

## ***Base de datos para producir mapas de riesgo urbano con imágenes satelitales e imágenes de campo generados por video digital.***

**Dr. Lorena Montoya  
Researcher**

**Email: a.l.montoya@kpnplanet.nl**

**John Horn *MPhil*,  
International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation  
Senior Project Officer  
Email: horn@itc.nl**

### Palabras Claves

Percepción remota, video digital, SIG móvil, riesgo urbano

### Resumen

Uno de los retos más grandes en el campo del análisis del riesgo por desastres naturales es el referente a los inventarios de edificaciones. Aunque las bases de datos catastrales generalmente están disponibles en formato análogo o digital, es común que la clasificación de edificaciones adoptada no es apta para ser utilizada para el análisis del riesgo urbano. Lo anterior ocurre ya que generalmente estas clasificaciones fueron elaboradas con fines de registro parcelario o fines fiscales. Los censos de vivienda y edificaciones presentan problemas similares. Si bien es cierto que a mediano o largo plazo las bases catastrales y los censos deben ser transformados para que su uso sea multi-funcional, a corto plazo es necesario encontrar métodos rápidos para generar la información necesaria para evaluar el riesgo de las edificaciones y el consiguiente riesgo que éstas causan a los habitantes.

Hasta hace poco tiempo y dado su baja resolución, las imágenes de satélite no jugaron un papel importante en la gestión del desastre urbano. Con la excepción del mapeo de cobertura vegetal y usos de suelo urbano restringido a pocas clases, estas imágenes eran usadas más que todo en las zonificaciones de amenaza por deslizamiento e inundación. Sin embargo, a partir del lanzamiento del IKONOS 1 (en 1997), los geógrafos y planificadores urbanos muestran cada vez mayor interés en el procesamiento de imágenes satelitales.

A la hora de generar inventarios de edificaciones, las imágenes obtenidas por percepción remota no pueden remplazar a la información de campo sino que deben usarse para complementarla. Esta ponencia describe como se puede lograr obtener un inventario de edificaciones a partir de la combinación de imágenes satelitales con imágenes geográficamente referenciadas grabadas en la tierra utilizando video digital (DV). Este método presenta varias ventajas, entre ellas:

- Es multi-funcional porque la clasificación y otros asuntos relacionados con la interpretación pueden decidirse *a posteriori*.
- El proceso de grabación no consume mucho tiempo ya que puede ser llevado a cabo en un vehículo en movimiento.
- El proceso de grabación no requiere personal técnicamente calificado.
- Los costos de producción son bajos y además los equipos utilizados en el campo son de uso difundido por lo que pueden conseguirse fácilmente.

Asimismo se describe como utilizar un paquete de software para extraer las imágenes JPG a partir del video y como enlazar esas imágenes a los datos obtenidos por el sistema de posicionamiento global para geo-referenciar dichas imágenes. Finalmente se describe como utilizar un sistema de información geográfica (SIG) para el procesamiento de los datos puntuales obtenidos y su transformación en información temática agregada a nivel de manzana.

## Abstract

One of the greatest challenges in the field of natural disasters risk relates to building inventories. Even though cadastral databases are generally available in analogue or digital formats, it is common that the building classification used is unsuitable for urban risk analysis. Housing censuses pose similar problems. In the medium- or long-term, cadastral databases and censuses can be transformed into multifunctional databases. In the short term, rapid methods to generate the necessary information to assess building and population risk should be developed to bridge this gap.

Until recently, due to its low resolution, satellite imagery did not play a major role in urban disaster management. Apart from the mapping of urban and vegetation land-cover, its main use was in the production of flood and landslide hazard zonations by earth and atmospheric scientists. With the launching of IKONOS 1 in 1999 and QUICKBIRD in 2001, however, urban geographers and planners show increasing interest in the processing of this imagery.

In the field of building inventory generation, satellite imagery cannot replace ground information, but it can be used to complement ground information. This paper describes how to obtain a building inventory by combining satellite images with geographically referenced images generated on the ground by a digital video. This method offers several advantages, amongst them:

- It is multifunctional because the classification and other issues related to the interpretation can be decided *a posteriori*.
- The recording process is not too time-consuming as it can be carried out from a moving vehicle.
- The recording process does not require any technical expertise.
- The costs involved are low compared to conventional sidewalk screening of buildings.

This paper also describes how to use video capture software to extract JPG images and how to link them to the data obtained from a Global Positioning System (GPS). Lastly, the paper describes how to use a Geographic Information System to process the data and to transform it into thematic information aggregated to the block level.

## 1. Introducción

Para mejorar la gestión del riesgo urbano por desastres naturales es necesario contar con bases de datos geográficas que contengan información de algunos atributos de las edificaciones y la infraestructura. Esta información, junto con zonificaciones de amenaza y modelos de vulnerabilidad, permite producir estimaciones sobre daños a la población, a las edificaciones e infraestructura. Dado los altos índices de urbanización en los países en vías de desarrollo, es muy importante que esta información sea actualizada periódicamente.

La motivación para desarrollar esta metodología está relacionada con varios problemas típicos de la información geográfica a “escala pequeña” que se necesita para generar estimaciones del riesgo urbano para la toma de decisiones a nivel local. En algunos países, la información a “escala grande” no está disponible por razones legales, particularmente por leyes de confidencialidad. Este es el caso de muchos censos de vivienda, los cuales impiden el acceso a la información de cualquier unidad geográfica que contenga menos de un  $X$  número de viviendas o habitantes.

Aunque las bases de datos catastrales generalmente están disponibles en formato análogo o digital, es común que la clasificación de edificaciones adoptada no es apta para ser utilizada para el análisis del riesgo urbano. Lo anterior ocurre ya que generalmente estas clasificaciones fueron elaboradas con fines de registro parcelario o fines fiscales. Los censos de vivienda y edificaciones presentan problemas similares. Si bien es cierto que a mediano o largo plazo las bases catastrales y los censos deben ser transformados para que sean multi-funcionales, a corto plazo es necesario encontrar métodos rápidos para generar la información necesaria para evaluar el riesgo de las edificaciones y el consiguiente riesgo que éstas causan a los habitantes.

Hasta hace relativamente poco tiempo y dado su baja resolución, las imágenes de satélite no jugaron un papel importante en la gestión del desastre urbano. Con la excepción del mapeo de cobertura vegetal y usos de suelo urbano restringido a pocas clases, estas imágenes eran usadas en las zonificaciones de amenaza por deslizamiento e inundación. Sin embargo, a partir del lanzamiento del IKONOS 1 (en 1997) y el QUICKBIRD en 2001, los geógrafos y planificadores urbanos muestran cada vez mayor interés el procesamiento de imágenes satelitales. Sin embargo, en este campo, a la hora de generar inventarios de edificaciones, las imágenes obtenidas por percepción remota no pueden reemplazar a la información de campo sino que deben usarse para complementarla.

## 2. Metodología

Esta ponencia tiene como objetivo describir una metodología diseñada para obtener un inventario de edificaciones a partir de la combinación de imágenes satelitales con imágenes geográficamente referenciadas grabadas en la tierra utilizando video digital. Para la recolección de datos de campo se propone la utilización de equipo de uso difundido de bajo costo.

La metodología consiste de tres fases:

1. Clasificación inicial del “stock” de edificaciones,
2. Planeamiento de la misión de captura de datos de campo,
3. Captura de datos e
4. Ingreso y manipulación de datos para crear una base de datos espacial

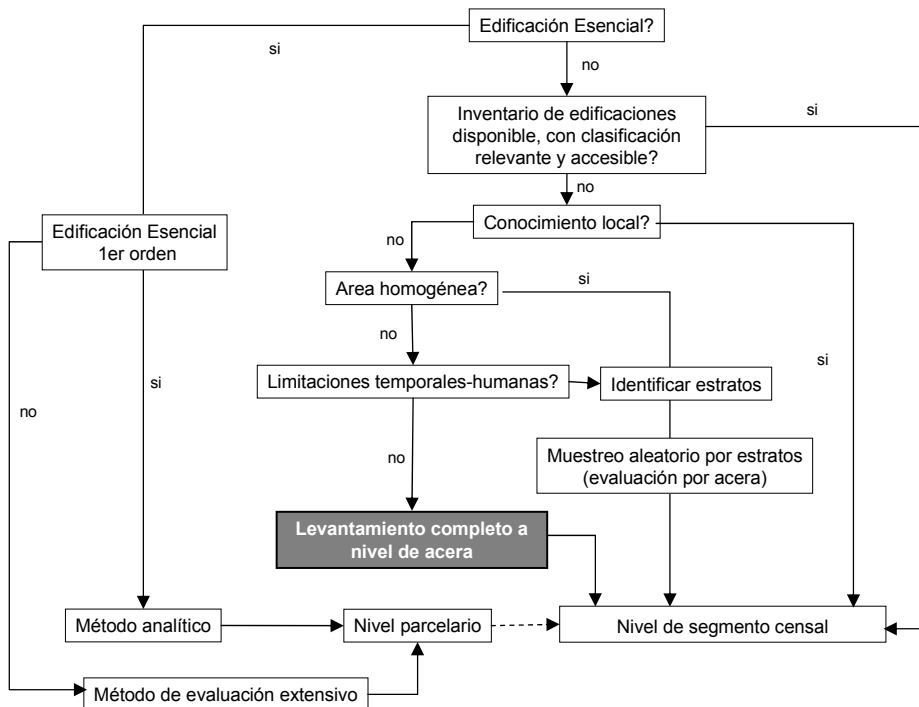


Figura 1: Diagrama de Flujo de Metodología de Clasificación de Edificaciones

La clasificación inicial del “stock” de edificaciones se lleva a cabo de acuerdo a consideraciones relacionadas con la respuesta a la emergencia (ver Figura 1). Las edificaciones esenciales para las operaciones de rescate y alivio (e.j. Cruz Roja, estación de policía, hospitales, etc.) se clasifican como “Edificaciones Esenciales de 1er Orden”. Las edificaciones que tienen uso potencial para

servir para alojamiento temporal para los que quedarán desamparados (e.j. instalaciones deportivas y educativas, centros comunitarios, etc.) se clasifican como “Edificaciones Esenciales del 2do Orden”. Las edificaciones restantes se clasifican como “Edificaciones Regulares”. Esta clasificación permitirá aplicar métodos de colección de datos de campo distintos a cada clase, logrando una maximización de los recursos humanos y económicos. Esta clasificación permite, por ejemplo, que la vulnerabilidad de un hospital sea evaluada extensivamente incluso utilizando modelos matemáticos para evaluar la respuesta estructural; que la vulnerabilidad de un centro comunitario sea evaluada por medio de una inspección al interior y exterior del edificio mientras que una vivienda sea inspeccionada únicamente desde la acera. Esta ponencia se centra en un método de captura de datos aplicable a las Edificaciones Regulares únicamente.

La preparación de la misión de captura de datos de campo se lleva a cabo utilizando un SIG e imágenes aéreas (ya sean fotografías aéreas o imágenes de satélite). Por medio de la interpretación visual de la imagen se logra delimitar extensiones grandes de barrios residenciales y zonas industriales constituidas por “unidades tipo”. La identificación de estas áreas permite la reducción de la fase de captura de datos, ya que las características de las edificaciones dentro de estas áreas pueden ser deducidas por el levantamiento de una única unidad por área homogénea (ver Figura 2). Una vez que estas áreas son identificadas, el SIG se utiliza para identificar las áreas donde el vehículo deberá circular para grabar el video.



Figure 2: Delimitación de áreas homogéneas

El método para la captura de datos (ver Figura 3) combina un GPS y un DV para producir una imagen de la fachada de una edificación y deducir su localización. En una segunda etapa, la imagen es interpretada para extraer los atributos requeridos. En el caso de la vulnerabilidad, por ejemplo, los atributos relevantes que pueden ser extraídos de una imagen incluyen material de construcción, el sistema constructivo, número de pisos, nivel de mantenimiento y edad de la construcción. En una tercera etapa, el SIG es usado para almacenar y procesar los datos para producir mapas atributivos. La última etapa involucra utilizar el SIG para integrar estos mapas atributivos con otras capas de datos para producir información para la formulación de estrategias urbanas, tales como pronósticos de desastres. Adicionalmente, si esta captura de datos es llevada a cabo periódicamente y para un área urbana completa, no proporciona únicamente información multi-temporal relacionada a la vulnerabilidad de edificaciones, sino que también puede incrementar la eficiencia en procesos como la recolección de impuestos, cumplimiento de la ley y resolución de conflictos.

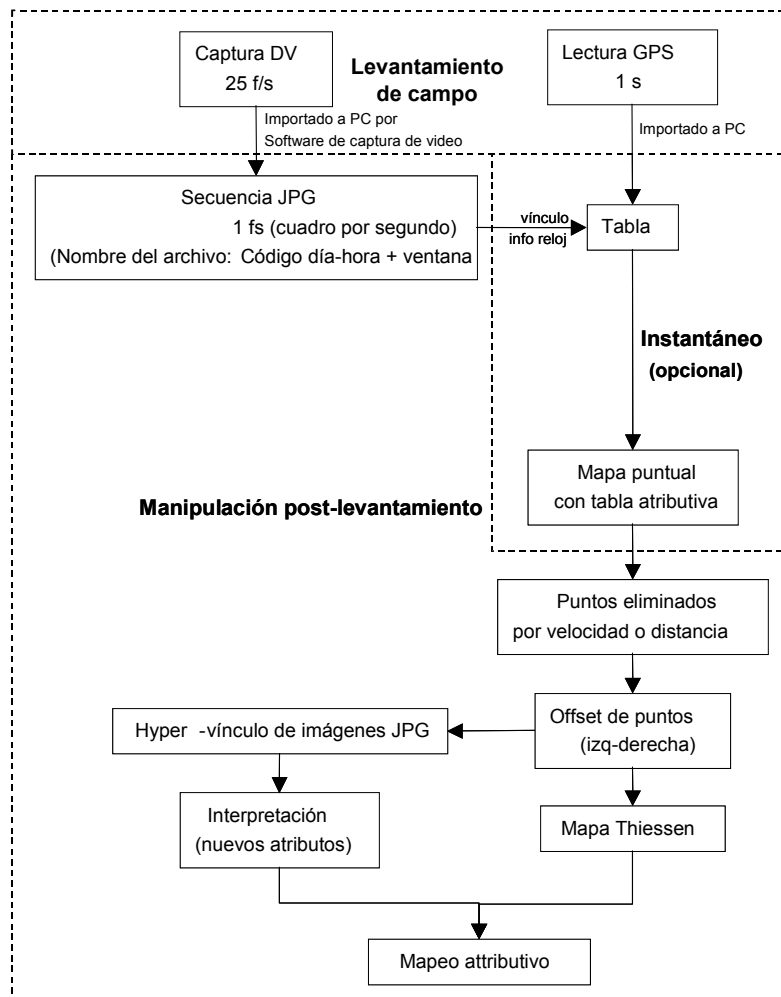


Figure 3: Método de Captura de Datos

La clave de esta metodología es la vinculación del GPS con el DV por medio de la sincronización del reloj interno de ambos aparatos. Esta simple sincronización permite establecer la localización de la imagen de video. El video ofrece varias ventajas, entre ellas:

1. Es multi-funcional porque la clasificación y otros asuntos relacionados con la interpretación pueden decidirse *a posteriori*. Por ejemplo los usuarios pueden ser instituciones gubernamentales relacionadas con la planificación urbana y más concretamente con gestión del desastre urbano. También los usuarios pueden ser empresas privadas como compañías de bienes raíces.
2. El proceso de grabación no consume mucho tiempo ya que puede ser llevado a cabo en un vehículo en movimiento.
3. El proceso de grabación no requiere personal técnicamente calificado.
4. Los costos de producción son bajos y además los equipos utilizados en el campo son de uso difundido por lo que pueden conseguirse fácilmente.

La cobertura de una imagen depende de dos factores: la vista angular de la cámara y la distancia a la fachada del edificio. Lo anterior debe ser tomado en cuenta particularmente en casos donde las calles sean angostas ya que la cobertura puede ser muy limitada ya que el ángulo de visión de las

cámaras DV tiende a no ser muy ancho. Por esta razón debe considerarse la utilización de un adaptador para ampliar el ángulo de visión.

La mayoría de las unidades GPS son capaces de grabar internamente datos sobre el recorrido (track log) (e.g. coordenadas, día, hora, altitud, distancia al punto anterior (leg length), velocidad, dirección) a intervalos cortos como por ejemplo de 1 segundo. La distancia entre puntos es importante ya que a partir de ésta y del ancho mínimo de las parcelas se puede deducir la velocidad máxima a la cual debe circular el vehículo para obtener por lo menos un punto por parcela.

El video utilizado en el caso de estudio era capaz de capturar 25 cuadros por segundo pero con un paquete de software para captura de imágenes estáticas, el video fue manipulado de tal forma que se extrajo una imagen por segundo (ver Figura 4). En este caso, se utilizó uno que automáticamente guardaba las imágenes de acuerdo con la información del reloj (scene'20011021 08.08.44.jpg). Seguidamente los nombres de los archivos fueron modificados para que se indicara desde cuál de las dos ventanas éste fue tomado (izq'20011021 08.08.44.jpg).



Figura 4: Imágenes Estáticas Producidas por el Video Digital

La información obtenida del GPS se importa a la base de datos. La base de datos puede ser purgada utilizando la columna "leg length" o la de velocidad ya que habrá muchos puntos generados mientras el vehículo estuvo estático (e.g. semáforos, congestión de hora pico). Se utilizan las columnas X y Y para generar un mapa de puntos. Ya que se utilizaron dos cámaras de video simultáneamente, se necesita generar por lo menos un punto al frente de cada parcela. Si se cuenta con una línea de centro de calle, es posible convertir esta línea a puntos a una distancia determinada perpendicularmente a dicha línea. Esta operación de "offset" se llevó a cabo tomando la distancia promedio del centro de la calle a la acera. Se agregan dos columnas a la base de datos (una para los puntos a la izquierda y otra para los puntos a la derecha de la línea de centro de calle). Luego se genera un macro para que automáticamente aparezcan los nombres de los archivos de las imágenes que contienen las fachadas. Las imágenes estáticas se despliegan automáticamente al lado del mapa en el software SIG por medio de un hipervínculo. Lo anterior permite hacer la interpretación de los atributos requeridos para la imagen e ingresar esa información en la base de datos. Se crea un mapa Thiessen a partir de los puntos y con base en la información atributiva contenida en la base de datos se generan mapas poligonales atributivos. Ya que la precisión de los polígonos no es muy alta, se procede a agregar la información a nivel de manzana.

### 3. Conclusión

Con el caso de estudio se logró comprobar que el método desarrollado es una alternativa viable para generar un inventario de edificaciones regulares. El método es útil ya que puede ser usado como un método genérico de recolección de datos, permitiéndoles a los usuarios la extracción de los atributos de su interés. Desde el punto de vista del costo-beneficio, el uso de imágenes aéreas para la delimitación de áreas homogéneas junto con la grabación de video desde un vehículo en movimiento resultó una buena alternativa ya que reduce el tiempo requerido para generar la base de datos. Asimismo, el uso de equipo ampliamente difundido y de bajo costo hace posible que esta metodología pueda ser aplicada por gobiernos locales pequeños con presupuestos limitados.

### 4. Bibliografía

Montoya, L. 2003. Geo-data acquisition through mobile GIS and digital video: an urban disaster management perspective. En *Environmental Modelling and Software* 18, 869-878.

Montoya, L. 2002. Urban Disaster Management: a case study of earthquake risk assessment of Cartago, Costa Rica. ITC Publication Series No. 96

Sumrada, R. 2002. The shift from stand-alone to web and mobile GIS solutions: Towards distributed applications of GIS technology. En *GIM International* 16, 40-43.

Tobin, G.A. Montz, B.E. 1997. Natural hazards: explanation and integration. New York. The Guilford Press.

Zeiler M. 1999. Modelling our world: the Esri guide to geodatabase design. Environmental Systems Research Institute, Inc. Redlands.