

SIMULACIÓN DE LA DEMANDA DE SUELO URBANO EN LA CIUDAD DE LA PAZ

Simulation of Urban Land Demand in the City of Peace

Lic. Rosa Flores, Univ. Edwin Arquipino, Univ. Juan C. Estrada, Univ. Víctor H. Quispe
rfloresmorales@gmail.com

RESUMEN

El presente informe de avance, muestra la selección de variables socioeconómicas y cartográficas, disponibles en el Instituto Nacional de Estadística y la Alcaldía Municipal de La Paz, relacionada con la dinámica de crecimiento urbano y un breve resumen de herramientas de software para fines de simulación.

Palabras clave:

Simulación urbana, software para simulación.

ABSTRACT

The present progress report shows the socioeconomic variables selected from the study of statistics and cartographic sources which provide information about the dynamics of growth of the city of La Paz and a brief summary of selected software tools for simulation.

Keywords

Urban simulation, simulation software.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la ciudad de La Paz fue relativamente acelerado en los últimos años; para el año 1976 el 48% de la población vivía en la zona urbana y el 52% en la zona rural. El censo del 2001 reporta que el 34% de la población radica en el área rural y el 66% en las zonas urbanas (Instituto Nacional de Estadística, 2001). Esta tendencia de crecimiento urbano va generando una ciudad con problemas recurrentes de uso de suelos, problemas de transporte y abastecimiento de servicios públicos, entre otros.

Estos problemas que enfrentan los administradores urbanos exigen la necesidad de generar modelos de análisis que sean capaces de anticipar las tendencias de esta realidad compleja, a fin de planificar estrategias de mantenimiento y crecimiento urbano.

La simulación de la dinámica urbana se constituye en una alternativa de análisis que asistida por herramientas informáticas coadyuva en el entendimiento, análisis y proyección de las ciudades.

La importancia de la simulación para fines de proyección y planificación urbana es hoy incuestionable, los futuros patrones urbanos generados pueden proporcionar una idea de cómo las ciudades pueden desarrollarse bajo distintas condiciones.

RESULTADOS

El proyecto, en las primeras etapas de relevamiento de información, compiló datos de múltiples fuentes entre ellas: datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística (INE) (2001), Encuesta Nacional de Demografía y Salud La Paz (Instituto Nacional de Estadística, 2007), Dossier Estadístico 2000-2005 del Gobierno Municipal de La Paz (Gobierno Municipal de La Paz, 2005), mapas

El proyecto "Simulación de la demanda de suelo urbano en la ciudad de La Paz", cuya conclusión está programada en octubre del 2013, tiene como objetivo: diseñar y simular mediante técnicas informáticas el crecimiento urbano de la ciudad de La Paz; parte de la hipótesis de que los datos históricos de las variables socioeconómicas identifican pautas, patrones y tendencias de su crecimiento.

MÉTODOS

Metodológicamente la problemática es abordada considerando las etapas del desarrollo de un modelo de simulación, identificadas como:

- Definición del sistema
- Colección de datos
- Formulación del modelo
- Implementación del modelo
- Validación
- Experimentación

Al mismo tiempo, considerando la dinámica urbana como un fenómeno de creciente complejidad, se ha visto por conveniente considerar tres enfoques de simulación: la dinámica de sistemas, autómatas celulares y evaluación multicriterio, buscando una complementariedad e integración paradigmática.

geográficos, temáticos y orto imágenes de la ciudad.

Se procedió al análisis de toda la información recopilada, se evaluó e identificó los criterios de comparación y se seleccionaron los datos más relevantes para el propósito del proyecto, considerando algunos proyectos similares (Aguilera, 2006) (Azócar, 2003) (Cifuentes, 2009). Al mismo tiempo se evaluaron las herramientas de software disponibles en nuestro medio, llegando a los siguientes resultados preliminares:

Definición de variables

Los modelos de simulación elegidos, requieren la identificación de variables históricas que den cuenta del cambio experimentado en la urbe; de la revisión documental se lograron categorizar e identificar las variables base, considerando la correlación existente y la relación de causa-efecto, que permitirán la formulación de los modelos (tabla 1).

Es importante observar que muchas variables no fueron consideradas por no tener información registrada en distintos periodos o, porque el estudio consideró una organización territorial diferente en los distintos registros, tal el caso de las variables de renta, número de personas por hogar, educación, actividad laboral, número de personas por vivienda, etc.

Respecto a los datos necesarios para la simulación con autómatas celulares, se consideraron mapas geográficos provistos por el municipio (Gobierno Municipal de La Paz, 2005) como: mapa de riesgos, vialidad, equipamiento urbano, áreas verdes, áreas protegidas, pendiente del relieve terrestre, etc. El análisis de esta información se concentró en la identificación de factores de expansión que según Aguilera (2006) podrán estar explicados por variables como: potencial de cambio o transición, potencial urbano, accesibilidad y un parámetro de perturbación aleatoria.

Con este fin, la información cartográfica fue normalizada y convertida a formato raster¹ para facilitar el procesamiento a nivel de píxeles.

Software

Para el tratamiento de la información se analizaron una variedad de herramientas

de software, entre las que se eligieron las siguientes:

OBEUS (Object-Based Environment for Urban Simulation) plataforma para modelar dinámicas urbanas en base a lo que se denomina Sistemas Automatas Geográficos, similar a los autómatas celulares, diseñado en la Universidad de Tel Aviv.

Golly es un código abierto, multiplataforma, especializado en la simulación de autómatas celulares.

IDRISI Taiga, software especializado en el tratamiento de imágenes con un módulo especializado en la simulación de imágenes en formato raster con autómatas celulares.

Stella, software de modelación dinámica con entorno gráfico y proyección de datos mediante ecuaciones diferenciales.

DISCUSIÓN

Los primeros resultados nos llevan a identificar algunas variables (las necesarias) para formular los modelos de simulación. Sin embargo, es necesario observar que pese a la oferta de fuentes de información urbana sistematizadas, son muy pocas las que aportan con datos históricos registrados con cierta periodicidad y homogeneidad. Estas fuentes corresponden en su mayoría a instituciones del Estado, siendo el INE la principal fuente de información y el Gobierno Municipal de la ciudad de La Paz, en este caso particular.

Al mismo tiempo se evidencia que los censos y las encuestas son la fuente principal de información para la producción estadística. Gran parte de las publicaciones presentan datos resumidos a nivel país, departamento o municipio, siendo de difícil acceso datos desagregados o de mayor detalle respecto a la organización territorial. Por otra parte, en los censos nacionales los distritos

¹ Representación espacial de las entidades mediante la disposición de celdas o píxeles en forma de matriz.

censales no corresponden con los distritos catastrales de los municipios y, en otros casos, los censos y encuestas toman en consideración las Organizaciones Territoriales de Base (OTB's) lo que dificulta el análisis y provoca la exclusión de una cantidad de variables importantes, que podrían aportar a una mayor precisión del modelado.

El dossier del municipio (Gobierno Municipal de La Paz, 2005) es un gran aporte al conocimiento de la dinámica urbana; presenta información desagregada a nivel de distritos catastrales, pero hasta la fecha no se

cuenta con nuevas versiones del estudio y tampoco existen versiones anteriores.

La información geográfica disponible de la ciudad de La Paz es muy escasa, sin embargo es de resaltar los esfuerzos de las últimas gestiones ediles para construir una base de imágenes históricas que puedan servir para estudios futuros. Actualmente la información se presenta en múltiples formatos lo que dificulta su tratamiento, siendo necesario un proceso arduo de conversión; tarea que nos ocupa actualmente.

Tabla1. Selección y categorización de variables

Nombre	Descripción	Tipo	Categoría
Población	Población residente	Primaria	Nivel
Hogares	Nro. de hogares	Primaria	Nivel
Nacimientos	Nro. de nacimientos	Primaria	Flujo
Defunciones	Nro. de defunciones	Primaria	Flujo
Densidad	Nro. de habitantes por Km ²	Derivada	Flujo
Viviendas	Nro. de viviendas	Primaria	Nivel
Tasa de Natalidad	Tasa de Natalidad	Primaria	Tasa
Tasa de Mortalidad	Tasa de Mortalidad	Primaria	Tasa
Tasa de Migratoria	Tasa de Migratoria	Derivada	Tasa
Suelo Productivo	Uso de suelo comercial e industrial	Primaria	Nivel
Áreas protegidas	Reservas ecológicas de la ciudad	Primaria	Nivel
Suelo Residencial	Uso de suelo para residencia	Primaria	Nivel
Área verde	Uso de suelo para áreas verdes	Primaria	Nivel
Equipamiento urbano	Uso de suelo para equipamiento urbano	Primaria	Nivel
Comunicación vial	Uso de suelo para tránsito vehicular	Primaria	Nivel

CONCLUSIONES

Revisadas las fuentes de información estadística y geográfica, se logró seleccionar las variables necesarias para generar los modelos de simulación. El estudio de las herramientas de software ha permitido que el equipo logre mayor experiencia en la formulación de modelos.

Desde una visión crítica, se considera, en general, que los esfuerzos por generar datos estadísticos de la urbe paceña, son acciones carentes de coordinación entre los diferentes actores e instituciones

responsables; no existe continuidad ni periodicidad en el relevamiento, siendo necesario desarrollar una capacidad de recopilación más efectiva observando normas de calidad que exige la producción estadística. Para este efecto, será necesario el trabajo conjunto de las oficinas estadísticas y otras instituciones a fin de precisar conceptos, diseñar cuestionarios y coordinar objetivos en el marco de una estrategia integrada de construcción de sistemas de información estadística, no sólo del objeto de estudio en cuestión, sino del país en su conjunto.

Palabras clave:

Bases Orientadora de la Acción, Ingeniería de software, Objetos de Aprendizaje, Informática en la nube.

ABSTRACT

The course content acquired a significant importance in both near and distant in the teaching-learning process, because it depends on the learning success of students. To facilitate the development of content and ensure that the criteria are assigned taking accessibility, pedagogical and combining available resources in this project is a learning object, under the SCORM standard, for this purpose was reviewed learning styles according the model proposed by David Kolb, it was applied to survey students from second, sixth and final semester of Informatics. According to the results, online content design for the software engineering field development using modules based guiding action. The well structured content will create social and collaborative knowledge through web 2, using the benefits of cloud computing.

Keywords:

Guided based on the Action, Software engineering, Learning Object, Cloud Computing.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, F. B. (2006). Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares. *Revista internacional de ciencia y tecnología de la información geográfica*, 81-112.
- Azócar, G. e. (2003). Cambio en los patrones de crecimiento en una ciudad intermedia: el caso de Chillán en Chile Central. *Revista Eure*.
- Cifuentes, P. (2009). Modelización de los factores de crecimiento urbano como aporte a la sostenibilidad. Estudio de caso: Manizales – Colombia. *Revista internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 91-96.
- Gobierno Municipal de La Paz. (2005). *Dossier Estadístico 2000-2005 del Gobierno Municipal de La Paz*. La Paz: MAKENCY.
- Instituto Nacional de Estadística. (2001). *Censo Nacional de Población y vivienda 2001*. Recuperado el 12 de Febrero de 2012, de Instituto Nacional de Estadística: <http://www.ine.gob.bo>
- Instituto Nacional de Estadística. (2007). *Encuesta nacional de demografía y salud 2003 La Paz*. La Paz: INE.

Descripción	Tipo	Categoría
Nro. de nacidos	Primaria	Nivel
Nro. de nacimientos	Primaria	Nivel
Nro. de defunciones	Primaria	Nivel
Nro. de habitantes por Km ²	Derivada	Nivel
Nro. de viviendas	Primaria	Nivel
Tasa de Natalidad	Primaria	Tasa
Tasa de Mortalidad	Primaria	Tasa
Tasa de Migración	Derivada	Tasa
Uso de suelo comercial e industrial	Primaria	Nivel
Reservas ecológicas de la ciudad	Primaria	Nivel
Uso de suelo para residencial	Primaria	Nivel
Uso de suelo para áreas verdes	Primaria	Nivel
Uso de suelo para equipamiento urbano	Primaria	Nivel
Uso de suelo para tránsito vehicular	Primaria	Nivel