

Modelación 3d de la variable de la altura contemplada en la regulación urbanística utilizando un Sistema de Información Geográfica

Fausto Lázaro Acosta-Águila *, Judith Espín Buiria y Raúl E. Correas Cobas

*Unidad Científico Técnica, Investigación y Consultoría GEOCUBA; Cuba; fausto@uct.geocuba,
ORCID: 0000 0002 9260 5781
judith@uct.geocuba.cu, cobas@uct.geocuba.cu*

Recibido: marzo 2020

Aceptado: noviembre 2020

Resumen

Las regulaciones urbanísticas constituyen una expresión jurídico administrativa sobre el ordenamiento territorial, el planeamiento y el control urbano o territorial. Dirigir los procesos constructivos en cualquier entorno urbano o rural necesita de un instrumento técnico y legal que guíe el proceso inversionista estatal y el proceso constructivo por esfuerzo propio. Modelar en 3D la altura de las construcciones en el Consejo Popular Carmelo, del municipio Plaza de la Revolución, permitió tener una comprensión altimétrica más realista del entorno urbanístico, normada para cada zona de regulación de intensidad urbana, definida para el área de estudio. El proceso de conversión de los datos 2d en 3d en ArcScene de ArcGIS 10.3 permitió una transformación rápida y ágil que garantizó realizar modelajes continuos, detectando espacialmente las variaciones volumétricas de los inmuebles.

Palabras clave: regulaciones urbanísticas, modelación en 3D, planeamiento urbano, sistemas de información geográfica.

Modeling in 3D the Height Variable of the Urban Regulation by Using a Geographic Information System

Abstract

The urban regulations are a legal expression on land planning, the planning and the urban or land control. Managing the building processes in any urban or rural environment needs a technical and legal instrument that guides the public investment process and the building process by personal efforts. Modeling in 3D the height of the buildings in the local citizen board of Carmelo, in Plaza de la Revolution municipality, allowed a more realistic understanding of the urban environment according to each zone of urban intensity regulation. The process of converting 2D data into 3D by means of ArcScene from ArcGIS 10.3, allowed a quick and nimble transformation that guaranteed to carry out continuous modelings, detecting the volumetric variations of the parcels.

KeyWords: urban regulations, 3D modeling, urban planning, geographic information system

1. Introducción

Las regulaciones urbanísticas constituyen una expresión jurídica administrativa sobre el ordenamiento territorial, el planeamiento y el control urbano o territorial, así como un instrumento técnico para la gestión económica inversionista, la protección del patrimonio inmobiliario y el medio ambiente urbano, pero fundamentalmente contribuyen a la preservación de la identidad cultural cuando la misma se expresa en forma de ciudad.

La documentación de las regulaciones urbanísticas en su gran mayoría son informes muy extensos, predominando la información literal lo que le imprime un sentido de aburrimiento. La consulta (diaria) casi obligada de las Regulaciones Urbanísticas supone su descuadración por su manipulación constante, sin embargo, la mayoría de ellas están conservadas y polvorientas por lo tedioso de su lectura, mucho texto y escasos gráficos perdiendo su alta aplicabilidad como instrumento ordenador de la ciudad.

Entre tantas Regulaciones Urbanísticas consultada, sorprende las Regulaciones Urbanísticas Ciudad de La Habana, El Vedado, Plaza de la Revolución realizadas por la Dirección de Planificación Física de Ciudad de La Habana (DPPF - CH) y la Oficina del Historiador de la Habana (OH - CH) en el año 2007. El documento está muy bien estructurado, redacción amena y fácil su comprensión, excelentes planos, algunos de ellos históricos y otros temáticos conformados con sistemas de información geográfica, sin embargo, no se alcanzó ver un mapa digital con información tridimensional, a no ser fotografías, bocetos a manos que ilustran la dimensión 3D del espacio urbano.

Justamente se quiere introducir la tercera dimensión en las regulaciones urbanísticas. El primer intento está enfocado a modelar bidimensional y tridimensionalmente las alturas permisibles y no permisibles con el objetivo de obtener a primera vista en la computadora dónde está la infracción urbanística. El propósito de esta investigación es modelar bidimensional y tridimensionalmente la variable de la altura de los inmuebles del Consejo Popular (CP) Carmelo.

1.2 Área de estudio

La investigación se realiza en el CP Carmelo, uno de los cinco CP del municipio Plaza de la Revolución, el cual tiene como uno de sus límites una parte del Malecón de La Habana, borde costero que constituye la primera barrera física que recibe las fuertes oleadas marítimas en los meses de alta incidencia ciclónica y frentes fríos. (Ver figura 1)

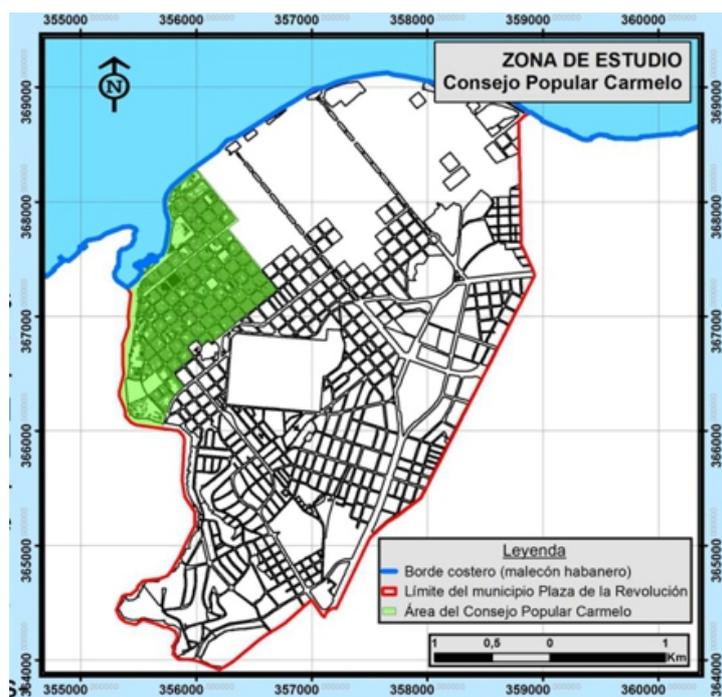


Fig.1. Zona de estudio, Consejo Popular Carmelo

El CP Carmelo al igual que el resto de los 4 CP se estructura urbanísticamente como se describe a continuación:

- reticulado ortogonal de sus calles con manzanas de 100 x 100 metros.
- predominio de la función residencial.
- trama vial orientada a 45 grados NE para disminuir la insolación.
- existencia de edificaciones con altos valores patrimoniales.
- sistema combinado de rotulación de calle novedoso en base a números y letras.
- inserción en su trama urbana de inmuebles de diversas épocas y estilos arquitectónicos, muchas de ellas declaradas como de alto valor patrimonial.
- mayoritariamente el estado constructivo de su fondo edificable está en buen estado, no escapa por supuesto la existencia de inmuebles en regular y mal estado.
- incremento de la actividad constructiva, tanto la originada por el proceso inversionista de los organismos y entidades como la que se realiza por esfuerzo propio de la población. La inserción de nuevas edificaciones, la ampliación horizontal y vertical de los inmuebles, así como la reparación parcial o total de las construcciones está cambiando la fisonomía citadina, por lo que se hace necesario la actualización y seguimiento de las regulaciones urbanísticas.

2. Materiales y método

Respetando el diseño metodológico de Regulaciones Urbanísticas Ciudad de La Habana, El Vedado, Plaza de la Revolución [1], a continuación, se relacionan las zonas de regulación de intensidad urbana para el área de estudio. [2]

2.1- Zonas de regulación de intensidad urbana

El proceso regulador del Vedado se estableció a partir del indicador de la Intensidad Urbana el cual se define como:

a) la integración coordinada de los elementos urbanos caracterizados por la ocupación, la utilización, las tipologías, el uso, las morfologías, la densidad y la altura, a los efectos de mantener y/o lograr la preservación de los respectivos valores culturales y naturales, así como la incorporación de otros nuevos, en un área determinada urbanizada o urbanizable sujeta a regulación bajo código urbano.

Su alcance y tipo definen el grado de aplicación según la imagen, vocación o tendencia de desarrollo y la clasificación que se determine, a partir de la calificación territorial asignada o adjudicable a los referidos elementos urbanos.

b) este término define el grado de explotación del suelo urbano, tanto desde el punto de vista de su uso y demás elementos urbanos como de las consecuencias que esto conlleva en una imagen sustentable a partir de una óptica preservacionista. Así, la preservación de zonas valiosas se llevará a cabo asignando o reasignando calificaciones a dichos elementos, suficientemente similares o apropiadas a las existentes, de modo tal que en su caso no tengan sentido las demoliciones inducidas u otras acciones consideradas arquitectónica y urbanísticamente especulativas. Cualquier plan de desarrollo urbano futuro, requerirá de la elaboración de un proyecto específico.

A partir de lo anterior en las regulaciones urbanísticas del Vedado se establecen 4 Zonas de Regulación de Intensidad Urbana: (ver figura 2)

- Zona de Regulación de Intensidad Urbana I (**ZRIU I**)
- Zona de Regulación de Intensidad Urbana II (**ZRIU II**)
- Zona de Regulación de Intensidad Urbana III (**ZRIU III**)
- Zona de Regulación de Intensidad Urbana IV (**ZRIU IV**)

Para garantizar una coherencia urbanística se establecieron códigos y regulaciones de carácter general y específica a cumplir para cada ZRIU. Se establecieron tres zonas de regulación de intensidades alta, media y baja, donde primará el desarrollo de funciones residenciales, sociales, recreativas y turísticas, entre otras de carácter netamente público; así como también una cuarta zona de intensidad de carácter singular identificada como borde costero caracterizada por su especial vocación y tratamiento de espacio urbano abierto.

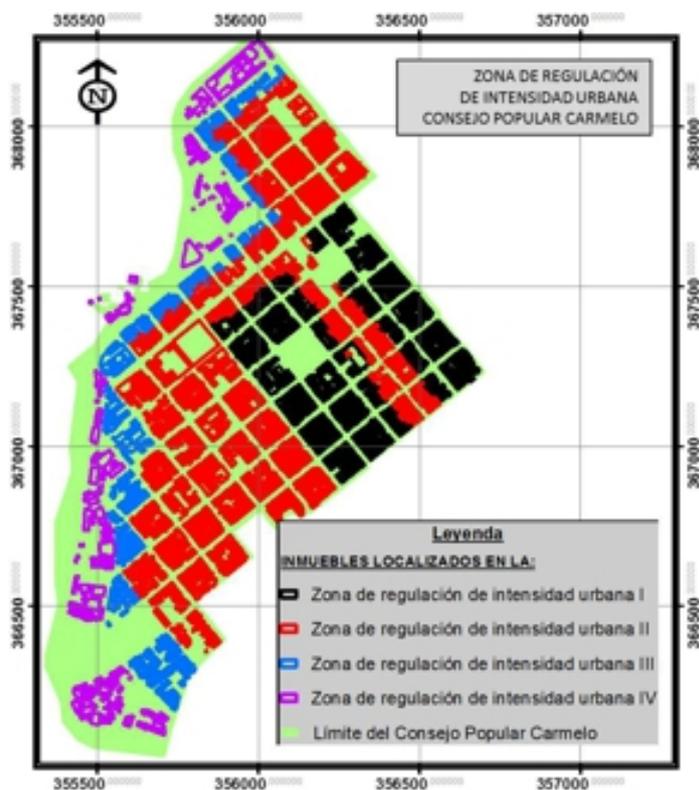


Fig. 2. Zonas de regulación de intensidad urbana, Consejo Popular Carmelo

Dentro de las regulaciones de carácter y aplicación específicas se regulan un abanico amplio de normativas que se enmarcan en las siguientes 6 temáticas urbanísticas: áreas verdes y espacios públicos, uso de suelo, tipo y elemento de fachada, estructura de la manzana y ocupación, alineación de las fachadas y disposición de la edificación en la parcela.

Acorde con el objetivo de esta investigación de modelar la variable de la altura de los inmuebles, el análisis se enmarca en el bloque "Tipo y Elemento de Fachada" donde se define la altura máxima permisible por cada ZRIU. (Ver figura 3)



Fig. 3. Alturas máximas permisible por zonas de regulación de intensidad urbana

Resultados y discusión

3.1- Modelación bidimensional

Se comienza el estudio primeramente por una manzana alargada que se localiza en la primera línea del borde delantero del Malecón de La Habana. Su selección fue al azar pues el objetivo es modelar la altura en 2D en un área pequeña y después traspolar el método a todo el CP. La manzana de estudio tiene 2 zonas de regulación de intensidad urbana, la II y la III, que admiten construcciones hasta 8 y 25 plantas respectivamente (ver en la figura 4 Detalle temáticos de la manzana de estudio).

El procesamiento bidimensional de toda la información se realizó con ArcMap de ArcGIS en su versión 10.2. Se crearon 3 mapas temáticos correspondientes a intensidad urbana, altura máxima permitida por la regulación urbanística expresada en pisos y otro que mapifica el número de pisos actuales, expresado en pisos también. El campo edificio en la tabla asociada fue calculado por la resta aritmética entre los campos No. de Pisos por Plan y No. de Pisos Real, si el resultado es negativo, el edificio está sobreedificado, si es positivo está subedificado. Para sorpresa del análisis en la manzana de estudio ningún inmueble sobrepasa la altura máxima permisible según lo que plantea la regulación urbanística.

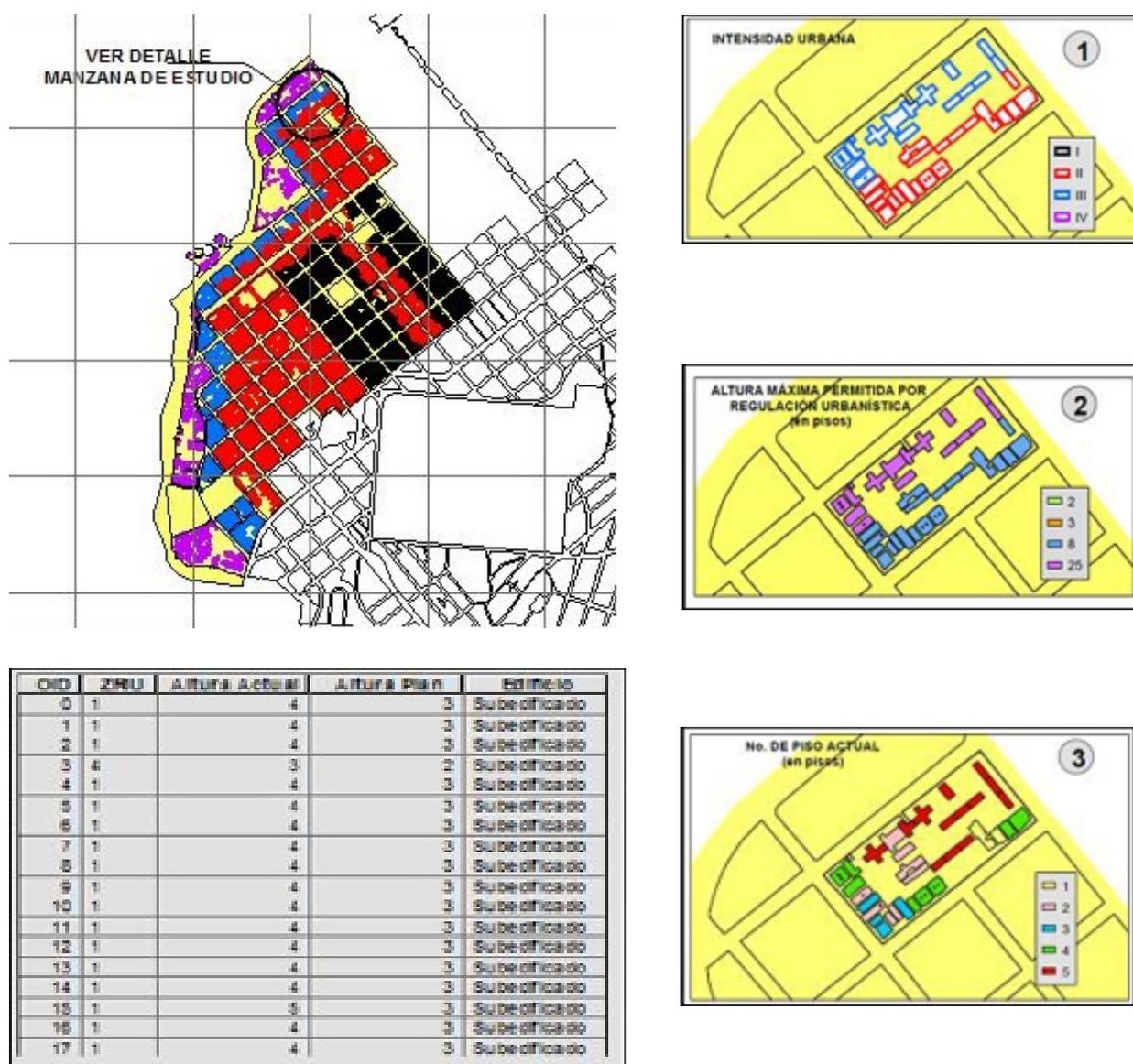


Fig. 4. Detalles temáticos de la manzana de estudio

El procedimiento aplicado a la manzana de estudio, se aplicó íntegramente en todo el CP Carmelo, el cual se caracteriza por ser un entorno urbano con edificaciones compactas. Como resultado del cálculo afloraron algunas edificaciones que sobrepasan la norma de la altura, realmente son muy pocas, este no es un CP representativo de acciones transgresoras en los predios por concepto de la altura, no importa, lo significativo es aplicar el estudio en otros CP con una fuerte actividad del proceso inversionista estatal y acciones constructiva por esfuerzo propio.

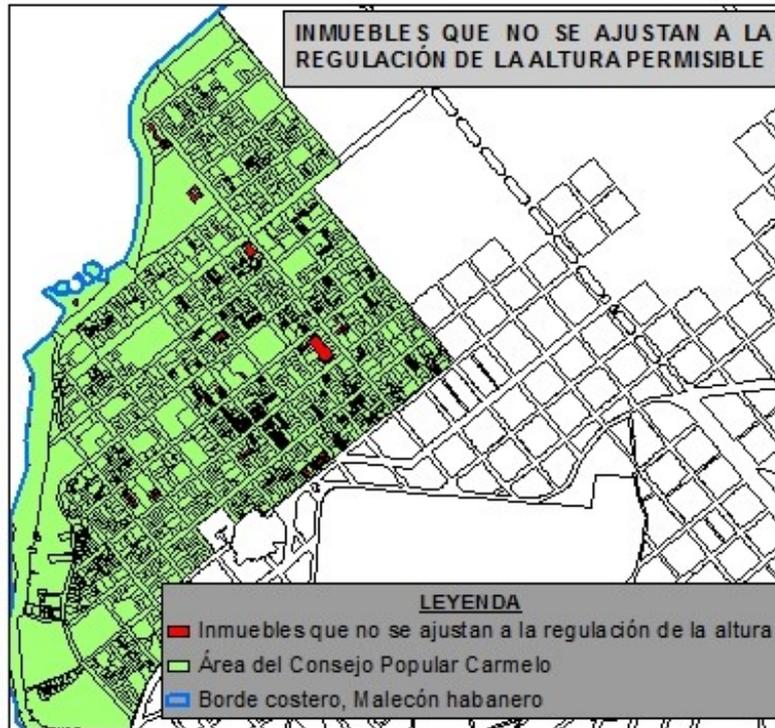


Fig. 5. Inmuebles que no se ajustan a la regulación de la altura permisible

3.2- Modelación tridimensional

La modelación tridimensional de los inmuebles que no se ajustan a la altura se realiza a través de ArcScene. Los datos obtenidos en la modelación bidimensional (2D) constituyen las huellas de los edificios, siendo los mismos el punto de partida para generar su modelación volumétrica. A dichos datos se le agrega la información de la altura, asignándole un puntal nominal promedio de 3 metros entre piso. Se crea un nuevo campo a la tabla asociada de los datos 2D dentro de una sesión de edición en ArcMap, que se utiliza para realizar la extrusión de las edificaciones.

En la figura 6 y figura 7 se muestran vistas en perspectiva del entorno del CP Carmelo, mostrando las edificaciones que parte de su volumetría sobrepasa la regulación de la altura. Nótese que, en cada inmueble, se muestra en color gris los pisos que están dentro de la norma y en color rojo los pisos que se han construidos infringiendo la cota de la altura. (Ver figura 8).

Se aclara que la línea frontal de edificios altos que se muestran en la modelación volumétrica no son edificios construidos, es la modelación virtual de las construcciones con su altura máxima permitida de hasta 25 plantas normadas por las regulaciones urbanísticas para la ZRIU III correspondiente a la zona del malecón habanero. La verticalidad de ninguna de estas construcciones existentes alcanza el valor altimétrico de 77 metros, por tal motivo no existen inmuebles transgresores volumétricamente.

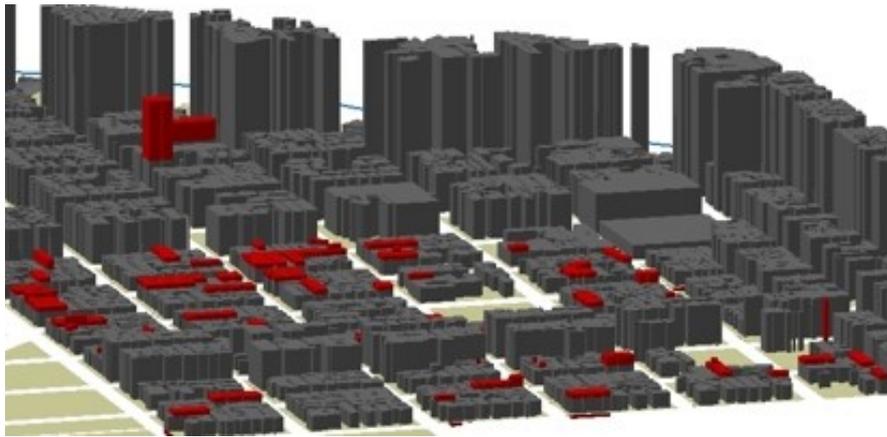


Fig. 6. Vista en perspectiva del entorno del Consejo Popular Carmelo



Fig. 7. Vista en perspectiva del entorno del Consejo Popular Carmelo

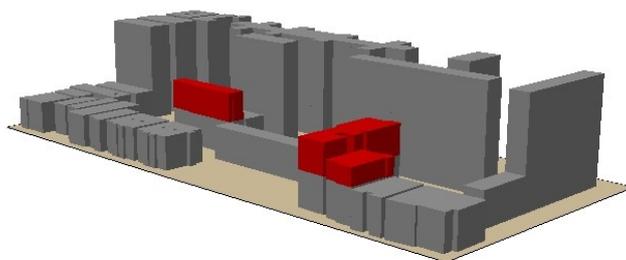


Fig.8. Detalle de inmuebles transgresores volumétricamente

Conclusiones

- En la zona del CP Carmelo del municipio Plaza de la Revolución existe poca infracción volumétrica de sus inmuebles por concepto de sobrepasar la línea de la altura predefinida en sus Regulaciones Urbanísticas.
- Se recomienda aplicar este estudio en un área de cualquier otro municipio donde el proceso constructivo sea ascendente y requiere de un monitoreo constante para detectar las infracciones 3D en su fondo edificable.
- ArcGIS es una solución para realizar análisis geo-espacial tanto en 2D como en 3D, permitiendo una comprensión más realista de la realidad.

Referencias bibliográficas

2007. Regulaciones urbanísticas Ciudad de La Habana. El Vedado municipio Plaza de la Revolución. La Habana: Oficina del Historiador de la Ciudad de La Habana-Ediciones Unión.

1999. Regulaciones urbanísticas municipio de Plaza de la Revolución. Ciudad de La Habana: Dirección Provincial de Planificación Física y Arquitectura.

Acerca de los autores:

Fausto Lázaro Acosta Águila: arquitecto, graduado en 1985 en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría, Cuba. En 1998 obtiene la maestría en SIG para Aplicaciones Urbana en Holanda en el Instituto de Estudios Aeroespaciales y Ciencias de la Tierra (ITC). Durante 15 años se desempeñó como planificador urbano en la Dirección Provincial de Planificación Física La Habana, desde el 2001 realiza ciencias. Desde el 2002 al 2004, trabajó como asesor de SIG en el Ministerio de los Gobiernos Regionales y Locales de la Vivienda en Namibia. Actualmente trabaja como investigador agregado en la Unidad Científico Técnica de Investigación y Consultoría GEOCUBA.

Judith Espín Buiria: ingeniera **Hidrógrafo** Geodesta, graduada en la Academia Naval Granma en el año 2009. Actualmente se desempeña como especialista en Investigación y Desarrollo en la Unidad Científico Técnica GEOCUBA Investigación y Consultoría, trabajando en la rama de la Cartografía e Infraestructura de datos espaciales IDES. Su perfil de trabajo es la Geomática, Cartografía, Sistemas de Información Geográfica, creación y manejo de metadatos y las (IDES) en sentido general. Ha participado en numerosos eventos científicos de carácter nacional e internacional.

Raúl E. Correas Cobas: ingeniero agrónomo, graduado en la Universidad de Granma. Bayamo. En 2005 obtiene su maestría en Ciencia Geomática y en el 2011 alcanza su Doctorado en Ciencias Técnicas en el Instituto Técnico Militar. Actualmente se desempeña como Jefe Grupo de Desarrollo y Negocios en la Unidad Científico Técnica GEO-CUBA Investigación y Consultoría, se ha desempeñado en diferentes temas de la Cartografía e Infraestructura de datos espaciales IDES. Posee publicaciones nacionales e internacionales.