

# **El futuro del Catastro Urbano: 3D y más allá**

## **The future of the Urban Cadastre: 3D and beyond**

Yasmani Ceballos - Izquierdo

Dirección Municipal de Planificación Física  
de Madruga, Mayabeque

Lisuet Capó - Marrero

Sede Universitaria de Medicina  
“Dr. Raúl Felipe Señor García”  
Madruga, Mayabeque

### **RESUMEN**

Los últimos años han probado una necesidad creciente de construcciones en nuevas áreas con máximo aprovechamiento económico del suelo, así también como un incremento de la complejidad vertical de las infraestructuras. El uso y la ocupación del terreno tienen realmente características multidimensionales: terrestre (2D), vertical (3D) y temporal (4D). ¿Puede un catastro 2D cubrir estas situaciones complejas? Muchos países se han lanzado a implementar un catastro 3D, reconociéndolo como el futuro del catastro en el mundo, y otros, como es el caso de Cuba, se preparan para tenerlo, aunque aún queda un largo camino por recorrer.

PALABRAS CLAVE: catastro; catastro 3D; propiedad; complejidad vertical.

### **ABSTRACT**

The last years have proven a growing need of buildings in new areas with maximum economic use of the surface, as well as an increase of the vertical complexity of the infrastructures. Actually, the use and occupation of space has always had multi-dimensional characteristics: terrestrial (2D), vertical (3D) and temporal (4D). We can manage these complex situations with a two-dimensional cadastre? Many countries have rushed to

implement a three-dimensional cadastre, recognizing it as the future of the cadastre in the world, and other countries, such as Cuba, are preparing to have it, although still is a long way to achieve it.

KEY WORDS: cadastre; 3D cadastre; property; vertical infrastructures.

## **Introducción**

Catastro... Aún existen personas que escuchan esta palabra y la relacionan en la mente con catástrofe por su cierto parecido en pronunciación. Pero no, lo cierto es que el concepto de catastro no tiene nada que ver con desastre, sino con desarrollo, orden, innovación, creación y futuro, y esto es porque durante años su significación ha evolucionado para servir a un creciente número de demandas de la sociedad moderna, entre las que se destacan el manejo económico sostenible y el planeamiento urbano. En este sentido, aunque el concepto de catastro parezca innovador, no es una idea tan nueva, pues sus raíces son tan antiguas que pueden ser trazadas hasta Roma y Egipto, lo que sugiere, en primer lugar, que ha favorecido al desarrollo de la sociedad desde antaño.

Pero entonces, ¿qué se entiende por catastro? El concepto más sencillo lo define como un registro, inventario o censo de los bienes inmuebles de un territorio. Pero en términos informáticos es una base de datos que almacena una descripción comprensiva de los inmuebles urbanos y rurales, incluyendo localización, superficie, uso, representación gráfica y valor (catastral). La parte gráfica usualmente consiste en una descripción geométrica de parcelas directamente asociadas a registros en la base de datos que las describe. Ahí es donde encajan los Sistemas de Información Geográfica (SIG) o programas informáticos que extraen esa información, la procesan y entonces la muestran en un mapa. Y es que, tras una larga evolución histórica que viene desde los antiguos mapas de hatos y corrales del siglo XVIII, el catastro en Cuba ha despuntado para convertirse en un catálogo inmobiliario multifuncional que se acoge a las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Un poco confuso para las personas fuera del ámbito de la Planificación Física, tal vez siendo para estas un servicio público para reducir el tiempo de los trámites (de viviendas o terrenos) que estén vinculados con las medidas y linderos.

Por lo general, la “parte informática” del catastro en Cuba ha venido evolucionando en una serie de soluciones de factura nacional que han permitido cierto avance en la gestión de la información para su actualización. La última de estas herramientas, el SISCAT —el *software* del sistema de catastro nacional—, ha incidido de forma trascendental en el manejo, almacenamiento, explotación e integración de la información catastral, potenciando no solamente la organización y acceso a ella, sino dotando a las oficinas de Planificación Física de nuevas funciones que permiten visualizar mapas digitales y agilizar la toma de decisiones, a la vez que facilitan la confección de nuevos planes en materia de ordenamiento territorial y urbanismo en función de cada territorio (figura 1).

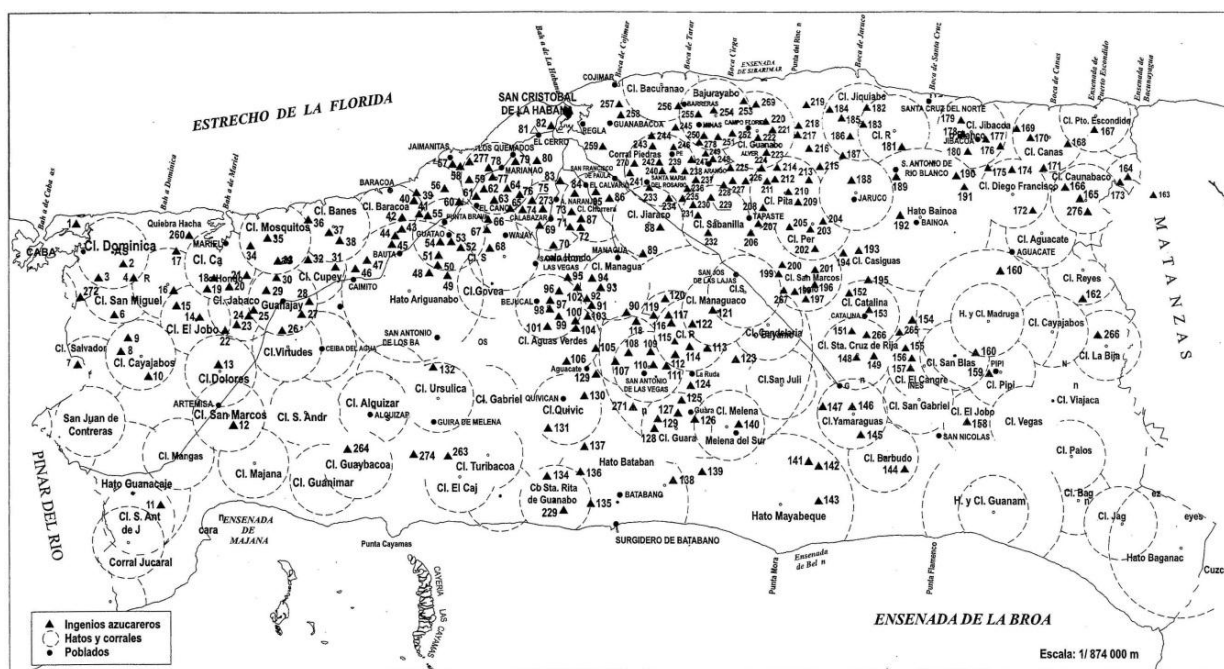


Figura 1. Mapa del siglo XVIII con los hatos y corrales de la antigua provincia de La Habana. Bidimensional y con divisiones circulares, este primitivo parcelario es un precursor del catastro actual.

Calificado hoy como un servicio más eficiente y económico, los funcionarios de las oficinas de catastro en las direcciones municipales de Planificación Física comienzan a reconocer las facilidades del SISCAT, al cual se le van incorporando los parcelarios de los asentamientos y las modificaciones realizadas en los inmuebles. Con el SISCAT ejecutándose en una computadora es posible observar la cartografía de un territorio y gestionar a la perfección las medidas y linderos de cada parcela, la unidad básica del catastro en el país.

En el caso de los municipios que tengan el Catastro Urbano, a partir del momento en que una persona solicita un trámite se hacen las comprobaciones en el terreno y posteriormente se selecciona la parcela urbana en el SISCAT, se imprime y se emite una certificación catastral urbana. Además de que el proceso resulta más rápido para las personas, la certificación catastral se puede adquirir por un valor de cincuenta pesos en moneda nacional, la mitad de lo que cuesta un dictamen técnico emitido por la oficina de los Arquitectos de la Comunidad, y debe ser, en el futuro, el instrumento jurídico que avale la titularidad de una propiedad.

Pero el beneficio real del SISCAT requiere que su base de datos esté bien actualizada, dado que su aporte mayor está en la veracidad de su contenido por dos razones fundamentales: 1) visualiza en un mapa las parcelas bien delimitadas; y 2) describe los inmuebles aportando características necesarias para identificarlos. Sin embargo, estos aspectos fallan ante lo que avizoran los nuevos retos del urbanismo futuro.

En el contexto internacional numerosos gobiernos han apostado por las tecnologías de la información y comunicación para cambiar la configuración de las ciudades (intentando convertirlas en inteligentes o *smart cities*), al mismo tiempo que renuevan dinámicamente el catastro mientras evoluciona la urbanización. En pocos años la ciudad inteligente va a pasar de ser una tendencia, a convertirse en una realidad. El conflicto progresivo entre crecimiento urbano contra espacio limitado de terreno emerge, cada vez se va a acortar más el espacio horizontal y se tendrá que aprovechar más el vertical.

En los países desarrollados se oye hablar desde hace tiempo de enormes rascacielos, y en Cuba, a partir de los últimos años, se ha evidenciado una necesidad creciente de construcciones en nuevas áreas con máximo aprovechamiento económico del suelo, así también como un incremento de la complejidad vertical de las infraestructuras, construcción

de hoteles, edificios, redes de telecomunicaciones, viviendas con tres plantas, garajes bajo tierra, sótanos, túneles, incluso extracción subterránea de minerales. ¿Puede un catastro 2D cubrir estas situaciones complejas? Las previsiones demográficas prometen, además, un considerable aumento de la población mundial para 2050 (figura 2).

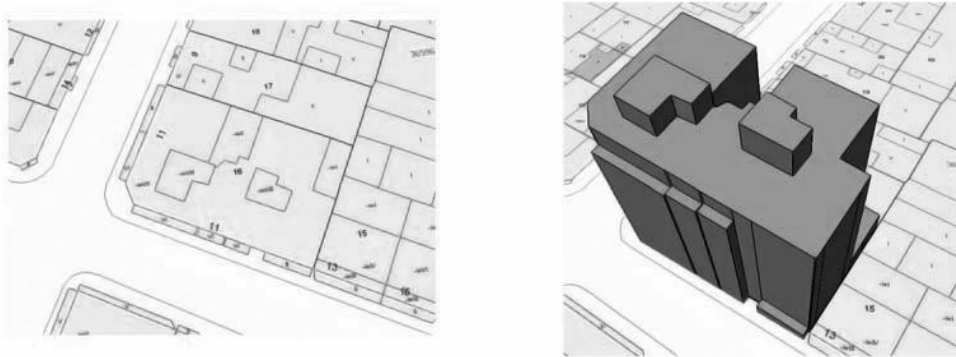


Figura 2. En un sistema catastral “2D” (izquierda) no es posible ejecutar análisis espacial, pues no están soportados los datos 3D y la exploración del desarrollo vertical en una construcción compleja no es fácil comparado con un sistema 3D (derecha).

Esta valoración y próximos desafíos motivan pensar en cómo incorporar el desarrollo urbanístico y asegurar los derechos asociados con estas facilidades, para lo cual es necesario reflexionar sobre el concepto de catastro 3D. Hoy es obligatorio proporcionar datos a polígonos en el SISCAT, pero se abrirán las puertas a la futura utilización del 3D. Por tanto, un catastro que pretenda ser sostenible en el tiempo no solo debe ocuparse de las necesidades actuales, sino también prepararse para describir, en un futuro no muy lejano, una base catastral precisa que en su modelo considere las nuevas complejidades espaciales. Pero, ¿por qué mantener un catastro plano? ¿Cómo informatizar este proceso? ¿Para qué necesitamos mapas 3D? ¿Qué pasos se están dando en Cuba? Si se tuvieran a mano todas las condiciones, ¿por qué no hacerlo?, ¿es realmente útil o necesario?

## Métodos

La información compilada en la presente contribución proviene fundamentalmente de la nutrida literatura internacional que se está produciendo sobre el tema en más de una treintena de países. Esta producción científica es en parte el resultado de varios talleres internacionales, alguno de los cuales ha tenido lugar durante los últimos cuatro años. Este es un logro importante que refleja el quehacer de la Federación Internacional de Geomensores (FIG), pero también un indicador contundente de que una solución estándar se busca urgentemente. La página de la FIG se encuentra disponible en línea (<http://fig.net>) para acceder a las numerosas publicaciones que existen sobre el tema (figura 3).



Figura 3. Logo del grupo de trabajo sobre catastros 3D de la FIG.

A partir de la literatura publicada se examinaron soluciones, soluciones en marcha o proyecciones de catastros tridimensionales en los países siguientes: Alemania, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Chipre, Corea del Sur, Costa Rica, Croacia, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, India, Indonesia, Israel, Italia, Macedonia, Malasia, Nigeria, Polonia, Portugal, Reino Unido, Rusia, Serbia, Singapur, Suecia, Suiza, Trinidad y Tobago, y Turquía.

Los artículos de Stoter y Ploeger (2003), Stoter (2004), Van Oosterom *et al.* (2011) y Van Oosterom (2013) son evidentemente los más explicativos y la fuente más exhaustiva de información. La revisión de toda esta literatura más el trabajo de Mayet-Valdes *et al.* (2016), publicado en *Informática'2016*, fue de gran ayuda para entender los problemas y desafíos a los cuales se enfrenta la implementación de un catastro 3D.

Además de la revisión bibliográfica se efectuaron observaciones y visitas técnicas a parcelas pertenecientes al municipio de Madruga, en la provincia de Mayabeque, que evidencian cuándo una cartografía 2D comienza a ser insuficiente.

## **Coordenada z, la dimensión de la altura**

La respuesta a las preguntas formuladas no es tan fácil cuando implica nuevas conceptualizaciones, adquisición de las siempre costosas tecnologías de punta, implementación de nuevas soluciones informáticas y capacitación de recursos humanos en ellas. Involucra cambios de paradigma, porque tradicionalmente los modelos catastrales han sido concebidos a partir de la representación del mundo en dos dimensiones y así se han consolidado herramientas con esquemas confiables, procesos bien definidos y éxito relativo en la intención de representar los diversos fenómenos de la dinámica de las medidas y linderos de un territorio.

La cartografía actual del Catastro Urbano en Cuba está basada en una muy fiel pero simple representación 2D de las parcelas, lo cual se corresponde con un catastro 2D clásico. Un atenuante en la mayoría de los casos es que un catastro 2D es suficiente para “situaciones 3D”. No hay necesidad de añadir tercera dimensión cuando, por ejemplo, existe un único titular de la parcela. Aunque una representación 2D de la realidad 3D ofrece unas pocas ventajas (el croquis puede representarse en papel fácilmente), como se ha dicho, los desafíos que el proceso de densificación urbana promete son aspectos que una representación bidimensional no va a satisfacer completamente y es necesario considerar que desde ahora esta tiende a ser insuficiente. Otras investigaciones han probado que, manteniendo la misma base de datos, solo unos pocos cambios e información (número de pisos, altura) son necesarios para consolidar un juego de datos espacial y representarlo “sosteniblemente” en un sistema catastral 2D existente.

El problema básico para manejar un catastro con la coordenada z es reconocer “propiedades 3D” que ocuparán un componente espacial en tercera dimensión, en altura y profundidad. La solución ideal debe incluir linderos de propiedades que puedan ser manejados en tres dimensiones, con cada vértice del límite definido por x, y y la coordenada z, lo cual permitirá definir la realidad espacial. Un problema común mencionado en la literatura es medir y manejar la altura desde la superficie.

## **Cartografía con drones**

La otra cara de la moneda es la obtención e informatización de los datos de un territorio. En la Isla todavía resulta engorroso el proceso de realizar la investigación de los inmuebles y completar los servicios en los asentamientos urbanos que aún no terminan el catastro. Para inmuebles de reciente construcción, la obtención de esta información no debe suponer ningún problema, tanto un dictamen técnico o proyecto resultan conocidos y documentados. Pero cuando el parque inmobiliario tiene una antigüedad superior a los veinte años muchos casos carecen de documentación técnica que los defina de manera integral. Esta carencia de información se trata de suplir al implantar las bases de datos catastrales.

En las áreas no catastradas, las personas naturales y jurídicas deben cooperar con los técnicos de Planificación Física encargados de realizar la investigación en el terreno, permitiéndoles el acceso a sus viviendas o locales de trabajo, previa notificación e identificación, y deben declarar los cambios físicos, de uso y titularidad que se produzcan en las edificaciones. Las direcciones municipales de Planificación Física trabajan junto a los especialistas de GEOCUBA, quienes equipados de las herramientas técnicas necesarias se encargan de las mediciones de cada inmueble de una manzana, lo cual implica un gran despliegue de recursos humanos.

Sin embargo, desde hace poco una nueva tecnología ayuda y mucho. Los de GEOCUBA han apoyado su tarea en levantamientos aéreos, pero no con aviones, sino con drones. Con aplicaciones en numerosas disciplinas, la topografía con drones es una solución rápida y eficiente, pues ofrece información bastante precisa y fiable —incluso de los elementos existentes en el interior de cada manzana— para crear la cartografía catastral urbana.

Los popularmente conocidos como drones (Vehículos Aéreos no Tripulados, VANT) son actualmente los nuevos instrumentos tecnológicos capaces de sobrevolar la superficie terrestre e integrarse al mismo tiempo con sistemas de navegación y de control de vuelo que registran posición y trayectoria exactas para captar la información requerida. Estos nuevos “juguetes” de GEOCUBA son de fácil manipulación y rápidamente desplegables en el terreno, pues al ser muy portátiles pueden despegar prácticamente desde cualquier sitio. Las imágenes obtenidas reflejan muy bien cualquier construcción, ya que esta se observa desde arriba y mediante vistas 3D panorámicas. Pero la topografía aérea no es solo realizar vuelos



programados de drones. Posteriormente, los de GEOCUBA trabajan muy duro con *software* para vectorizar (dibujar) los elementos de interés catastral presentes en cada manzana. Ello se realiza por fotointerpretación visual con el apoyo de las vistas 3D panorámicas, lo cual aporta información visual sobre los inmuebles y permite componer hoy los mapas “parcelarios” del catastro urbano.

Esta técnica alternativa llegó para quedarse, pues rompe la principal barrera que existía para acometer proyectos catastrales, el tiempo. Así que, ya a la vuelta de la esquina, las imágenes obtenidas con drones permitirán en el futuro pasar de meses a días en los tiempos de generación de edificios y escenarios virtuales para un catastro tridimensional. Además, los drones estarán cada vez mejor equipados para fotografiar a alta resolución o grabar en alta definición facilitando la supervisión de forma segura, rápida y económica de cualquier estructura o instalación sin la utilización de plataformas o andamios.

## **Mapeo digital 2D de hoy y el nuevo mundo del catastro 3D**

En los últimos cinco años se ha hecho muy popular entre la población cubana una serie de aplicaciones móviles relacionadas no con mapas de catastro, sino con soluciones que van desde simples mapas que simbolizan muy bien la parte urbana hasta mapas con edificios 3D. Aplicaciones como ConoceCuba, IslaAdentro, Cerquitica y Andariego (creada por GEOCUBA) han ganado fama entre los jóvenes, y es que los gráficos son un recurso que enganchan al público. Los SIG permiten representar la realidad de un lugar tanto en un móvil o una computadora, y no hay una representación más fidedigna que la tridimensional, ya que acerca el lugar con un *click*, sin levantarnos del asiento. Con drones o realidad virtual la tendencia de los SIG se dirige hacia gráficos 3D realistas que, sin duda, impulsarán y facilitarán la generalización de los catastros tridimensionales convirtiéndolos en perfectos mundos virtuales (figura 4).



Figura 4. Catastro 3D de una porción de la provincia de Toledo, España. Imagen de <http://autodidactaengeomatica.blogspot.com/>

Aun así, pocos países muestran gran desarrollo en la elaboración completa de un catastro en tres dimensiones y todavía no existe una solución única y completa. En el ámbito internacional se comenzó a dar los primeros pasos en el tema a partir de 1994 y casi dos décadas después muchos países aún están enfrascados en definir especificaciones para los datos espaciales que supondría un edificio. Los enfoques son muy diferentes de país a país y dependientes de aspectos institucionales y del sistema legal. Los países más avanzados tienen un marco legal que reconoce la propiedad 3D y cómo inscribirla. Este es uno de los principales desafíos en implementación de catastros 3D: el sistema legal necesita proporcionar la posibilidad de establecer unidades de propiedad 3D. Por ejemplo, el cambio de paradigma en la ley para soportar un catastro 3D tomó diez años en Noruega (figura 5).

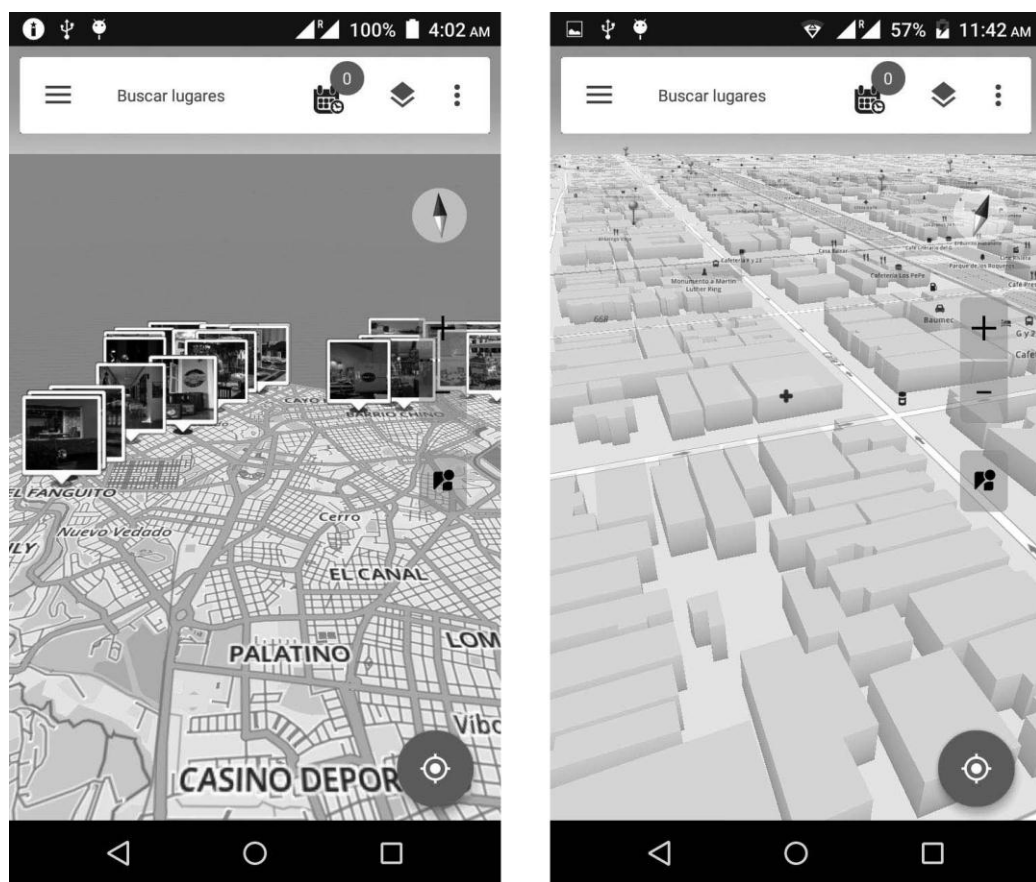


Figura 5. Pantallas de la aplicación móvil Cerquítica con un mapa 2D y uno con una representación 3D básica.

La cuestión de los datos espaciales no es tan sencilla como parece, pues un catastro tridimensional debe permitir la gestión, ya no de parcelas en dos dimensiones, sino de unidades espaciales de propiedad en tres dimensiones, con límites por encima y por debajo de la superficie, volúmenes y relaciones espaciales. Es decir, la unidad espacial de propiedad y no la parcela será la unidad básica catastral, concebida como un dominio espacial cerrado e independiente enmarcado por superficies de límites de propiedad. El volumen o el espacio dedicado a las actividades y sus usos deberá ser la nueva premisa, y la potencialidad de desarrollo vertical estará presente en los procesos de planeación. Se establecerá en cada metro cúbico la identificación de las edificabilidades disponibles, el área urbana se convertirá en el espacio urbano.

No obstante, considerando el incremento de las situaciones complejas, planificadores y geomensores de todo el mundo continúan en la búsqueda de soluciones técnicas, organizacionales y legales. Países como Australia, Canadá (provincial de Quebec) o Japón exhiben soluciones interesantes y “de punta”. De igual modo, se están sumando países que han comenzado a ver esta forma de representar la información catastral como el futuro del catastro en el mundo, y otros, como es el caso de Cuba, se preparan para ello, aunque todavía queda un largo camino por recorrer.

En opinión de Ramón Lorenzo Nodal Jorge, director de Catastro e Información del Instituto de Planificación Física (IPF), aún falta para implementar un catastro 3D en Cuba, pues incluso es necesario concretar y mejorar el sistema implementado actualmente, que es en 2D, pero reconoce que se están dando pasos precisos en esa dirección de cara al futuro. Los primeros cimientos para lograr una representación 3D los fragua el Grupo de Investigación y Consultoría de GEOCUBA, con el MSc. Felipe Samuel Kelly a la cabeza, quienes han venido desarrollando el *software* “Ciudad Catastral 3D”, aplicación que permite la visualización de la base de datos del catastro nacional urbano, a través de un SIG en tercera dimensión. A largo plazo, la perspectiva es que incluya los más modernos conceptos de catastro 3D (figura 6).

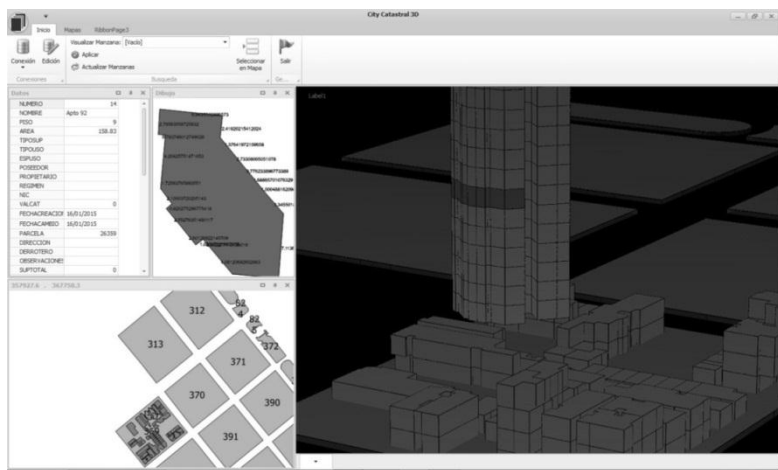


Figura 6. Pantallazo de “Ciudad Catastral 3D”, el *software* piloto que ha venido desarrollando GEOCUBA para representar el catastro nacional en 3D. Una infraestructura con diferentes titulares y derechos están interactuando en un espacio 3D limitado.

## Cuarta dimensión: tiempo

Tradicionalmente, el desarrollo de los mapas catastrales documenta cada cambio en el tiempo expresados en certificados catastrales en papel que pudieran consultarse en caso de litigio. Un sistema catastral 3D ideal no solo deberá almacenar propiedades 3D con geometrías y atributos; documentos legales como proyectos, títulos de propiedad o cualquier otro documento digital de valor (con extensión PDF, doc, txt, tiff) formará parte del registro catastral. Estos archivos podrán consultarse a través del mapa.

Existe una necesidad de incluir tiempo para reconstruir la historia de cada parcela, manejar y reflejar la realidad en caso de derechos temporales. Una razón para incluir la dimensión temporal en un catastro multidimensional es que estén accesibles las versiones históricas y la actual (figura 7).

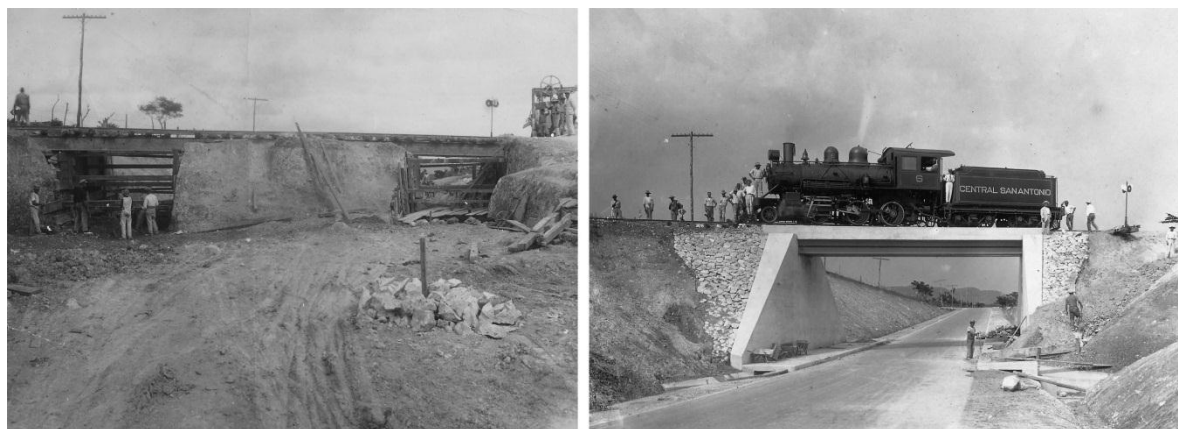


Figura 7. ¿Una parcela 4D? Un ejemplo de dinamismo en el tiempo. Diferentes instantes de dos parcelas: vial y puente de ferrocarril, central “Boris Luis Santa Coloma”, Madrugá, Mayabeque. Negativos del Museo Municipal de Madrugá, izquierda vial en construcción, 1928; derecha vial un año después. Actualmente el corte a ambos lados se encuentra deteriorado.

Entre los países que están en vía de un catastro 4D se encuentran Alemania y Croacia, y lo entienden como un concepto amplio que involucra no solo la dinámica del parcelario, sino también la aparición/extinción de restricciones. Es un concepto en discusión que implica necesariamente la variable temporal en los múltiples aspectos que afectan al ordenamiento territorial derivado de las causas jurídicas que le dan origen. Por su parte, una parcela 4D es definida como aquella que, desde su concepción jurídica, es dinámica en el tiempo (por ejemplo, una parcela colindante al cauce de un río).

## **Conclusiones**

Cuando todos los elementos constructivos y de infraestructura de cada asentamiento estén georreferenciados y modelados en tercera dimensión se podrá disfrutar de un modelo exacto de la realidad, lo que se traduce en fortaleza para la planificación urbana del municipio, gobiernos municipales, funcionarios de Planificación Física, arquitectos y personas naturales que en adelante podrán tomar decisiones precisas sobre dónde construir y qué construir.

Hoy especialistas y técnicos de Planificación Física toman en cuenta elementos como franja de protección, tendidos eléctricos, etcétera al entregar un terreno para construir; pero cuando se tenga en cuenta la coordenada Z deberán preocuparse por múltiples factores del entorno como volumen de sombra generado, irradiación solar recibida o velocidad del viento, que serán clave en el ciclo de vida de cualquier infraestructura. No pensaremos más en  $m^2$ , sino en  $m^3$ .

## **Bibliografía**

ACHARYA, B. (2011): "Prospects of 3D cadastre in Nepal", "Proceedings 2<sup>nd</sup> International Workshop on 3D Cadastres - Delft Netherlands", 16-18 de noviembre.

BEVACQUA, C. I. (2008): "La seguridad informática y los catastros futuros", en *Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en Catastro*, 2:22-25.

ERBA, D. y S. GRACIANI (2011): "3D Cadastre in Argentina: maps and future perspectives", "Proceedings 2<sup>nd</sup> International Workshop on 3D Cadastres - Delft Netherlands", 16-18 de noviembre.

GRIFFITH-CHARLES, CH. y M. SUTHERLAND (2013): *Analysing the costs and benefits of 3D cadastres with reference to Trinidad and Tobago*, Computers, Environment and Urban Systems, 39(2).

KARABIN, M. (2008): "Analysis of existing solutions in the field of three-dimensional cadastral systems in the European Union states" (part 2), in *Geodetic review*, 1:3-8.

MAYET-VALDES, A., F. SAMUEL KELLY y Y. GARCÍA MORALES (2016): "Ciudad Catastral 3D", en "IX Congreso Internacional Geomática'2016", *Informática'2016*.

SÁNCHEZ LOPERA, J. y J. LERMA GARCÍA (2012): *Actualización de cartografía catastral urbana mediante LiDAR y SIG*, GeoFocus, 12:53-70.

SIEJKA, M., M. ŚLUSARSKI y M. ZYGMUNT (2014): "3D + time cadastre, possibility of implementation in Poland", in *Survey review*, 46(335):79-89.

STOTER, J. (2004): *3D cadastre. PhD thesis TU Delft*, Publications on Geodesy 57, Netherlands Geodetic Commission, Delft, 327 pp.

STOTER, J. y H. D. PLOEGER (2003): *Property in 3D-registration of multiple use of space: current practice in Holland and the need for a 3D cadaster*, Computers, Environment and Urban Systems, 27:553-570.

STOTER, J. y M. SALZMANN (2003): *Where do cadastral needs and technical possibilities meet?*, Computers, Environment and Urban Systems, 27:395-410.

STOTER, J. y P. VAN OOSTEROM (2006): *3D cadastre in an international context: legal, organizational and technological aspects*, Taylor & Francis, 323 pp.

\_\_\_\_\_ (2005): "Technological aspects of a full 3D cadastral registration", *"International Journal of Geographical Information Science"*, 19(6):669-696.

TING, L. y I. WILLIAMSON (1999): *Cadastral trends: a synthesis*. *The Australian Surveyor*, 4(1):46-54.

VAN OOSTEROM, P. (2013): *Research and development in 3D cadastres*, *Computers, Environment and Urban Systems*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2013.01.002>

VAN OOSTEROM, P. y C. LEMMEN (2015): *The Land Administration Domain Model: motivation, standardisation, application and further development*, *Land Use Policy*, 49, pp. 527-534.

VAN OOSTEROM, P., J. STOTER, H. PLOEGER, R. THOMPSON y S. KARKI (2011): *World-wide inventory of the status of 3D cadastres in 2010 and expectations for 2014*, FIG Working Week, May, Morocco.