un análisis con la metodología que estime conveniente. Se plantea con una interfaz gráfica amistosa que puede ser utilizada con una preparación básica de datos y con la facilidad de establecerse como sistema multiusuario.

Diversos autores se han preocupado de establecer un marco conceptual de referencia, aportando diversas definiciones²:

- “Un sistema para capturar, chequear, manipular, analizar, y mostrar datos que están espacialmente referenciados a la tierra” (Departamento de medio ambiente, U.K.).
- “Cualquier conjunto de procedimientos manuales o informáticos, usado para almacenar y manipular datos geográficos referenciados” (Aronof, 1989).
- “Un poderoso conjunto de herramientas para recoger, almacenar, recuperar, transformar, y mostrar datos espaciales del mundo real”(Burrough, 1988).
- “Base de datos computarizada que contiene información espacial” (Cebrián, 1986).
- “Una tecnología aplicada a resolución de problemas territoriales” (Bosque Sendra, 1992).
- “Un conjunto de equipos informáticos, de programas, de datos geográficos y técnicos organizados para recoger, almacenar, actualizar, manipular, analizar y presentar eficientemente todas las formas de información georreferenciada. Un sistema informático para almacenar y utilizar datos referentes a lugares de la superficie terrestre” (ESRI, 1992).
- “Un sistema de apoyo a la toma de decisiones que conlleva la integración de datos espacialmente referenciados en un

entorno de solución de problemas” (Cowen, 1988).

En general, un S.I.G. debe tener la capacidad de dar respuesta a las siguientes preguntas de tipo genérico, sin desmedro del ámbito al cual se acote.

- ¿Dónde está el objeto A?
- ¿Dónde está A con relación a B?
- ¿Cuántas ocurrencias del tipo A hay en una distancia D de B?
- ¿Cuál es el valor que toma la función Z en la posición X?
- ¿Cuál es la dimensión de B (Frecuencia, perímetro, área, volumen)?
- ¿Cuál es el resultado de la intersección de diferentes tipos de información?
- ¿Cuál es el camino mas corto (menor resistencia o menor costo) sobre el terreno desde un punto (X_1, Y_1) a lo largo de un corredor P hasta un punto (X_2, Y_2)?
- ¿Qué hay en el punto (X, Y)?
- ¿Qué objetos están próximos a aquellos objetos que tienen una combinación de características?
- ¿Cuál es el resultado de clasificar los siguientes conjuntos de información espacial?
- Utilizando el modelo definido del mundo real, simule el efecto del proceso P en un tiempo T dado un escenario S.

Como síntesis de lo anterior se denomina S.I.G.(Figura N°1) , “al conjunto de hardware, software, metodologías, datos y análisis, que generan una plataforma de información para la toma de decisiones en el área que define el investigador, como parte del sistema”.



Figura N°1
Sistema de información geográfico.

¹ En forma de planilla.

² “Introducción a Sig” Texto no publicado, Escuela de Geografía UC. 1 sem 2000.

En Chile, se ha desarrollado esta tecnología en forma extensiva a campos más allá de la geografía, potenciando el análisis en áreas como la silvicioagropecuaria¹, la ordenación territorial², el catastro urbano y rural³, la gestión ambiental⁴, uso de suelo, control de catástrofes⁵, estudios y manejo forestal⁶, estudios viales, estudios militares y estrategia⁷, etc.

Los proveedores de software han ampliado su oferta, incorporando, paquetes informáticos⁸ cada vez más amistosos y poderosos en términos de manejo de información.

Por otra parte, empresas de servicios básicos (agua potable, telecomunicaciones, etc.) han buscado caminos más efectivos para manejar sus redes de distribución, surgiendo los S.I.G. específicos para cada empresa.

La tecnología S.I.G. se ha integrado a la empresa transformándose en “el componente central de la estrategia general de tecnología informática”⁹. La competencia ha generado una búsqueda incesante de nuevos horizontes sobre las tecnologías S.I.G. lo que conlleva a realizar alianzas estratégicas para la generación de cartografía. Por ejemplo el SAF, Chilectra, y Telefónica Chile. Estas empresas, ya tienen sus redes catastradas, y administradas mediante tecnología S.I.G.

sobre ARC-INFO. ENTEL Chile¹⁰ desarrolló un S.I.G. buscando satisfacer las necesidades del área comercial de la empresa, y extrapoló la tecnología hacia las tareas de planificación, ingeniería, construcción, ventas y mantenimiento. La administración pública en su plan de modernización, ha desarrollado aplicaciones S.I.G., para planes de catastro, planificación de urbana y administración de bases de datos espaciales en el ámbito comunal, provincial y regional, lo que se puede apreciar en los trabajos de ORBE Ltda. en Punta Arenas, Puerto Natales y Puerto Williams¹¹ y San Antonio¹², ambos con financiamiento del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y la municipalidad correspondiente. En el caso de Punta Arenas, se desarrolló un “Catastro de equipamiento y áreas verdes de la XII región”, de modo de obtener un instrumento que permita focalizar las inversiones del sector público y privado y disminuir los déficit prioritarios en materia de equipamiento y áreas verdes para ser incorporados a los programas de inversión, tanto sectoriales como regionales”¹³. Este catastro digital¹⁴, plantea la creación de metodologías S.I.G. para el cálculo de déficit y la creación de cartografía temática, mediante la generación de sub-rutinas en Avenue¹⁵, logrando automatizar cálculos estadísticos complejos, como el cálculo de déficits de equipamiento y áreas verdes.

La Biblioteca de Congreso Nacional¹⁶, ha desarrollado el sistema integrado de información territorial¹⁷, (S.I.I.T), incorporando datos del servicio electoral, el Instituto Nacional de Estadísticas, el Ministerio de Educación y el Ministerio de Planificación Nacional; los datos

¹ Condal, Alfonso. (1999, Octubre); “ Tendencias actuales de la geomática”. Geoinfo 2000, Santiago-Chile.

² Quezada, Marcela; (1999, Julio); “Planificación urbana y ordenamiento territorial en San Antonio”; “Información Geoespacial: oportunidades y riesgos”, Santiago-Chile.

³ Van Deber Steen, Sjef (1999, Octubre); “ Sistema catastral en los países bajos”. Geoinfo 2000. Santiago-Chile.

⁴ Maza, Jesús(1999, Octubre); “Estudios de impacto ambiental utilizando S.I.G.” ;Geoinfo 2000. Santiago - Chile.

⁵ Gran López, Pablo (1999, Octubre); “ Programa Otas”; Geoinfo 2000. Santiago- Chile.

⁶ Condal, Alfonso. (1999, Octubre); “Tendencias actuales de la geomática. Geoinfo 2000. Santiago -Chile

⁷ Oyarzún, Leonardo. (1999, Octubre); “El sistema ORCA”. Geoinfo 2000. Santiago- Chile.

⁸ Arcview, Arcexplorer, Geomedia Intergraph, Autocad Map, Autocad MapGuide, Map Info, etc.

⁹ Wayllet, John (1999); “Nuevas soluciones para las empresas de servicios públicos”. Geoinformación N°7, página 28-33

¹⁰ Araya, F. (1999); “S.I.G. de Entel Chile”. Geoinformación N°5, página 31-33

¹¹ Quezada, Marcela.(1999) “ Establecimiento de los déficit de áreas verdes y equipamiento urbano”. S.I.G. temas n°14 pag 8-9.

¹² Araya, F. (1999); “Desarrollo de S.I.G. en la V región de Chile”. Geoinformación N°3, página 42-44.

¹³ Quezada, Marcela.(1999) “ Establecimiento de los déficit de áreas verdes y equipamiento urbano” en S.I.G. temas n°14 pag 8-9.

¹⁴ Desarrollado en Arc-info PC 3.5 y Arcview 3.0a.

¹⁵ Anexo 2 “Herramientas de ArcView3.0a”

¹⁶ Desarrollado en Arcview sobre una base cartográfica 1: 250.000 del I.G.M.

¹⁷ Araya, F. “Implementación de un S.I.G. de acceso a información regional en Chile”. Geoinformación N° 8, pag. 26 a 29.

corresponden al Censo de población y vivienda, los resultados de las últimas elecciones, 1998-1996, el resumen demográfico de escolaridad y la caracterización socioeconómica emanada de la encuesta CASEN. La principal diferencia, respecto a los mencionados anteriormente se constata por el uso de una plataforma multiusuario con Arc explorer e IMS para Arcview. Toda esta información no tiene una distribución masiva, lo que impide en términos concretos el uso de herramientas S.I.G. por privados. Sin embargo, en el mercado han bajado los precios de las bases cartográficas y demográficas, lo que hace más viable la implementación de S.I.G. específicos para otras áreas, en el mediano plazo, como la implementación realizada por Adimark de la segmentación socioeconómica, con información del CENSO 2002.

Por otra parte, el complemento con las tecnologías G.P.S. podría permitir generar una cartografía propia¹, independiente de los proveedores de las bases cartográficas tradicionales, lo que mejoraría la capacidad temática y de amplitud de los sistemas, lo que permitiría el desarrollo de nuevos y análisis más contingentes.

Análisis inmobiliario

La profundidad del análisis depende del nivel requerido por el estudio, donde se conjuga la metodología requerida con el nivel del analista necesario. Se pueden distinguir desde análisis realizados por el usuario a través de consultas directas hasta los ejecutados por equipos multidisciplinarios de expertos. Sin embargo, los análisis de la información inmobiliaria no han sido eficientes, lo que ha dado como efecto una reticencia casi de fondo a la utilización de estas herramientas en la toma de decisiones. Sin embargo, en la actualidad se incorpora con nuevos aires, dado la globalización y la integración de los mercados, que ha producido la homologación progresiva de las herramientas de análisis entre los países del primer mundo y nuestro país.

¹ "GIS con GPS", Trabajo presentado en el curso Preparación y Evaluación de proyectos" Escuela de Construcción Civil UC, 1 sem 2000.

² En términos de adquisición y actualización, a un nivel suficiente y a un costo razonable para el análisis inmobiliario.

En ese contexto resulta conveniente la exploración y posterior aplicación de las herramientas de un Sistema de Información geográfico al este tipo de análisis. En ese sentido, La Escuela de Construcción Civil de la PUC, ha desarrollado una línea de acción, radicada en el área de negocios del Departamento de Edificación que desde hace unos años, ha buscado las adaptaciones formatos y análisis propios de la gestión e investigación inmobiliaria.

DEFINICIÓN DE UN S.I.G. INMOBILIARIO Y SUS APLICACIONES.

Se define S.I.G. inmobiliario a **"El sistema de información geográfico que permite establecer relaciones espaciales según los requerimientos del usuario entre la localización y los datos de los bienes inmuebles"**.

Las principales fuentes de información de S.I.G. inmobiliario, la empresa consultora Castleconsulting³, de los Estados Unidos, la proveedora de software E.S.R.I.⁴, la revista Geoinformación⁵ y otras direcciones menores, no tan relacionados a los S.I.G. inmobiliarios, pero de una interesante proyección desde otros ámbitos⁶. De Castleconsulting se obtuvo una interesante visión de las oportunidades que ofrece el complemento del análisis inmobiliario con la incorporación de un sistema de información geográfica. Además, se analizó la trascendencia de la incorporación de esta herramienta a la preparación y evaluación de proyectos inmobiliarios.

Oportunidades de desarrollo de un S.I.G. inmobiliario.

Es interesante la visión planteada por la consultora "Castleconsulting⁷" de los Estados Unidos, en cuanto a los nichos de aplicación de los S.I.G. Inmobiliario, de los principios sobre los cuales se debe fundar éste sistema y de la trascendencia para la

³ www.castleconsulting.com/bib.html.

⁴ www.esri.com

⁵ www.geoinformacion.com

⁶ Militar, estratégico, corretaje de propiedades, planificación urbana, etc.

⁷ www.castleconsulting.com.

preparación y evaluación de proyectos inmobiliarios basado en esta tecnología.

En el artículo "A status report: front line; Uses of GIS in public and private sector real estates today"¹, propone las oportunidades de aplicación de un S.I.G. en la industria inmobiliaria, donde se identifican los principales nichos de mercado para la industria americana. Si bien, la industria chilena no presenta la estructura del mercado americano, en términos de competitividad y desarrollo de productos, existen nichos que si se pueden explorar como lo es el de los corredores de propiedades; tasaciones; estudio de hipotecas; estudios de oferta; desarrollo de nuevos proyectos, datos digitales etc.(ver figura 2)

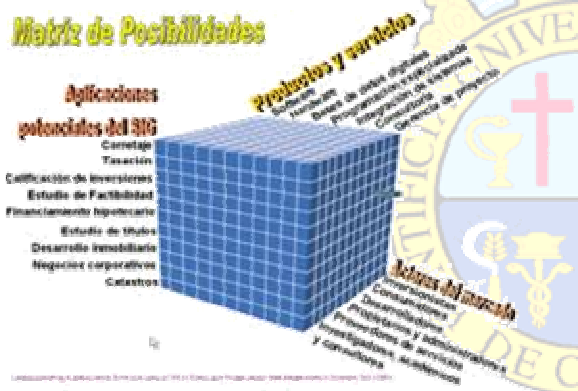


Figura N° 2
Matriz de posibilidades S.I.G.

Por ejemplo, el mercado de corretaje requiere de un tipo de plataforma de datos, como los estudios de mercado requieren de otra y el análisis de tasaciones e impuestos requieren otro. Cada uno de estos segmentos debe ser investigado en términos de sus variables y metodologías. En esta investigación no se abordará ésta tarea, dado que escapa a su objetivo inicial. Se rescataron los principios básicos para la implementación y principales experiencias de aplicación internacional de un S.I.G. inmobiliario, las oportunidades y amenazas del S.I.G. inmobiliario, finalmente se mostrara las síntesis y conclusiones de los puntos anteriores.

¹ Castleconsulting, (1993), Property Tax Journal. (On line)
www.castleconsulting.com/93astatu.html

Principios básicos para la implementación de un S.I.G. inmobiliario.

Este tipo de diferenciación tiende a generar cursos de acción enfocados en siete principios básicos² para la implementación de S.I.G. inmobiliarios:

- El S.I.G. es potencialmente una tecnología de gran trascendencia. En los años futuros el uso de S.I.G. será del uso habitual de la gente. Hoy hace noticia en el sector privado tal como lo hicieron una vez los computadores y las hojas de cálculo.
- La problemática de la industria inmobiliaria no es única, el sector es muy fragmentado con innumerables nichos de mercado, lo que implicará la necesidad de distintas soluciones de S.I.G.³.
- El S.I.G. se puede utilizar con eficacia dentro y hacia fuera de la organización ya sea para promover mejores decisiones o para perfeccionar la comercialización.
- A los distintos nichos de mercado hay asociadas distintas decisiones de marketing, por lo tanto las aplicaciones G.I.S. cambiarán según el tipo de análisis inmobiliario. El análisis genérico funcional de las capacidades del S.I.G. necesita ser adaptado a cada situación (desarrollo, hipotecas, corretaje, tasación, administración de fondos).
- La gran fortaleza del S.I.G. es su "data base management system" DBMS4, o sea la capacidad de relacionar cualquier localización o grupo de localizaciones con sus respectivas bases de datos.
- El S.I.G. es el centro del sistema de información de las empresas inmobiliarias, actualmente no hay un mejor común denominador que satisfaga los distintos nichos, objetivos y funciones de análisis de la industria.
- El S.I.G. puede ser considerada una tecnología independiente, sin embargo aumenta su potencialidad vinculada a otras tecnologías (bases de datos, multimedia, G.P.S.).

² Castleconsulting, (1993), Property Tax Journal. (On line)
www.castleconsulting.com/93astatu.html

³ S.I.G. para identificar el precio de los terrenos en una zona determinada.

⁴ Sistema administrador de base de datos

En síntesis, la forma de aplicar un S.I.G. al análisis inmobiliario dependerá del nicho de mercado pertinente, de modo de identificar, valorar y proyectar las variables relevantes de éste, seleccionando datos, metodologías y expertos que el nivel de profundidad del estudio establezca. Por ejemplo, en el S.I.G. propuesto para la valorización de una casa mediante la “**metodología de precio hedónicos**”, se requiere el precio¹, los atributos propios² y del entorno, la ubicación con relación a ciertas singularidades tales como: supermercados, avenidas, metro, plazas, áreas de interés, etc.

Experiencias de aplicación internacional de un S.I.G. inmobiliario

Principalmente las metodologías a implementadas, a la fecha en un S.I.G. inmobiliario desarrollado en la escuela de construcción civil PUC son:

1. Análisis de sectores y Estudios de ubicación
2. Estudio de oferta
3. Estudios de demanda
4. Estudios de precios hedónicos y tasación de bienes inmuebles
5. Generación de cartografía temática con variables asociadas a los bienes inmuebles
6. Análisis de estadígrafos propios de la gestión inmobiliaria como la velocidad de venta

A continuación se muestran algunos ejemplos de estos análisis y sus salidas de pantalla, que tiene como finalidad mostrar como el sistema apoya a las decisiones inmobiliarias.

Análisis de sectores³ y Estudios de ubicación⁴.

Generados como análisis descriptivos de la realidad, asociada a un espacio temporal. En una determinada microzona, se ubican las características generales de la edificación en el periodo de tiempo, estableciendo la dinámica general y como ha ido afectando a los principales atributos de entorno, como son el comercio, las áreas verdes, las vías de acceso, y la conservación de los edificios.

¹ Normalmente se utilizan los precios de oferta, lo ideal es usar el valor de transacción.

² Por ejemplo, superficie del terreno, superficie construida.

³ Riley, Jennifer (1998); City of Barstow disponible en www.esri.com/ESRI/News/ArcUser/GISRealEstateApplicationSpursLandSales.htm

⁴ www.esri.com/software/businessanalyst/userstories.html.

Permite la planificación de intervenciones en el campo urbano, como la implantación de servicios y comercio en zonas deficitarias. Basados en lo anterior se puede determinar cuales son las zonas de bajo perfil y necesidad latente de cierto servicio, producto, comercio, etc. No se aplica en este estudio dado los grandes requerimientos de datos.

Para localizar un supermercado es necesario determinar el mercado objetivo de éste, en términos geográficos. Como se observa en la figura 3, para segmentar el mercado, se define el radio de mercado en 500 metros⁵ para un supermercado dado que ésta es una simplificación de los tiempos de viaje al supermercado de 5 minutos.



Figura 3
Radio de acción de un supermercado

En la figura N° 3, se obtiene la suma de habitantes para el distrito censal,

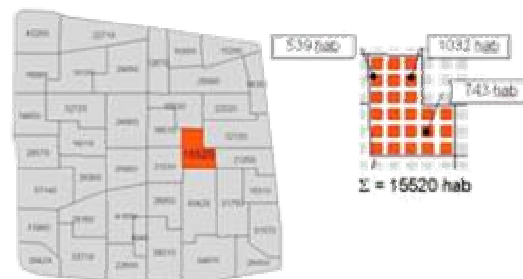


Figura 4
Número de habitantes por distrito censal.

⁵ ESRI, “Spatial Analyst” tutorial, 1999, disponible en www.esri.com.

Al trazar una curva de iso-valor¹, como se observa en la figura N° 5, zonas de localización que aseguran un área de mercado con densidades mayores a 110.000 Hab/Km², con lo cual se puede ubicar la masa poblacional crítica para la ubicación de un supermercado en la comuna.

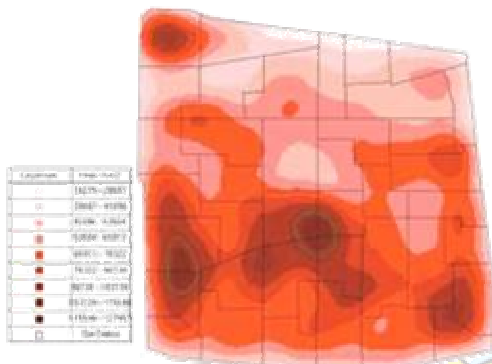


Figura 5
Mapa iso-densidad habitacional

Situación de plan regulador comunal.

Como se observa, se genera una lamina que permite él la ubicación de los distintos seccionales del plan regulador comunal en la Comuna, permitiendo evaluar la zona en términos de uso de suelo, como de condiciones de edificación.

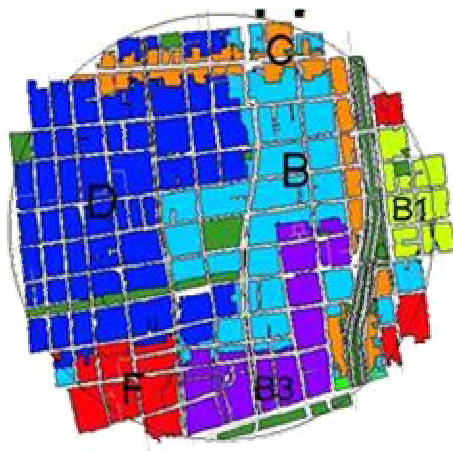


Figura 6
Zonas del Plan regulador comunal

Al pinchar sobre la zona del plan regulador comunal, con la opción hiperlink², se obtiene una plantilla de texto; en formato Word, que permite visualizar, imprimir y editar, las normativas del plan regulador.

ZONA D:
a) Usos de Suelo:
a.1) Usos Permitidos:
a.1.1) Vivienda
a.1.2) Equipamiento:
i) De escala metropolitana, comunal y vecinal.
Salud, con las excepciones indicadas en a.2.1)
Educación:
Culto
Cultura, con las excepciones indicadas en a.2.1)
Organización Comunitarias
Áreas Verdes
Servicios artesanales.
ii) De escala comunal y vecinal
Seguridad
Deportes
Esparcimiento y turismo
Comercio minorista
Servicios públicos
Servicios profesionales
Servicios artesanales
a.1.3) Talleres: se permitirán exclusivamente en el sector localizado al oriente de la Av.

Figura 7
Zonas de plan regulador comunal

Áreas verdes.

En la figura 3.70, se observa las áreas verdes inmersas en la microzona, presentando un total de 114975 metros cuadrados, lo que equivale a un índice de 800 metros cuadrados de área verde por cada hectárea. Además el sistema muestra fotos de las áreas verdes, mediante el uso de la opción hiperlink o un video. (figuras 8 y 9).

En la figura 3.73, se observa los cuarteles de bomberos cercanos a la microzona.



Figura 8
Plaza Brasil

¹ Aplicando "Spatial Analyst 1.0" de ESRI, Extensión para Arcview Gis 3.0a.

² Ver Anexo 2 "Herramientas de Arc view Gis 3.0a"



Figura 9
Video Plaza Brasil

Estudio de oferta¹

Como explicitan sus objetivos², la caracterización y clasificación del mercado, generando grupos homogéneos; establecer la caracterización económica y estratégica del mercado y establecer la oferta actual y futura. Estos procesos resultan fácilmente aplicables al S.I.G. inmobiliario³, dada las características antes mencionadas y serán fuente de un artículo particular sobre ese tema.

Estudios de demanda⁴ (para bienes en general)

La ubicación inicial del demandante de bienes inmuebles, puede servir de guía y control de migración, permite establecer modelos estadísticos para estimar la demanda futura⁵. La figura muestra la población medida en 1992, en el censo nacional de población y vivienda, la cual asciende a 29636 habitantes.

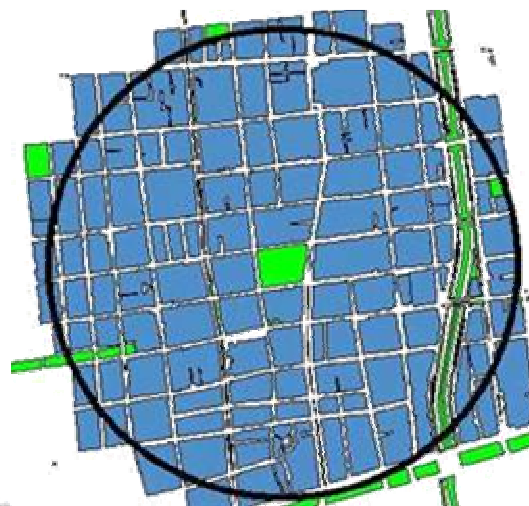


Figura 10
Población por manzanas

Si observamos la figura 10 y 11, se aprecia la distribución de la población por manzanas, la cual tiene un promedio de 217,91 habitantes, con límites de 5 habitantes por manzana como mínimo y 729 como máximo, siendo representadas en la figura con una escala de colores que indica que a mayor población se tiene un color más oscuro.

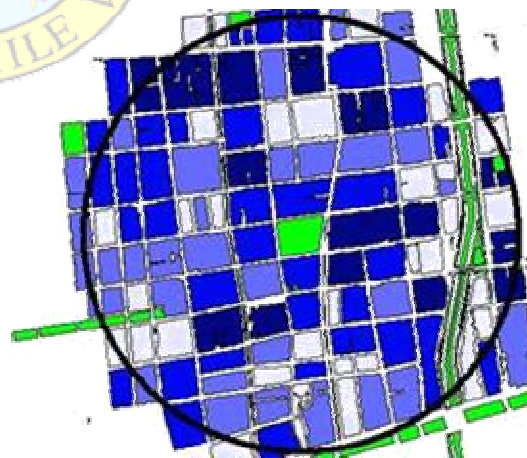


Figura 11
Población en el microsector

Ahora, si consideramos que la población a la fecha será la base (Censo de 1992), más los habitantes que han llegado con las edificaciones nuevas (Figura 12 y 13), en el plan de repoblamiento de Santiago, se deduce que la población a la fecha sería igual a 29636 más un estimado que

¹ Miner, Christopher A. (1999); "Commercial Property Appraisal" disponible en <http://www.msac.com/appraise/msac6.htm>

² Santander, Sergio; Obregón, David "Manual de preparación y evaluación de proyectos inmobiliarios (estudio de mercado)" memoria para optar al título de Constructor Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile, 1998.

³ Castleconsulting, (1994), (on line)
www.castleconsulting.com/94location.html

⁴ Castleconsulting, (1994). (on line)
www.castleconsulting.com/94location.html

⁵ Thall, Grant, et al (junio 1993), "The cascade GIS diffusion model for measuring housing absorption by small area whit a case study of St. Lucie County, Florida" en Journal of real estate research. Vol 8, número 3 pag 401-420.

denominamos Δ , que se calcularía en base a los edificios identificados.



Figura 12
Edificios construidos desde 1992

Edificio	Calle	Coordenadas	Superficie	Valor
1. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
2. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
3. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
4. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
5. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
6. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
7. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
8. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
9. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
10. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
11. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
12. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
13. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
14. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
15. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
16. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
17. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
18. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
19. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
20. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
21. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
22. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
23. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
24. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
25. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
26. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
27. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
28. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
29. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000
30. CONDOMINIO LA VISTA	CALLE	33° 41' 30" S, 70° 41' 30" W	2000	10000000

Figura 13
Tabla de edificios

Estudios de precios hedónicos y tasación de bienes inmuebles¹

Esta metodología permite relacionar el valor de un bien raíz con las características y atributos asociados a este, a través de ecuaciones de precios. Estas ecuaciones establecen una relación funcional, expresadas en términos algebraicos, entre un valor del inmueble y sus determinantes, lo que permite identificar en forma cuantitativa la incidencia de cada uno de los atributos sobre el precio.

En términos generales, la teoría de precios hedónicos pretende explicar el valor de un bien inmueble, entendido como un conjunto

de atributos como: superficie, uso del suelo, ubicación, características del vecindario, servicios anexos, etc.

Para la aplicación de estos modelos es necesario el desarrollo de bases de datos efectivas y que representen la realidad, dada la naturaleza de las variables, en su mayoría espacial, la aplicación del S.I.G. se hace imprescindible. En el estudio "Valuing open space and land use chaos in urban watersheds: an hedonic property value analysis" de Lynne L. Bennett, y otros, se plantea que "El S.I.G. es una herramienta de gran utilidad para el cálculo de distancias a puntos de interés".

Por ejemplo, la ubicación en zonas de delincuencia, o en zonas afectadas por el ruido urbano, pasan a ser de vital importancia el manejo de variables mediante este tipo de sistemas.

El S.I.G. inmobiliario, es utilizado para la recolección de datos en forma rápida y precisa. Sin embargo, presenta serias dificultades en las herramientas estadísticas, por lo tanto la estimación, sus pruebas y exámenes del modelo de regresión múltiple, deberán ser desarrollados en software especializados, como SPSS 11.0, MINITAB 12, Essensial Regression. Además, permite al usuario buscar puntos de interés para su posterior análisis y generación de modelos hedónicos. Las variables que se pueden medir con el S.I.G. Inmobiliario son: ubicación, precio, superficie, características del entorno, distancias a puntos, plano regulador, loteo, entorno comercial, áreas verdes, seguridad, zonas de influencia, etc. Se desarrolla un S.I.G. Inmobiliario² en la zona del Parque de los Reyes, con datos de un corte transversal entre los años 1996-1997, sobre las transacciones inmobiliarias del conservador de bienes raíces. Se recopilan los datos proporcionados por ACOP en la zona del parque de los reyes en el periodo antes descrito. Luego se genera una base de datos que se integran con ArcView, la cual se combina con el plano comunal de Santiago, plano regulador, capa de lotes, capa de áreas verdes y

¹ Bennett, Lynne L., (1997); "Valuing Open Space and Land Use Chaos in Urban Watersheds: An Hedonic Property Value Analysis".

² Gallo, José, et al, "Precio Hedónico para los edificios cercanos al Parque de los Reyes", Trabajo para el curso de preparación y evaluación de proyectos, 1999, Sin publicar.

comercio. Además se aplica Spatial Analyst con el fin de generar curvas de isoprecio y con Arcexplorer se realizan los análisis en línea al servidor multiusuario.

Con los antecedentes descritos se determinar cual es el impacto en la valoración de los sitios ante la presencia del Parque de los Reyes.

Como se observa en la figura N° 14 se miden las variables descrita para el siguiente modelo¹:

Precio UF/m² = Distancia Panamericana + Vista al parque + Distancia al parque + Construcción altura continua + Superficie del Terreno + Altura máxima



Figura 14
Distancia al parque

Se procedió a medir las variables del modelo con SIG Inmobiliario y se genero una base de datos con el fin de validar el modelo con MINITAB 12 .Principalmente se extrajeron las variables espaciales del S.I.G., aplicando herramientas del software Arcview 3.1 . Además se planteo la posibilidad de realizar esto con el software arc explorer en plataforma multiusuario como se muestra en la figura N°15

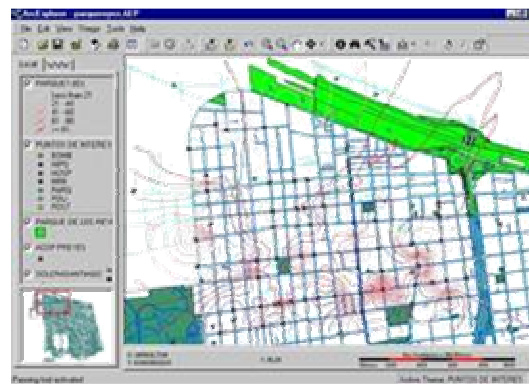


Figura 15
Curvas iso precio en Parque de los Reyes.

Una vez medida las variables con SIG inmobiliario se analizan con un software estadístico, con lo que se obtiene el siguiente modelo:

Extrayéndolo, se obtiene:

$$\ln Uf/m^2 = 2.71 + 0.0757 \ln(sup) + 0.059 \ln (dist \text{ parque}) + 0.217 (vista) - 0.220 (dns) - 0.0625 ccon$$

Uf/m ²	=	Valor por metro cuadrado en la zona.
Sup	=	Area del sitio en metros cuadrados.
Dist. Parque	=	Distancia en metros al Parque de los Reyes.
Vista	=	Presencia(1) o ausencia(0) de la vista hacia el Parque. Variable dummy.
Ccon	=	Coefficiente de constructibilidad.
Ldns	=	Distancia a avenidas principales

La regresión dio valores aceptables con su carácter predictivo, estando, los valores dentro de las bandas recomendadas por la teoría² En resumen SIG inmobiliario tiene su aporte para esta metodología en la medición de las variables y la validez dependerá de los datos.

Generación de cartografía temática con variables asociadas a los bienes inmuebles³.

La cartografía temática tiende a mostrar información acerca de un tema específico en una lámina, que sirve para la interpretación del investigador. En el mundo esto principalmente fue aplicado en términos de uso de suelo, catastro y generación de capas

¹ Segun Lever,George en "Precio hedónico parque de los Reyes", no publicado Gallo, José, et al; Trabajo 2 sem 1999, Preparación y Evaluación de proyectos de inversion inmobiliaria, ECCUC.

² Ver GUJARATI, D. (1996) **Econometria** . Editorial McGraw-Hill , Bogotá_ Santiago de Chile.

³ REALTOR (1999), disponible en www.realtor.com

como delincuencia, servicios por habitante, datos electorales y censales.

En esta investigación se realizó la cartografía temática de delincuencia en el sector oriente de la capital. Por ejemplo, si queremos responder, ¿Cuál es el nivel de seguridad en la comuna de Santiago?

Carabineros de Chile tienen tres niveles para clasificar la seguridad: Hurtos, robo con fuerza y robo con violencia, además de poseer sus propios distritos designados a las comisarías de la comuna, clasificadas según las zonas proporcionados por Carabineros de Chile (hurtos, robo con fuerza, robo con violencia), la cual permite identificar las zonas con mayores índice delictuales en distritos propios de carabineros.

En la figura N° 16 se determina la distribución de los delitos para cada uno de los sectores definidos por Carabineros, según su clasificación 1 además de estar normalizado por la curva iso-densidad poblacional, obtenida con análisis espacial en base a los datos del Censo nacional de población y vivienda, para su localización se puso la capa de distritos censales (script texto).



Figura 16

Distribución de delitos según tipo delincuencia, curva iso-densidad habitacional y distritos censales.

En otro ejemplo, se obtiene en la figura N° 17 con análisis espacial los mapas de densidad

poblacional y densidad de viviendas, en los distritos censales de la comuna de Santiago.

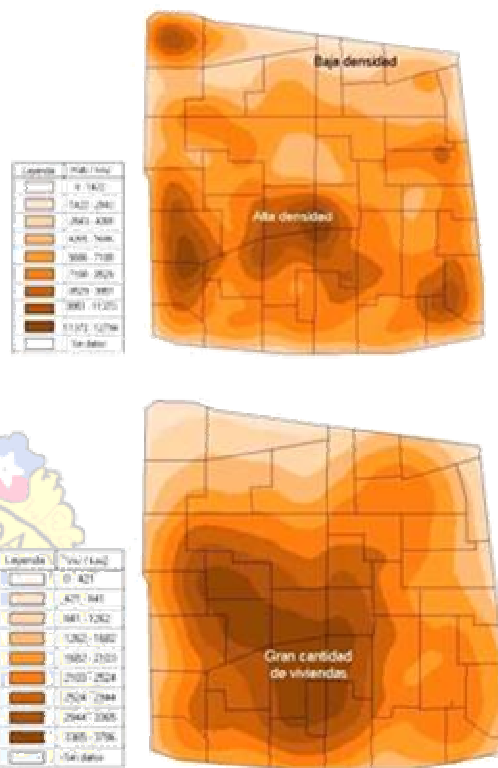


Figura 17

Curvas de iso-densidad habitacional y iso-viviendas.

A partir de la división de los mapas de la figura N° 18 se determinó el mapa de déficit habitacional. Las zonas más oscuras indican un mayor déficit.

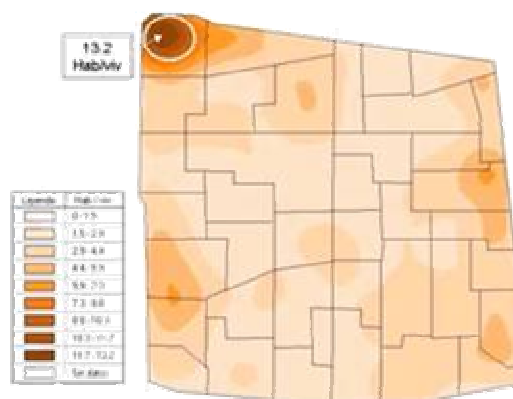


Figura 18

Mapa de déficit habitacional.

¹ Hurtos, robos con fuerza y robo con violencia

Todos los análisis anteriormente mencionados están inmersos en un medio ambiente cambiante que permite el desarrollo de ellas. Sin embargo, éste medio ambiente es también fuente de oportunidades y amenazas para el sistema, como producto.

Análisis de estadígrafos propios de la gestión inmobiliaria como la velocidad de venta

La velocidad de venta es un indicador del comportamiento del mercado en un determinado periodo de tiempo. Es una alternativa referencial para determinar la calendarización de los ingresos del proyecto. Así mismo es un índice estacional (depende del momento en que se mida) y se refiere al tiempo requerido (generalmente meses), dado un cierto volumen de ventas, un stock de un proyecto. En sí cada proyecto tiene asociada una velocidad de venta que depende de las características intrínsecas del bien transado, como los atributos del proyecto, los atributos del departamento, localización, etc. Como también al entorno macroeconómico, lo que implica que es poco confiable asociar la velocidad de un proyecto determinado a otro, aunque se encuentren en una zona determinada.

Para la aplicación de esta metodología en el S.I.G. inmobiliario, se ha adopto la metodología del conservador de bienes raíces para la recolección de datos acerca de la venta de bienes. Además se refirió los datos de velocidad de ventas a distritos censales, en un intento más de unificar el criterio de selección de zona a la unidad. Ahora, el principal objetivo de aplicar esta metodología a un S.I.G., consiste en la ventaja del sistema para determinar zonas y establecer conexiones espaciales acerca de datos particulares. Esto último plantea establecer un nuevo paradigma en términos de la información, dada la rapidez con que ella se entrega al usuario final, como la posibilidad de entrar como parte del sistema a interactuar con el sistema, lo que permite acceder a la misma información, pero con distintas metodología y carismas teóricos. Para la comuna de Santiago se ha elegido los datos que proporciona Transsa, con el fin de obtener la velocidad de venta de la comuna en total. En los proyectos se observa una estructura bastante variada, en donde

los proyectos que tienen una ubicación periférica dentro de la comuna, tienden a tener una velocidad de venta baja, lo que implica más de 52 meses para agotar stock.

Por otro lado, se observa una velocidad de venta reducida en los proyectos que están en el sector norponiente de Santiago, considerando además la cantidad de proyectos en el sector. Como se observa en el gráfico a continuación, el sector con mayor cantidad de proyectos es el sector norponiente, por tanto podemos desagregar la velocidad de venta por proyecto.

Ahora, si agregamos otras variables al análisis, como el valor promedio por metro cuadrado y la cantidad de meses en oferta, estableciendo una escala de valoración por tamaño de icono¹, podemos observar el fenómeno de manera más completa.

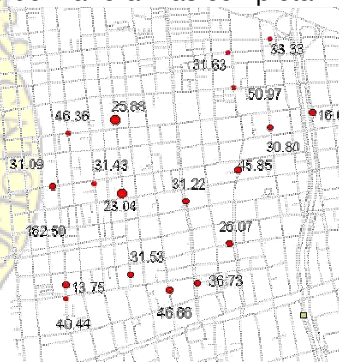


Figura 19
Velocidad de Venta y precio promedio por metro cuadrado

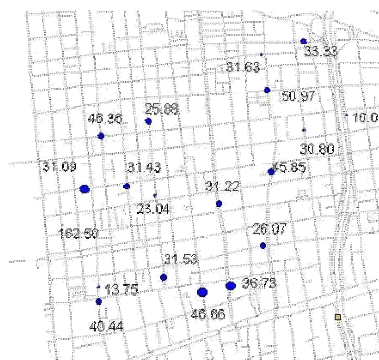


Figura 20
Velocidad de Venta y meses de oferta

¹ Ver Anexo 2 "Herramientas de Arcview gis 3.0a"

Como se observa, no existe una correlación directa con entre las variables y el valor de la velocidad de venta. Sin embargo, si aprecia una relación entre la variable meses de oferta y velocidad de venta, en términos espaciales y generando curva de iso velocidad de venta, como se ve en la figura Como se observa, existen zonas marcadas de influencia del fenómeno de la velocidad de venta de proyectos inmobiliarios, lo cual permite detectar zonas en el sector en donde se puede establecer un estimativo de la velocidad de venta.

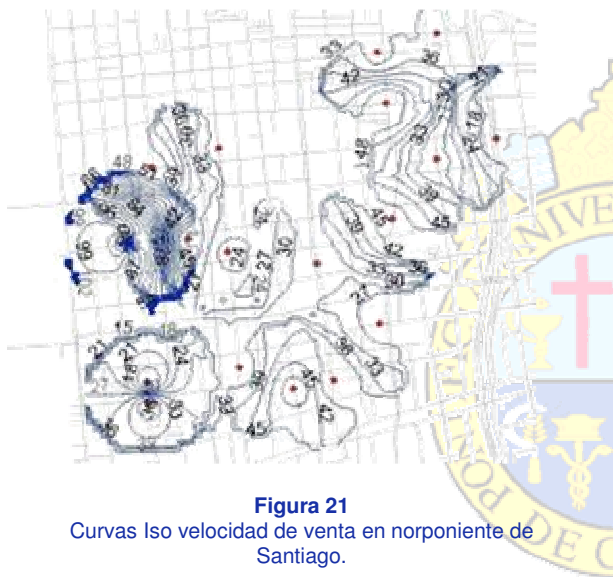


Figura 21
Curvas Iso velocidad de venta en norponiente de Santiago.

CONCLUSIONES, OPORTUNIDADES Y AMENAZAS DEL S.I.G. INMOBILIARIO

En términos generales, el S.I.G. inmobiliario se inserta a la realidad nacional en una economía abierta y en franco desarrollo hacia una economía de libre mercado.

Sin embargo, la mayoría de los datos públicos no se encuentran a disposición del público en general, dado el estado y los privados guardan celosamente su información, por ser parte de una ventaja comparativa sobre el resto.

Ante esto, resulta necesario levantar demasiada información de campo, aunque ésta se encuentra a disposición de los organismos estatales y de los actores del mercado, solo lleva a tener un mercado de información poco competitivo y de carácter monopólico.

Todo lo anterior, establece a nuestro país con una desventaja importante para el desarrollo de S.I.G., pero si presenta una oportunidad clara para el desarrollo de políticas de apertura de información y un mercado competitivo de información ante la actual carencia de ésta. El complemento que ofrece un sistema de información geográfica como plataforma base para la preparación y evaluación de proyectos inmobiliarios, será de gran relevancia para el desarrollo de cada uno de los estudios que la conforman, del perfeccionamiento de las metodologías, como de la administración y representatividad de los datos.

La principal trascendencia se visualiza para los estudios de oferta, demanda y comercialización sin desmedro, de la significancia que podría tener para los estudios técnico y legal.

En el estudio técnico y legal, es posible establecer el entorno legal del proyecto al establecer capas de información referida a la normativa municipal e intercomunal, como así seccionales especiales. También se puede presentar la oferta de sitios o los sitios posibles a ser transados.

Todo lo mencionado, establece una potencialidad concreta del S.I.G. como apoyo a estudio de fenómenos inmobiliarios, apoyando el dicho americano, "Ubicación, ubicación, ubicación", para definir el estudio de ellos.

El S.I.G. inmobiliario, permite la obtención y despliegue de distintos niveles de información, como aplicar diferentes metodologías y análisis, siendo el atributo de unión para todo el análisis la ubicación geográfica del bien. Esta configuración, permite potenciar la idea de que la localización es el más importante de los atributos del bien.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Santander, Sergio, Aguirre, Carlos, et al "Herramientas para un SIG Inmobiliario", Memoria para optar al título de Constructor Civil, Escuela de Construcción Civil PUC, 2000.
- 2.- Aguirre, Carlos; et al; "Plataforma GIS", Trabajo Preparación y evaluación de proyectos de inversión inmobiliaria. Escuela de Construcción Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile Texto no publicado, segundo semestre 1998.
- 3.- American Society of Real Estate Counselors, "An Introduction to GIS in Real Estate", in Real Estate Issues, August 1995, disponible en www.castleconsulting.com/bib.html
- 4.- Castleconsulting, "A Business-Geographics-Based Real Estate EIS [Executive Information System]"; Business Geographics, Marzo/Abril 1994, Disponible en www.castleconsulting.com/bib.htm
- 5.- Dangermond, Jack, Entrevista, Revista Geoinformación N°1, Vol 1 septiembre 1998.
- 6.- Feng, Li; "The revolution and the information economy", 1995, 1ª Edición, Editorial Wiley, Londres.
- 7.- Huhn, Mary; "Firms from Alley look for tally in the Valley", on line, disponible en www.u-data.com.
- 8.- International Association of Assessing Officers, "A Status Report: "Front Line" Uses of GIS in Public and Private Sector Real Estate Today", Property Tax Journal, Abril 1993, disponible en www.castleconsulting.com/bib.html.
- 9.- Maza, Jesús; "Estudios de impacto ambiental utilizando S.I.G. "; Conferencia "Geoinfo 2000". Santiago de Chile. Octubre 1999.
- 10.- Patillo, Carlos; "Avances y perspectivas de S.I.G. en los países de la región", Conferencia "Información geoespacial: Oportunidades y riesgos", Santiago de Chile, Julio 1999.
- 11.- Santander Rigollet, Mujica, Miguel "Grado de aceptación de una base de datos inmobiliaria digitalizada de Santiago"; Memoria para optar al título de Constructor Civil, Escuela de Construcción Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile, Julio 1999
- 12.- Stevens, David; "GIS as Social Practice: Considerations for a Developing Country", on line, disponible en www.DavidStevens.net.
- 13.- Van deer Steen, Sjef ; " Sistema catastral en los países bajos". Conferencia Geoinfo 2000. Santiago de Chile, Octubre 1999.