



*Ministerio de Educación Superior
Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
“Dr. Antonio Núñez Jiménez”
Facultad de Geología –Minería
Departamento de Minería*

Trabajo de diploma

En opción al título de Ingeniero en Minas

***PROCEDIMIENTO PARA LA ACTUALIZACION DEL
CATASTRO MINERO UTILIZANDO LAS IMÁGENES
SATELITALES Y LA PC TABLET***

Autor(a): Custódia de Lurdes Louveio

Moa, 2017

“Año 59 de la Revolución”





Ministerio de Educación Superior

Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

“Dr. Antonio Núñez Jiménez”

Facultad de Geología - Minería

Departamento de Minas

Trabajo de diploma

En opción al título de Ingeniero en Minas

**PROCEDIMIENTO PARA LA ACTUALIZACION DEL
CATASTRO MINERO UTILIZANDO LAS IMÁGENES
SATELITALES Y LA PC TABLET**

Autor(a): Custódia de Lurdes Louveio

Tutores: Dr. C. Yordanys Esteban Batista Legrá

Dr.C.Armando Cuesta Recio

Moa, 2017

“Año 59 de la Revolución”

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de diploma a Dios y a mi madre Marta Lurdes Louveio. A Dios porque ha estado con conmigo a cada paso que doy cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi madre que a lo largo de mi vida ha velado por mi bien estar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada recto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad e inteligencia, es por ella que soy lo que soy ahora.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios más que todo por haberme permitido vivir hasta este día por ser el maestro y dirigente de mi vida, por me ter guiado a lo largo de mi vida y formación por ser mi principal apoyo y por nunca me desamparar en momentos difíciles. Por me haber dado la fuerza para seguir y por ser mi fortaleza en momentos de debilidad.

Les doy las gracias a mis padres Grifisse y Marta por me apoyaren en todo el momento, por los valores que me han inculcado y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación y por ser unos excelentes ejemplos de vida a seguir

A mis dos hermanitos Leandro y Alexandre por me apoyaren de manera incondicional y por llenar mi vida de alegrías y amor. A toda mi familia por todo que han hecho por min.

Agradecer a Carolina Balaca y a Deodeth Patricia por todo que han hecho por min, los mimos que siempre me dieran los caprichos, por aguantaren mis chatices del fondo de mi corazón mil gracias por todo y las quiero un montón.

A José Gaspar Mateus por ser una parte muy importante de mi vida, por su compañía y amor desinteresado, por todo el apoyo que me ha dado a lo largo de mi carrera y por nunca haber desistido ante mis fallas te quiero mucho mi amor.

Le agradezco por la confianza, apoyo y dedicación a mi tutor Yordanys Esteban Batista Legrá por haber creído en min y por ter compartido con migo su conocimiento y sobre todo su amistad y el gran sentido del humor mil gracias.

A la Dr. C Naisma, y al MSc. Alexis Montes de Oca por me motivaren a seguir adelante en los momentos de desesperación y sobre todo cuando pensaba que todo ya estaba acabado.

A la profesora Gisel por la preocupación y dedicación que siempre tuvo con los estudiantes extranjeros, por su amistad y compañerismo sin esperar nada a cambio.

Les agradezco en especial a los profesores: Watson Quesada, Yordanys Batista y Ana Caridad por ser como padres para mí por todo el apoyo que me dieran en estos años de mi carrera.

Al departamento de Geología y Minas por todo el apoyo brindado a lo largo de la carrera y por los conocimientos que me transmitirán.

A mis chicas: Almira, Deodeth, Eliane, Joice, Lukénia, Kahundo, Loide, Catarina, Clotilde, porque siempre fueron parte significativa de mi vida y por haber hecho el papel de una familia verdadera en todos los momentos, gracias por su apoyo, comprensión y sobre todo sus amistades y hermandad las quiero un montón.

A Francisca, Dumila, Suely, Dairelys, Queilin, Daniel, Armando, Piter, Antonio, Augusto, Fina, Wakalama, Fausto, Silva y Albino por los momentos que hemos compartido en todo este tiempo sin importar las circunstancias mil gracias por todo.

Agradezco también a Dumilde, Estelvino, Kodia, Aldemiro que siempre me mataron de la risa con sus historias raras, bromas y por el cariño que siempre me han dado.

También les agradezco a todos mis hermanos de la fé de la iglesia Ortodoxa en especial al pastor Neuri Sedeño y su amada esposa y también a mamá Belkis porque me acogerán y me hicieron sentir como parte de la familia que el Señor les bendiga mucho.

A todos mis compañeros del aula especialmente a Almeida, Arsenio, Jona, Paulo, Yuri, Hélio, Ângelo, Augusto, Patrícia, y otros más por haber hecho de mi etapa universitaria una trayectoria de vivencias que nunca olvidare.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia, enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento al convenio que tiene Angola y Cuba, y a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Les agradezco a todos que de una forma u otra me han ayudado en todo este tiempo de mi formación. A las personas nombradas y a quienes inconscientemente no he recordado.

A todos, muchísimas gracias y mi eterno agradecimiento.

PENSAMIENTO

La sabiduría no se transmite es necesario que nosotros la descubramos haciendo una caminata que nadie más pueda hacer en nuestro lugar y que nadie nos puede invitar, porque la sabiduría es una manera de ver las cosas.

Proust

Nunca consideres el estudio como una obligación sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Albert Einstein

RESUMEN

En la siguiente investigación se presenta un procedimiento para la actualización del catastro minero en canteras de préstamo de la fábrica Comandante Ernesto Che Guevara utilizando las imágenes satelitales y la Pc Tablet como herramienta para la obtención de las informaciones de campo.

Con el estudio realizado se pudo comprobar que la nueva tecnología incrementa la productividad y precisión de los trabajos de actualización catastral, simplifica los levantamientos directos en campo, disminuye el tiempo de trabajo y se logra una mayor automatización en los procesos relacionados con el catastro minero.

ABSTRACT

In the following research, a procedure is presented for the updating of the mining registersurvey in lending, quarries of the factory Ernesto Che Guevara using the satellite images and the Pc Tablet as a tool to obtain the field information.

The study showed that the new technology increases the productivity and accuracy of cadastral works, simplifies direct field surveys, decreases working time and achieves greater automation in processes related to the mining register.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES, ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO MINERO	5
1.1. Generalidades.....	5
1.2. Antecedentes, estado actual y perspectivo de la actualización catastral.....	6
1.3. La Cartografía Catastral	11
1.4. Métodos de actualización de la cartografía catastral en Cuba	14
1.5. Métodos de actualización de la cartografía catastral a nivel internacional	17
1.6. Empleo de imágenes satelitales y la PC Tablet como método para la actualización catastral	21
1.7. Necesidad de desarrollo de la actualización precisa del catastro minero	22
CAPITULO II. PROCEDIMIENTO PARA LA ACTUALIZACION DEL CATASTRO MINERO UTILIZANDO LAS IMÁGENES SATELITALES Y LA PC TABLE	25
2.1. Procedimiento para la Actualización del Catastro utilizando las imágenes satelitales y la PC Tablet	25
2.2. Principales términos y definiciones del Catastro	25
2.3. Requisitos técnicos principales a tener en cuenta	27
2.3.1. Contenido de los procesos tecnológicos.....	29
2.4. Selección y adquisición de las imágenes satelitales	29
2.5. Control Foto.....	31
2.6. Selección de la base geodésica	32
2.7. Reconocimiento de la base geodésica.....	32
2.8. Creación de las estaciones de referencia para el enlace GPS	33
2.9. Determinación de las coordenadas de los puntos de control foto (PCF).....	34
2.10. Ortorrectificación.....	37
2.11. Preparación y selección de la cartografía catastral a actualizar, integrada a sistema (SISCAT-3).....	39
2.12. Superposición de imágenes	39
2.13. Rectificación de la geometría de las parcelas	40

2.14. Actualización y medición en campo de los cambios con el empleo de la PC Tablet Algiz 7®	41
2.15. Actualización de la información recogida en campo	42
CAPÍTULO III. IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN CATASTRAL A PARTIR DEL EMPLEO DE IMÁGENES SATELITALES Y LA TECNOLOGÍA DE PC TABLET.....	45
3.1 Ubicación geográfica del área de estudio.....	45
3.2. Selección y adquisición de las imágenes satelitales	46
3.3. Control Foto.....	47
3.4. Ortorrectificación de imágenes	49
3.5 Corrección de la geometría de las parcelas	54
3.6 Actualización catastral en el terreno.....	55
3.7. Ventajas de la actualización catastral con el empleo de la PC Tablet	57
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES.....	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	62

INTRODUCCIÓN

Los recursos minerales forman parte del patrimonio natural de todo país, conocerlos, valorarlos y potenciarlos es de vital importancia para el desarrollo socio económico de cualquier estado, de esta tarea se ocupa el catastro minero. Estos recursos abarcan varios grupos: combustibles, minerales metálicos, aguas minero - termales y por último, los minerales y rocas industriales (no metálicos).

La actualización catastral es el procedimiento mediante el cual se mantiene de manera sistemática y permanente la identificación de las informaciones catastrales con la realidad existente en el terreno, por la incorporación a la documentación catastral de los cambios ocurridos con relación a la tenencia, uso y extensión de las parcelas. Así se convierte en piedra angular para el funcionamiento de un sistema catastral eficiente y dinámico (Norma Cubana 57.95.86, 1986).

A partir de la creación del catastro nacional de la República de Cuba, en la década del 90, el estado cubano enfrenta el reto de su conservación y mantenimiento, para lo cual se realizan actualizaciones anuales del treinta al cuarenta por ciento, aproximadamente del territorio nacional, lo cual garantiza la actualización del cien por ciento del territorio nacional cada tres años.

Sin embargo la inexistencia de fotografías aéreas recientes del territorio nacional y del insuficiente equipamiento topo-geodésico, así como del personal calificado dificulta la actualización del catastro minero del país, por lo que se precisa de una búsqueda de métodos alternativos que posibiliten el mantenimiento actualizado de la información en menor tiempo y con menor costo.

El presente procedimiento prevé la asimilación y puesta en marcha de herramientas para la aceleración y la obtención de las informaciones del catastro a partir de la utilización de imágenes y las denominadas PC Tablet, como nueva tecnología complementaria. El objetivo del procedimiento es la regulación de los procesos tecnológicos a realizar para la actualización del

catastro minero utilizando imágenes satelitales, la cual puede ser procesada con una mayor precisión, rapidez y calidad.

El empleo de las imágenes satelitales hoy en día ha sido muy beneficioso y Cuba no está exento de ello por el contrario cada día se planifica y se utiliza en trabajos como la mapificación topográfica, estudio de las cuencas hidrográficas, la reforestación y la actividad catastral entre otros (Kaufman, 2002).

La utilización de la Pc Tablet como nueva tecnología complementaria proporciona una alternativa más para obtener las informaciones en el terreno, sobre todo aquellas que no se puede descifrar en la oficina, con los parámetros técnicos, ajustados a la exactitud que requiere, con ello se logrará una mayor productividad, eficiencia, calidad y perfeccionamiento en la obtención de estas informaciones con vista al procesamiento de las imágenes y como resultado un mejoramiento sustancial de los servicios topográficos y catastrales.

Todo expuesto anteriormente se fundamenta con el proceso natural de desactualización de los datos catastrales, el mismo fue acelerado, desde el año 2008 por la entrega masiva de tierras para su explotación, en virtud del decreto-Ley No. 259, provocando que el equipamiento topo-geodésico y el personal calificado disponible para realizar las mediciones de los cambios.

El análisis de la situación problemática que enfrenta el proceso de actualización catastral en el país, demanda de una búsqueda de métodos alternativos que posibiliten el mantenimiento actualizado de la información catastral de la minería en el menor tiempo posible y con menor costo.

Partiendo de lo anterior se declara como **problema** de la investigación la necesidad de elaborar un procedimiento para la actualización del Catastro Minero, utilizando las imágenes satelitales y la tecnología de la PC Tablet como herramienta para la obtención de las informaciones de campo.

Objeto de estudio es el catastro minero.

Campo de acción:

La actualización del catastro minero en canteras de préstamo de la fábrica Comandante Ernesto Che Guevara.

El objetivo general consiste en elaborar un procedimiento que permita realizar la actualización del Catastro Minero utilizando las imágenes satelitales y la tecnología de la PC Tablet como herramienta para la obtención de las informaciones de campo.

Hipótesis:

Si se conocen las informaciones catastrales de un municipio transformada a formato digital; y se utilizan las imágenes satelitales y la tecnología de la Pc Tablet como herramienta para la obtención de las informaciones de campo, entonces será posible elaborar un procedimiento que permita la actualización Catastro Minero de forma eficiente y eficaz.

Objetivos específicos:

1. Recopilar la información catastral del municipio Moa en formato digital.
2. Analizar las posibilidades de empleo de diferentes tipos de imágenes y desarrollar el método de actualización catastral con el empleo de las imágenes satelitales y la tecnología de la PC Tablet.
3. Realizar los trabajos de investigación de campo con la utilización de imágenes satelitales aprovechando la información digital existente en la base de datos.

Los principales métodos de investigación científica empleados en el trabajo se exponen a continuación:

- **Histórico-lógico:** se utilizó para la revisión y análisis de los documentos y definir los principales antecedentes y fundamentos de los métodos de actualización del catastro nacional.
- **Análisis y síntesis:** para revelar la actualidad del problema que se investiga, analizar los datos existentes e informaciones relacionadas con las imágenes satelitales y la PC Tablet; su utilización en la actualización del catastro nacional.
- **Hipotético-deductivo:** se empleó para proponer la hipótesis inicial a partir de la experiencia acumulada en el tema, así como para deducir los resultados esperados y verificar su nivel de cumplimiento.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES, ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVO DE LA ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO MINERO

El objetivo del presente capítulo es dar a conocer de forma general los criterios técnicos fundamentales para la actualización catastral en Cuba y en América Latina, así como los avances que ha tenido el catastro minero. Se describen las tecnologías y métodos fundamentales, empleados en Cuba e internacionalmente, para la medición de los cambios técnicos de las parcelas y la representación de los mismos en la documentación catastral.

1.1. Generalidades

El catastro (derivado de la voz griega κατάστιχον, 'registro') inmobiliario es un registro administrativo dependiente del estado en el que se describen los bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales. Entre las características del catastro podemos encontrar que es un registro estadístico para determinar la extensión geográfica y riqueza de alguna demarcación y que en materia hacendaria es un apoyo para determinar el cobro de las imposiciones del estado, según lo manifestado en los registros (Portal de la Dirección General del Catastro).

En la Roma antigua se instauró por el emperador Servio Tulio el Censo Romano, con el propósito principal imponer el Tributumsoli (Tributo a la Propiedad), que básicamente era la contribución al imperio que pagaban "por cabeza" los nobles y terratenientes según el patrimonio inmobiliario que poseían.

"El catastro en cualquier país tiene la misión de aportar la documentación de deslinde de las propiedades públicas y privadas con precisión tal que proporcione a los propietarios todo tipo de garantías, ya sean fiscales, jurídicas, técnicas, etc. Teniendo en cuenta que un catastro solo conserva su valor si la actualización del mismo se realiza en tiempo real, plasmado en él los cambios de la propiedad (Registradores de la Propiedad) y en las construcciones, enajenaciones, etc. " (San Román, 1994 en: Camargo, 2011).

Por otra parte, la Ley 3483, 2000 del catastro territorial, de la provincia Río Negro, de Argentina, define que "La actualización y conservación del catastro comprende el conjunto de operaciones, estudios, actuaciones y obligaciones

tendientes a mantener permanentemente vigentes los registros, constancias y documentación existentes en el organismo catastral”.

1.2. Antecedentes, estado actual y perspectiva de la actualización catastral

El desarrollo de los registros catastrales tiene una larga y variada historia, por ejemplo, en los antiguos establecimientos a lo largo del río Nilo, Tigris y Éufrates se utilizaban como base para la determinación de los impuestos para el soberano (NiKulas y PorvazniK, 1990). Las inundaciones reiteradas de estos ríos requirieron de mediciones frecuentes del terreno.

Hiparco (siglo II a.C) estableció por primera vez las conversiones matemáticas que permitían trasladar las características de la superficie esférica a un plano; es decir, realizó la primera proyección cartográfica. El hombre como ser social para la utilización de la tierra como medio de vida y producción, parte de su observación viéndola como componente del medio natural con carácter especial y condiciones específicas, el relieve, clima e hidrografía que posibilitan la formación de los suelos como uno de los medios básicos para la existencia de la flora y la fauna: además de encerrar en su subsuelo recursos minerales y aguas subterráneas.

Las características antes mencionadas posibilitan su aprovechamiento para diferentes fines (cultivar, extracción de minerales y madera, construcciones de todo tipo, etc.). En la actualidad en los países capitalistas el registro catastral constituye una base para el cobro de los impuestos territoriales.

El estudio del desarrollo de los registros catastrales internacionalmente y en especial en Cuba, parte de conocer que estos pueden definirse generalmente como un registro de unidades básicas en que se subdivide la tierra (parcelas), donde se considera el carácter, la extensión y los derechos sobre ella. En los países con economía socialista como Cuba (Samuel y Díaz 2007), el fin del registro catastral es tener conocimiento real sobre su territorio nacional, sobre su extensión, el uso, y las relaciones jurídicas entre el hombre y la tierra, estas informaciones registrales se aprovechan en toda la economía nacional. Internacionalmente, para realizar la actualización catastral se emplean

tecnologías avanzadas como la teledetección, los sistemas de posicionamiento global (SGP), los sistemas de información geográfica (SIG), la fotogrametría digital, la incorporación de orto fotos a los datos catastrales, entre otras.

Hoy en día el uso de la cartografía catastral es la vía más idónea para compilar información sobre el terreno en cuanto al uso y la tenencia, permitiendo un conocimiento detallado de este, es el medio capaz de facilitar la identificación de los diferentes datos informativos, utilizando el lenguaje más fácil para su interpretación.

En Cuba, se emplearon inicialmente, los métodos de levantamiento de la fotogrametría analógica y los métodos directos o agrimétricos (Samuel y Díaz 2007), en dependencia de las características de los cambios y de las posibilidades reales de ejecución. Sin embargo, desde el año 1997, hace más de 14 años, que no se realizan vuelos fotogramétricos del territorio nacional, por lo que la cartografía catastral se actualiza fundamentalmente por métodos directos tradicionales, los que demandan de mayores esfuerzos, recursos y tiempo para su realización.

La función fundamental de la elaboración de mapas es prestar información exacta, clara y sin ambigüedades, en el caso del catastro y teniendo en cuenta sus características hay que adicionarle las informaciones alfanuméricas tales como:

- Posesión, nombre y dirección del poseedor, régimen de posesión, sector, rama, código de identidad.
- Uso de la tierra.
- Superficie, cambios en la configuración, extensión o en el transcurso del límite de las parcelas y de la posesión.

Dado el envejecimiento de los levantamientos aéreos existentes en el país y la imposibilidad de realizar vuelos, se hace más difícil acometer la actualización de los mapas del catastro nacional, empleando como única alternativa para la medición de los cambios en la forma y extensión de las parcelas los métodos directos, que resultan más costosos y requieren de más tiempo y personal. En algunos casos, se han empleado métodos alternativos con dudosa profesionalidad que atentan contra la precisión del mapa catastral (como el

empleo de imágenes Google Earth), lo que sumado a los años transcurridos desde su creación exigen la renovación estructural del catastro nacional.

En el caso particular de Cuba, si se analizan lo enunciado por Kaufman, (2002) sobre la declaración (Catastro 2014), se puede apreciar que el sistema catastral actual no se ajusta a las características planteadas ya que:

- No es capaz de ofrecer una información fiable y completa sobre la situación legal del suelo, que incluya cualquier impacto legal sobre el mismo ya que la tecnología empleada durante los últimos años ha provocado imprecisiones en la información cartográfica.
- No se han dado pasos sólidos en función de “adaptarse a las necesidades cambiantes de las sociedades, mediante sistemas de organización flexibles, estructuras de la información bien definidas y modelos detallados de los datos” que den respuesta a todas las necesidades de información demandadas por los usuarios mientras que la organización y estructura de los datos no permite aportar al catastro cubano un carácter multifinalitario.
- No se ha podido avanzar con eficacia sirviéndose de la tecnología adecuada en primer lugar por las limitaciones económicas impuestas en Cuba durante estos años y a la carencia de conocimiento e introducción en la práctica de los avances de carácter científico y tecnológico.
- No se consigue la máxima eficacia y flexibilidad aunando esfuerzos entre el sector público y el sector privado, el proceso de mantenimiento del catastro continúa siendo ineficaz al no establecer claramente los usos y posibilidades del catastro en Cuba.
- No funciona con un coste mínimo para los ciudadanos y las comunidades teniendo en cuenta la ineficiencia de las tecnologías empleadas. Actualmente se desarrollan trabajos de implementación del catastro en el nuevo sistema informativo y se continúa la creación del catastro urbano y minero.

Según, Samuel y Díaz, (2007) la implantación del nuevo sistema informativo del catastro nacional significa un salto evolutivo del registro en Cuba que debe preparar el camino hacia un censo multifinalitario. No obstante, el desarrollo del sistema catastral en Cuba incluye un modelo de datos capaz de integrar la

información cartográfica y alfanumérica de un territorio en una base de datos mediante la aplicación de las tecnologías adecuadas que garantizan la gestión de la información catastral atendiendo a las condiciones y características de Cuba.

Además, este sistema incluye varios métodos para la edición de la geometría de las parcelas con su correspondiente validación de forma que garantice el control del área de cada municipio (figura1.1).

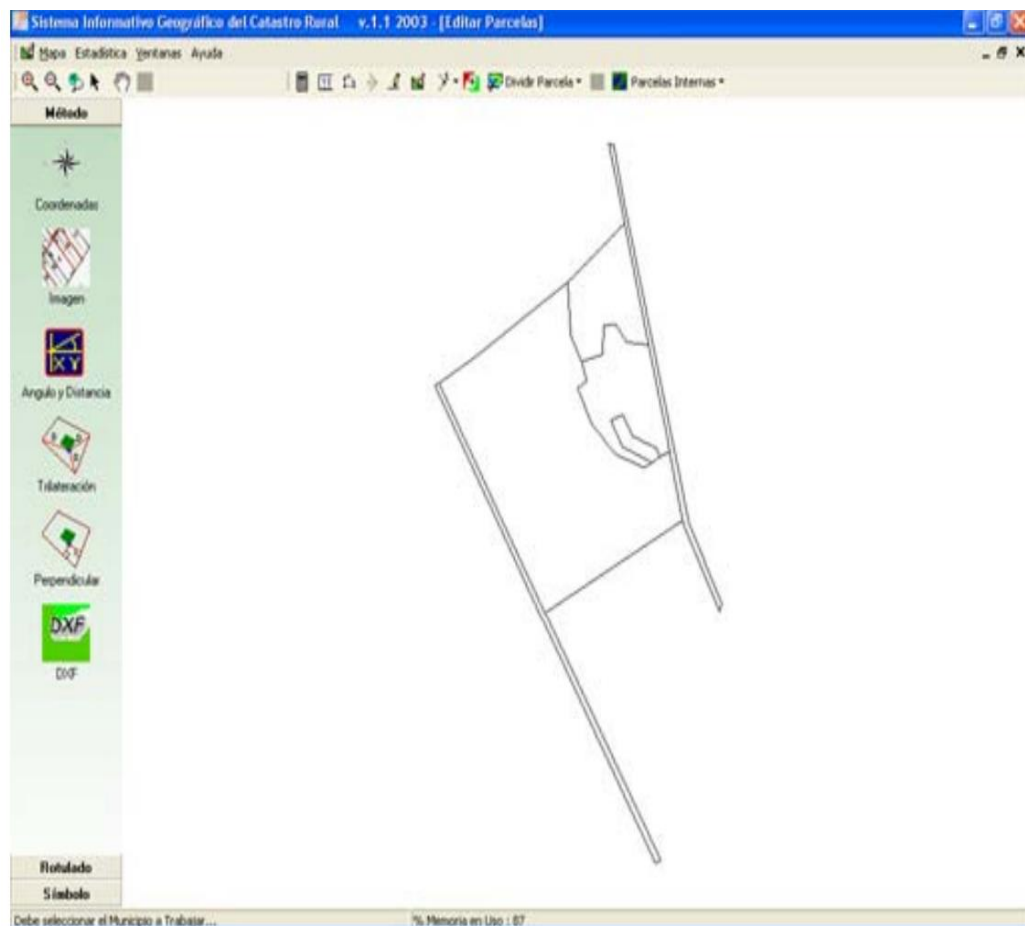


Figura.1.1. Módulo para edición gráfica de parcelas.

En la figura 1.1 se han empleado seis métodos diferentes (coordenadas, imagen georreferenciada, ángulos y distancias, trilateración, perpendicular, DXF) y se controla el área de las parcelas que intervienen en el cambio.

El sistema también cuenta con herramientas para el mantenimiento de la información alfanumérica que incluye la creación, modificación y eliminación de los datos de las parcelas y los poseedores (figura 1.2).

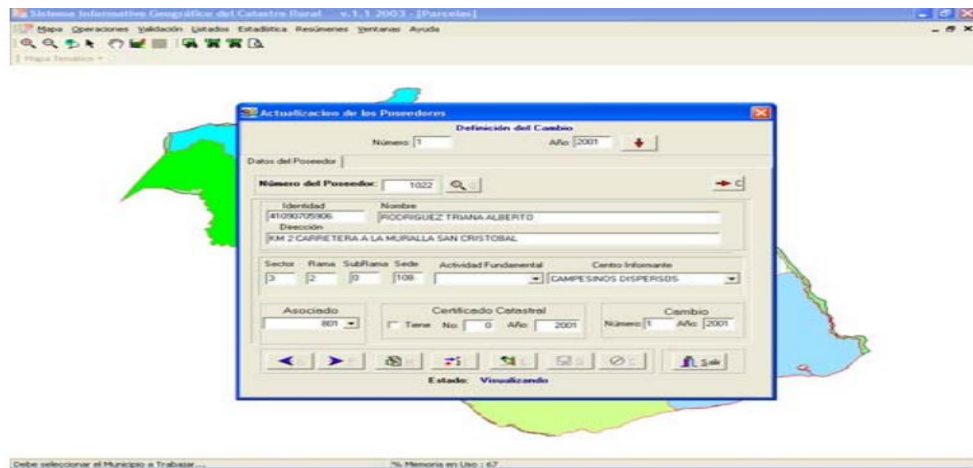


Figura.1.2. Menú para la edición de parcelas y poseedores.

En resumen, el catastro nacional de Cuba ha avanzado tecnológicamente en función del desarrollo de la base de datos y los sistemas de información como herramientas para el manejo y mantenimiento de los datos, sin embargo, las tecnologías para garantizar la precisión adecuada en la geometría de las parcelas y el desarrollo de métodos que aporten eficiencia en el proceso, aún están por desarrollarse (Samuel y Díaz, 2007).

Por otra parte, el empleo de imágenes y la incorporación de ortofotos digitales para el proceso de actualización del catastro, es una tecnología que se impone y aporta precisión y eficiencia al desarrollo de cualquier sistema catastral, además los sistemas de información geográfica SIG, también han hecho impacto en el desarrollo del catastro nacional, ya se ha desarrollado un nuevo modelo de datos implementado en un solo esquema (SISCAT3) que incluye la unión del catastro urbano, rural y minero en una sola base de datos.

En Cuba también se han desarrollado aplicaciones de SIG con diferentes objetivos, en el caso del catastro, está condicionado con el desarrollo de la cartografía en formato digital. En tal sentido se han realizado algunos trabajos de carácter territorial que han aportado la experiencia necesaria para generalizar los resultados.

La tarea ha estado encaminada a la digitalización de toda la base cartográfica a partir de la obtención de las imágenes en formato ráster y su posterior sectorización, edición e implementación en un SIG.

1.3. La Cartografía Catastral

La cartografía catastral se divide en dos tipos:

- Urbana: sobre los asentamientos poblacionales urbanos y rurales.
- Rural: sobre todo el territorio nacional, incluyendo los asentamientos poblacionales urbanos, rurales las actividades agrícolas y mineras.

Estos tipos de cartografía tienen características diferentes en cuanto a escalas de representación, precisión de los datos, contenidos de la información, métodos y medios empleados en la captura de los datos (NiKulas y PorvazniK, 1990).

El mapa oficial del catastro nacional de la República de Cuba cuenta con la representación de la cartografía catastral rural del país y los límites de los asentamientos poblacionales urbanos y rurales (Samuel y Díaz, 2007), a partir de los cuales se incorpora la cartografía del catastro urbano (figura.1.3).

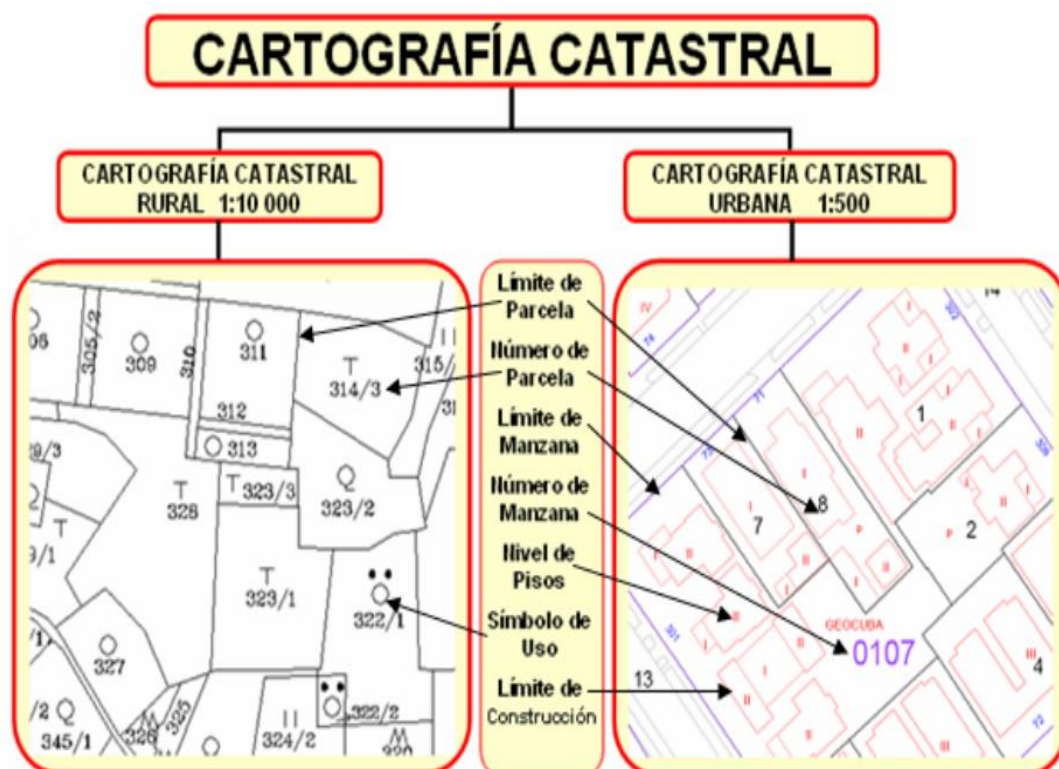


Figura.1.3. Cartografía Catastral.

La cartografía catastral urbana se representa en las escalas 1:2000, 1:1000 y 1:500, en dependencia de la complejidad y características de los asentamientos poblacionales.

La cartografía catastral rural se representa en las siguientes escalas:

- 1:5 000 Lugares de extensión limitada donde existe una elevada densidad de parcelas por km².
- 1:10 000 En general para todos los territorios rurales.
- 1:25 000 Zonas extensas con pocos contornos o elementos planimétricos de interés catastral como son: zonas pantanosas y forestales.

La ejecución y el mantenimiento de ambas cartografías se realizan de forma separada, preservando los elementos comunes como las divisiones territoriales, límites de los asentamientos poblacionales y otros. Ambas cartografías se integran en el momento de pasar a formar parte de la base de datos del catastro nacional.

La cartografía catastral tiene como origen el mapa de catastro como se expresó anteriormente, se representa en la proyección cónica conforme de Lambert, tomando como referencia el elipsoide de Clarke de 1866, al igual que el resto de los mapas topográficos del país.

La hoja del mapa catastral presenta un formato cuadrado con dimensiones de 50 cm X 50 cm, para todas las escalas, estando limitado por las cuadrículas de las coordenadas planas rectangulares y por múltiplos enteros que varían de acuerdo con la escala. En el caso de la escala 1: 10 000, los valores de las coordenadas rectangulares que limitan la hoja del mapa catastral terminan en cero o en cinco tal como se ilustra en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Formato y nomenclatura de los mapas catastrales

DIMENSIONES Y NOMENCLATURA DE LOS MAPAS CATASTRALES				
ESCALA	EN EL TERRENO LADO EN KM	SUPERFICIE KM²	NOMENCLATURA	CANTIDAD DE HOJAS
Cuadrado Base	25 x 25	625,00	846	-
1 : 25 000	12,5 x 12,5	156,25	846 – 3	de 1 a 4
1 : 10 000	5 x 5	25,00	846 – 01	de 1 a 25
1 : 5 000	2,5 x 2,5	6,25	846 – 05 – 4	de 1 a 4
1 : 2 000	1 x 1	1,00	846 – 25 – 01	de 1 a 25
1 : 1 000	0,5 x 0,5	0,25	846 – 25 – 11 – 1	de 1 a 4

Es bueno tener en cuenta las dimensiones de estas hojas porque a partir de estas dependen las precisiones a obtener en el levantamiento el cual debe garantizar los siguientes permisibles en la representación de los contornos y límites de parcelas:

- La precisión de los planos se evaluará sobre la base de las diferencias obtenidas mediante las mediciones de control. Los errores máximos permisibles para los lados planos con relación a sus medidas nominales no serán mayores de 0.2 mm y 0.3 mm para las diferencias de las diagonales.
- Las construcciones por su contorno tomado a nivel de la superficie de la tierra, su representación gráfica no debe exceder los 0.1mm
- El error promedio de las mediciones no deben exceder 0.5mm en las zonas llanas y de 0.75 mm en las zonas montañosa.

- En los casos de los levantamientos complementarios en relación con los puntos de la base geodésica y los puntos de apoyo del levantamiento no deben sobrepasar los 0.3 mm a la escala del mapa.
- Los errores en la posición relativa entre contornos firmes no excederán los 0.05 en la representación de los contornos de los elementos.

1.4. Métodos de actualización de la cartografía catastral en Cuba

La actualización catastral en Cuba, es un procedimiento mediante el cual se mantiene de manera sistemática y permanente la identificación de las informaciones catastrales con la realidad existente en el terreno, por la incorporación a la documentación catastral de los cambios ocurridos con relación a la tenencia uso y extensión de las parcelas, así como las informaciones secundarias (Samuel y Díaz 2007). Esta se realiza constantemente, cada vez que se confirma como definitivo un cambio ocurrido y se ejecuta de forma integral en todas las partes de la documentación operativa sin dejar pendiente algún proceso.

La actualización del mapa catastral en formato digital obtenido a partir del mapa oficial (analógico) del catastro nacional a escala 1:10 000, tuvo como objetivo establecer los procedimientos técnicos organizativos para la ejecución de los trabajos de actualización de la base cartográfica impresa y la base de datos alfanumérica automatizada del catastro nacional por separado (figura 1.4).



Figura.1.4.Cartográfica impresa y la base de datos alfanumérica automatizada del catastro nacional por separado.

Tras varios años de experiencias y evolución en la ejecución de trabajos de actualización catastral en las oficinas municipales, se realizan prácticamente con el uso de fotos aéreas y métodos de medición directa en campo con cintas métricas. El uso de estas técnicas fueron muy utilizadas y eficientes en el pasado mientras no existían las imágenes satelitales y el desarrollo de la informatización era pobre, ahora se está dejando paso a las técnicas ortofotográficas que son más rápidas y menos costosas, las cuales se utilizan en la actualización del catastro nacional (Samuel y Díaz 2007).

El desarrollo obtenido desde el punto de vista tecnológico en el catastro ha modificado el proceso de actualización de los datos mientras que los procedimientos establecidos desde hace varios años, aún no reflejan estos cambios tecnológicos en el proceso de actualización.

La digitalización viene condicionada por multitud de factores, unos propios de la calidad de las técnicas o de los materiales utilizados (la resolución o tamaño de pixel de la ortofoto utilizada, la precisión en la georreferenciación, la densidad radiométrica, el zoom de visualización, etc.) y otros propios de la persona que lleva a cabo la digitalización (entrenamiento, conocimiento previo del terreno, etc.). Sin embargo, la incontrolabilidad absoluta de todos estos factores genera errores en la obtención de la superficie catastral de las parcelas.

En los procesos de revisión catastral realizados por la dirección general del catastro sobre terrenos rústicos, es fundamental determinar, lo más exacto posible, la superficie de las parcelas. Para llevar a cabo estos procesos, actualmente se utilizan ortofotografías digitales obtenidas a partir de imágenes de fotografías aéreas (NiKulas y PorvazniK, 1990).

La obtención de estas ortofotografías digitales ha sufrido una gran evolución en los últimos años, pasando de metodologías puramente analíticas, a las actuales que son casi totalmente digitales. La ortofotografía digital es en esencia una imagen, pero dada su orientación y utilidad básicamente

geográfica, es muy importante en ella su precisión geométrica y su exactitud radiométrica (NiKulas y PorvazniK, 1990).

El procedimiento que actualmente se prevé utilizar para la obtención de la superficie catastral rústica es fruto de la evolución de otras metodologías anteriores. Por otro lado, la tecnología en el mundo está en constante desarrollo y los procesos de actualización catastral no son ajenos a ello. Los modernos avances en los procesos fotogramétricos digitales, el desarrollo de potente software y hardware, la evolución vertiginosa de las técnicas de procesamiento digital de imágenes, la capacidad de gestión y análisis de los actuales sistemas de información geográfica, etc., son buenas pruebas de ello. Estas tecnologías, en los últimos años, están afectando en gran medida a los procesos de actualización catastral rústica y son incorporadas con el objeto de conseguir más precisión.

Un razonamiento que justifica el desarrollo de este tipo de investigaciones sobre la actual precisión de la superficie catastral rústica, es la propia importancia económica que se deriva de este hecho. Conviene por tanto, estudiar cuáles son los factores que pueden condicionar el aumento de estos errores superficiales, para fijar metodologías que controlen y minimicen sus efectos negativos.

En este mismo sentido, otro razonamiento que justifica la temática planteada en este trabajo, es el gran número de conflictos entre particulares que genera el hecho de no coincidir la superficie catastral con la superficie agraria de las fincas rústicas. Muchos procedimientos judiciales de deslinde y amojonamiento, modificación de linderos, invasión de superficies colindantes, etc., que se interponen en los juzgados, tienen su origen en la definición geométrica inexacta de la finca catastral. Esta definición geométrica, por lo general, se realiza en los procesos de actualización rústica que lleva a cabo la dirección general del catastro (NiKulas y PorvazniK, 1990). Por ello, es importante estudiar qué precisiones se consiguen con las técnicas utilizadas y conocer las limitaciones de aplicación de los resultados.

La modernización tecnológica consiste en dotar a las dependencias de catastro, de tecnología de punta, para los trabajos de investigación de campo,

levantamientos y deslindes catastrales, trámite y registro de las operaciones catastrales, actualización y digitalización cartográfica, microfilmación de la documentación, así como de equipos de telecomunicación para efectos de desconcentración de los servicios catastrales en diferentes puntos del municipio(Data catastro, 2009).

1.5. Métodos de actualización de la cartografía catastral a nivel internacional

El término actualización catastral ha sido definido por varios autores y ha estado influenciado por los objetivos que persiguen este proceso y las características del catastro a que se refiere, el siguiente concepto; " La actualización catastral es el procedimiento mediante el cual se actualizan todos los datos físicos y jurídicos de los inmuebles de naturaleza rústica en un término municipal. Este proceso trae consigo la formación de un catastro totalmente informatizado" (NiKulas y PorvazniK, 1990).Un concepto orientado al desarrollo de la actualización en general e informatización.

En el mundo, la actualización catastral se realiza digitalizando en pantalla las ortofotografías digitales, a través de esta digitalización se obtiene la superficie catastral, valor que tiene una trascendencia económica, jurídica y técnica muy importante.

En Latinoamérica, Perú muestra un programa de titulación de tierras y catastro Minero, con el objetivo de optimizar recursos y procesos, se ha puesto a la vanguardia en el uso de tecnología sistema de posicionamiento global GPS, para aplicaciones catastrales. Se han implementado 11 estaciones GPS permanentes que permiten tener una cobertura nacional (Velazco, 2007), de tal manera que basta complementar con GPS diferenciales para ejecutar los levantamientos catastrales en cada uno de los 24 departamentos del Perú (figura 1.5).

Mediante la aplicación de la técnica de corrección diferencial, tomando como estación de referencia o base la estación más cercana a su ámbito de trabajo, lo cual servirá tanto para aplicaciones propias del Organismo de la

Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI), como para las demás instituciones del país, ya sean estas públicas o privadas. Actualmente Perú es el único país en América del Sur con estaciones GPS permanentes que cubren todo el país (Velazco y Amalia, 2007).

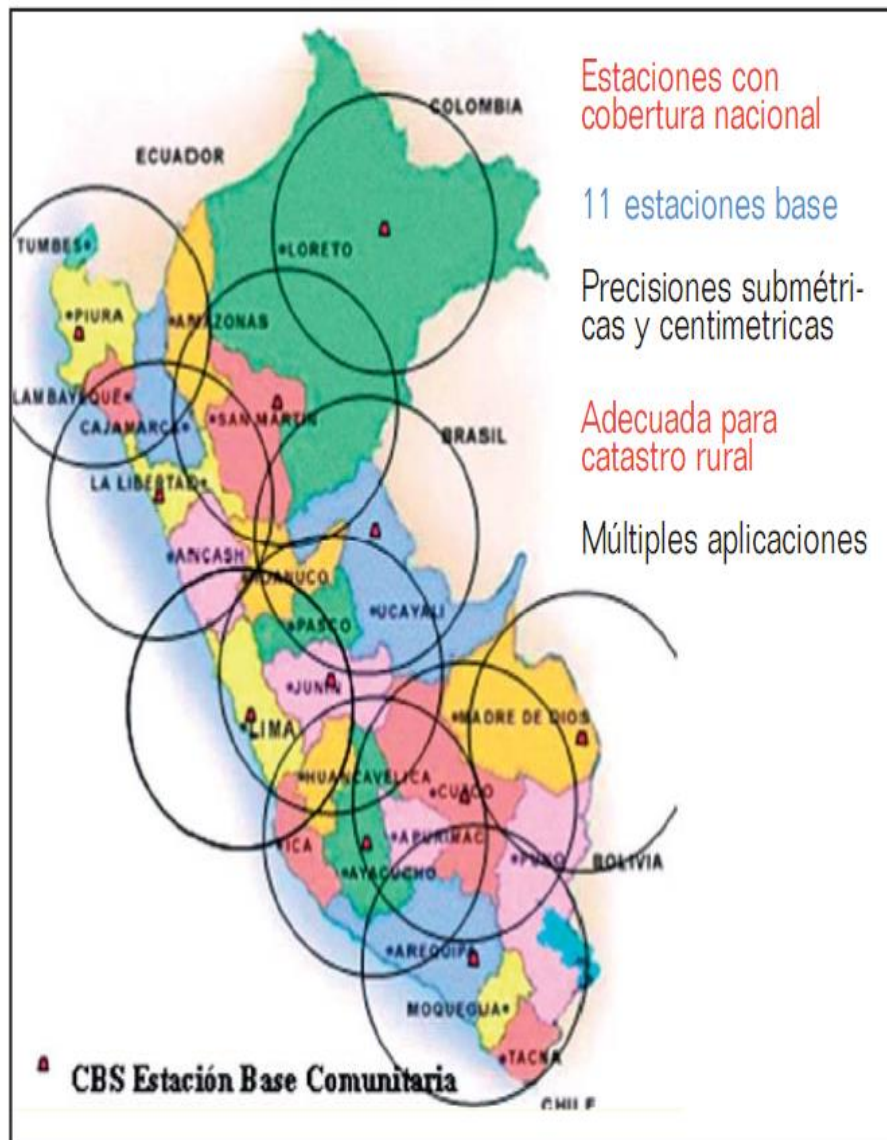


Figura.1.5. Estaciones Base GPS.PTT

La evolución de los sistemas catastrales, permite establecer tendencias en el desarrollo catastral y brinda información sobre las iniciativas y organizaciones que están apoyando el desarrollo a nivel internacional. En las consideraciones para la consolidación del derecho catastral en el Perú, un artículo interesante en el que el autor muestra la evolución e importancia del derecho catastral en

el Perú y sustenta la importancia y necesidad de la institucionalización del derecho catastral como un instrumento o medio del cual se vale el catastro para lograr sus objetivos; evaluación de equipos del sistema de posicionamiento global (GPS), levantamientos catastrales de predios rurales en el Perú, investigación que ha permitido establecer las bondades y limitaciones de los equipos del GPS, estas aplicaciones ha permitido categorizar y establecer los factores que deben ser considerados al emplear equipos GPS diferenciales.

El catastro español ha servido de puente entre las instituciones catastrales europeas y latinoamericanas. Como prueba de ello hay que citar la reciente celebración de un importante encuentro en Lisboa, en la última semana de noviembre 2014, en la que tuvieron ocasión de encontrarse los responsables de los catastros de ambas regiones para hablar de temas tan interesantes la utilización de la información catastral e Internet para incrementar la cohesión social (Alcázar Molina, 2007). Asimismo, fue la primera vez que tuvieron una sesión conjunta de trabajo los comités permanentes sobre el catastro en la Unión Europea y en Iberoamérica.

El catastro es una organización cuya misión primordial es la de describir la propiedad inmobiliaria en sus diferentes usos y aplicaciones. Sus funciones son la captura, mantenimiento y suministro de información sobre los bienes inmuebles rústicos, urbanos y de características especiales sobre sus titulares.

El conjunto de los datos y descripciones que definen la propiedad territorial configuran los Catastros Inmobiliarios que se constituyen como una base de datos, al servicio de los titulares catastrales y de las administraciones del estado, autonómica y local. En la base de datos catastral (BDC) se describen los bienes inmuebles mediante un conjunto de atributos o características físicas, jurídicas y económicas (NiKulas y PorvazniK, 1990).

La gestión catastral se realiza por procedimientos informatizados y tiene por objeto la actualización constante de la información sobre los bienes inmuebles, aportada por las declaraciones de las alteraciones catastrales que presentan los titulares, los procesos de revisiones y renovaciones catastrales y la información que suministran entidades locales, registros de la propiedad y

notarías, mediante procedimientos informáticos y telemáticos. Así se puede ver en el gráfico con la arquitectura de sistemas y comunicaciones de la dirección general del catastro en España (figura 1.6).

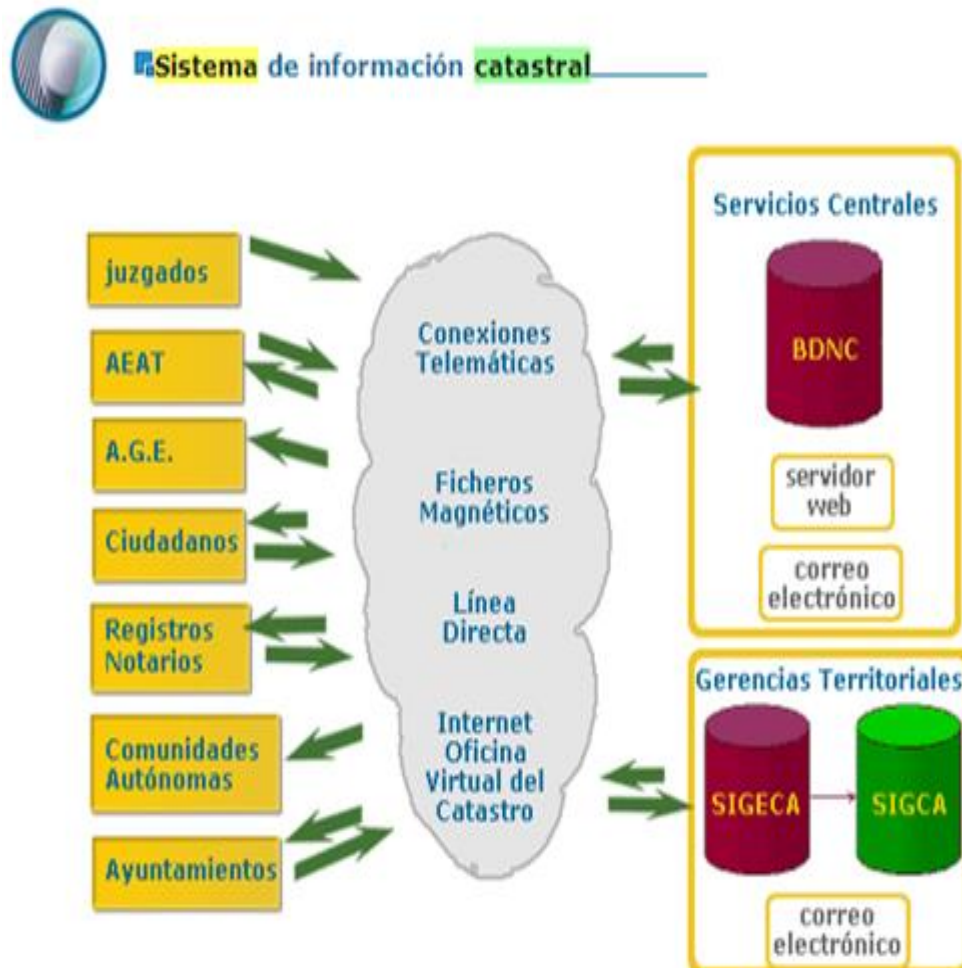


Figura.1.6. Sistemas y comunicaciones de la dirección general del catastro de España.

La gestión catastral y las bases de datos catastrales son responsabilidad de las gerencias territoriales del catastro. La cercanía con el territorio y con el ciudadano, y la colaboración con las administraciones locales, facilitan su adecuado mantenimiento. Están compuestas por un subsistema de gestión catastral, con información alfanumérica, a través del cual se realiza la gestión catastral (SIGECA) y un subsistema de información geográfica que gestiona la cartografía catastral (SIGCA). Estas bases de datos territoriales están

conectadas a través de la red de comunicaciones del catastro con la base de datos nacional del catastro (BDNC).

Todo este conjunto de componentes constituye el sistema de información catastral (SIC), que es un sistema descentralizado, abierto, dinámico y de información territorial o geográfica.

El catastro es entonces una gran base de datos, que se procura ser de utilidad, no sólo para la fijación de valores sobre los que establecen impuestos, sino como almacén de información inmobiliaria destinado a servir de base a cualquier trabajo, básicamente de planeamiento, que requiera de gran volumen de información sobre los inmuebles. Puede llegar a decirse que el catastro, en relación con el estado, es el organismo encargado de mantener actualizado el inventario del activo fijo de la nación y su riqueza inmobiliaria.

1.6. Empleo de imágenes satelitales y la PC Tablet como método para la actualización catastral

Desde el año 2000, con la puesta al servicio civil de satélites para observación de la tierra de muy alta resolución (por debajo del metro), se ha posibilitado la mapificación y/o actualización de mapas con empleo de las técnicas de teledetección, como método alternativo al fotogramétrico (Kaufman, 2002).

Durante los últimos años, la percepción remota ha permitido a la cartografía, el estudio, seguimiento y gestión de diversos recursos naturales así como la vigilancia del medio ambiente para su mantenimiento y conservación. En las últimas cuatro décadas la teledetección ha crecido como una herramienta importante para la recopilación de información sobre la tierra y con la disponibilidad de satélites de muy alta resolución espacial, las aplicaciones se han multiplicado.

Precisamente de modo genérico se entiende por teledetección, cualquier procedimiento o técnica de adquisición de información de la tierra sin tener contacto directo con ella. Sin embargo, de un modo más restringido, y en el ámbito de las ciencias de la tierra, la teledetección es entendida como una técnica que tiene por objeto la captura, tratamiento y análisis de imágenes

digitales tomadas desde satélites artificiales (Kaufman, 2002). Se abordan, dentro de la acepción del término teledetección espacial, todos los problemas y procedimientos metodológicos y técnicos que en términos anglosajones quedan enclavados dentro del concepto ***Remote Sensing***.

En Cuba, existen experiencias de mapificación topográfica a escala 1:10 000 con empleo de imágenes satelitales de muy alta resolución, pero aún no existen experiencias de empleo de estos métodos en los procesos de renovación catastral.

La disponibilidad de imágenes satelitales recientes, de diferentes características, adquiridas para distintos proyectos que se desarrollan en Cuba, ha posibilitado investigar y desarrollar la aplicación de su utilización con fines catastrales, determinando aspectos importantes como factibilidad del uso de esta tecnología, tipos de imágenes, procedimientos y metodologías a emplear, así como otros detalles técnicos que posibiliten la introducción de forma masiva de esta tecnología en los procesos productivos de actualización catastral.

El proceso de actualización catastral es extremadamente importante teniendo en cuenta que, debido a los constantes cambios que ocurren en el medio geográfico relacionado con los bienes inmuebles y al dinamismo con el que suceden, los mapas existentes no siempre coinciden con la realidad, es decir, que la información catastral generalmente no acompaña el dinamismo con el que se suceden dichas alteraciones. Además, el desarrollo tecnológico impone la modernización de la base cartográfica en general.

1.7. Necesidad de desarrollo de la actualización precisa del catastro minero

La información del catastro minero de Cuba cambia según el desarrollo económico ya sea porque se explotan nuevos yacimientos o se modifica el uso de canteras luego del cierre, etc. por esta razón se debe realizar la actualización permanente, con la colaboración que presentan los poseedores al

reportar los cambios que ocurren en las informaciones técnicas o administrativas recogidas en el registro de la forma establecida.

En la actualidad los datos del catastro no son empleados de forma eficiente por cada uno de los organismos de la administración central del estado (OACE), donde los principales obstáculos están identificados en la organización, confiabilidad de los datos, así como la tecnología empleada para la gestión de la información, en tal sentido se puede afirmar que:

- El empleo de una tecnología atrasada para la actualización del catastro, fundamentalmente a partir de mediciones directas en el terreno, ha encarecido este proceso que ha estado limitado además, por los recursos disponibles y en algunos casos, ha traído problemas de precisión de las parcelas representadas en el mapa catastral.
- No ha existido una norma jurídica que regule la actividad catastral en el país, por lo que no existe obligatoriedad de reportar los cambios.
- Los documentos técnicos rectores vigentes requieren ser revisados y reelaborados, a partir de las nuevas exigencias.

La disminución de los volúmenes de actualización, como consecuencia de los momentos más difíciles del período especial. Las disímiles entregas de tierras realizadas en estos 15 años y la fluctuación de los usos que se han producido, requieren hoy de un proceso de renovación general de los datos catastrales, es imprescindible en este nuevo escenario así como el desarrollo de la minería no metálica.

Resulta difícil realizar la actualización catastral de la minería, esto se debe fundamentalmente a que no se cuenta con vuelos recientes que faciliten el empleo de los métodos fotogramétricos para el procesamiento de los cambios, como alternativa se acude a los métodos directos que son más costosos y requieren de más tiempo y personal.

En muchos casos, para realizar la actualización catastral, se han empleado métodos alternativos que no garantizan la precisión del mapa, esto sumado con el envejecimiento y las continuas actualizaciones parciales del mapa catastral que se vienen realizando. Lo anterior demuestra la necesidad de actualizar el

catastro minero rectificando la geometría de los límites de las parcelas en la base cartográfica digital del catastro rural de un municipio mediante el empleo de ortoimágenes u ortofotos. El esquema siguiente muestra de forma general como se realizará la actualización del catastro minero (figura.1.8).

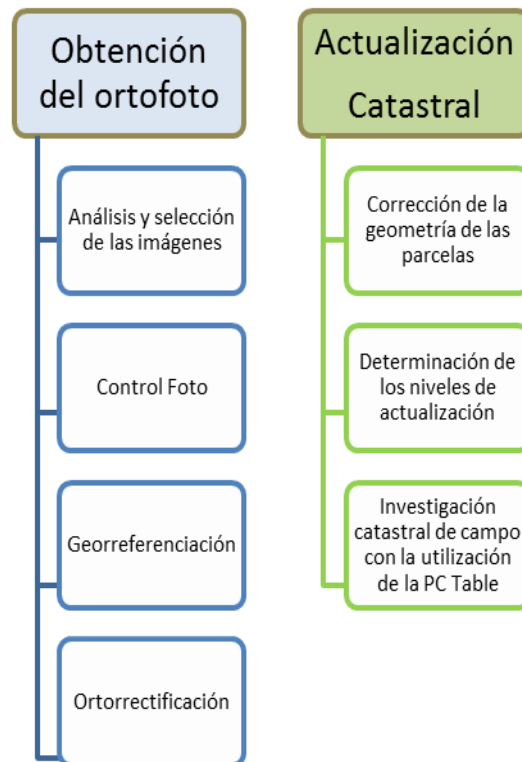


Figura 1.8. Esquema para la realización de la actualización del catastro minero

CAPITULO II. PROCEDIMIENTO PARA LA ACTUALIZACION DEL CATASTRO MINERO UTILIZANDO LAS IMÁGENES SATELITALES Y LA PC TABLE

2.1. Procedimiento para la Actualización del Catastro utilizando las imágenes satelitales y la PC Tablet

El procedimiento contiene las características generales del método a utilizar en la actualización, medios técnicos a emplear, software, especificaciones de los materiales a utilizar y procedimiento de trabajo para la obtención de los resultados, tiene como antecedente la metodología para la renovación catastral mediante el empleo de imágenes satelitales.

Durante el proceso de trabajo para la actualización del mapa catastral a escala 1:10 000 a través de imágenes satelitales se definen las siguientes etapas generales:

- Selección de las imágenes.
- Realización del control foto de la zona o el área a actualizar.
- Creación de la ortoimagen.
- Comparación de la ortoimagen y el mapa catastral digital.
- Rectificación de la geometría de las parcelas.

2.2. Principales términos y definiciones del Catastro

Catastro: sistema primario de información donde se expresa de forma gráfica y literal los bienes inmuebles del país y las personas naturales y jurídicas que lo utilizan, con independencia del título o legitimidad de su posesión, a fin de obtener un conocimiento del territorio nacional, que sirva a los objetivos de la dirección del desarrollo económico y social, en todos los aspectos necesarios (agrario, fiscal, jurídico, estadístico, administrativo, etc.).

Mapa catastral: documento gráfico, impreso o en formato digital, donde están representadas todas las parcelas y otros objetos de interés existente en un área geográfica.

Parcela: unidad técnica básica en que a los efectos del Catastro Nacional se divide el territorio nacional, constituida por una extensión de terreno definida y delimitada por elementos físicos identificables y reconocibles por su tenencia, uso de la tierra y configuración.

Zona catastral: unidad técnica funcional en la que a los efectos del Catastro Nacional se divide un municipio, consistiendo en extensiones prácticas proporcionales y convenientes para el procesamiento y actualización de las informaciones. Sus límites físicos son duraderos y coinciden con los límites de las parcelas y en lo posible con los de las unidades económicas o partes de ellas. Pueden ser rurales y urbanas.

Posesión o tenencia: todo bien inmueble ubicado en el país cuya explotación esté a cargo de cualquier persona natural o jurídica, con independencia del título que posean.

Investigación catastral: procedimiento que se realiza en el terreno con el objetivo de obtener las informaciones catastrales primarias relacionadas con los bienes inmuebles.

Actualización catastral: procedimiento mediante el cual se mantiene de manera sistemática y permanente la identificación de las informaciones catastrales con la realidad existente en terreno, por la incorporación a la documentación catastral de los cambios ocurridos con relación a la tenencia uso y extensión de las parcelas, así como las informaciones secundarias.

Renovación catastral: es el proceso mediante el cual se rectifica la geometría de los límites de las parcelas en la base cartográfica digital del catastro rural mediante el empleo de un ortoimagen u ortofoto de un municipio.

Mantenimiento del catastro: consiste en modificar los datos catastrales, partiendo de las informaciones que brindan los registros públicos o entidades estatales, así como por las declaraciones de las personas naturales y jurídicas, cuando se producen cambios en el uso y tenencia en los bienes inmuebles que

hayan sido investigados catastralmente. Este proceso no conlleva mediciones en el terreno.

Imagen satelital de alta resolución: es una escena de la superficie terrestre obtenida por un sensor que es capaz de captar la información geográfica con un tamaño de pixel que favorece un nivel alto de percepción visual.

Imagen pancromática: imagen de una sola banda que cubre gran parte del espectro visual.

Imagen multiespectral: imagen de varias bandas que abarca diferentes ondas del espectro electromagnético.

Georreferenciación: proceso mediante el cual se logra que todos los elementos de un mapa o imagen estén ubicados en sus coordenadas de acuerdo a un sistema de referencia.

Ortorrectificación: proceso mediante el cual se atenúa las distorsiones producto de la posición del sensor en el momento de la toma de la imagen y la topografía del terreno.

Ortoimagen: es un producto cartográfico obtenido mediante la rectificación diferencial de imágenes satelitales por técnicas digitales que posibilita su almacenamiento, distribución, tratamiento y aplicación mediante el uso de computadoras. Se produce una transformación de la imagen original en la que quedan eliminadas las deformaciones producidas por las inclinaciones del sensor durante la toma y el efecto del relieve sobre la posición de los puntos en el terreno.

2.3. Requisitos técnicos principales a tener en cuenta

Los requisitos que se deben tener en cuenta para la actualización catastral a través de imágenes satelitales son los siguientes:

Especificaciones sobre los mapas catastrales

- a) La cartografía catastral debe estar convertida en imagen digital. Se recomienda que la misma se encuentre implementada en el Sistema Informativo del catastro nacional cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas al respecto.

Especificaciones sobre las imágenes satelitales

- b) La imagen satelital seleccionada para realizar la actualización catastral debe tener una resolución espacial menor de 1.0 m.
- c) Para georreferenciar la imagen satelital con respecto a la cartografía catastral se debe proyectar 1 punto de control cada 3 km.
- d) El valor del error medio cuadrático (EMC) para la confección de la ortoimagen no debe exceder de los 0.5 mm a la escala del mapa.
- e) Las ortoimágenes se interpretarán en gabinete con posterior clasificación en campo.
- f) La imagen satelital seleccionada debe cubrir la totalidad del municipio y con fecha reciente para su actualización.

Especificaciones sobre los medios técnicos y programas a emplear

- g) Se debe instalar los siguientes programas informáticos:
 - Mapinfo 8.5 y Sistema Informativo del Catastro Nacional SISCAT3.
 - Configuración mínima de hardware.
 - PC TabletAlgiz 7®.

2.3.1. Contenido de los procesos tecnológicos

En el anexo 2.3.1 se muestra el esquema tecnológico que representa las actividades del procedimiento para la realización de la propuesta.

2.4. Selección y adquisición de las imágenes satelitales

El primer paso para la actualización catastral es la selección y adquisición de la o las imágenes a utilizar pues estas determinan el área a actualizar y por tanto, indican el área donde se realizarán todos los trabajos. Durante este proceso se seleccionan las imágenes satelitales de alta resolución (HRS) que cubran la totalidad del territorio, las cuales tendrán un alto nivel de actualización de la información y con una resolución espacial menor de un m que permita la interpretación y descifrado eficiente de los elementos necesarios en el mapa garantizando la precisión requerida para el mapa catastral a escala 1:10 000 (figura 2. 1).

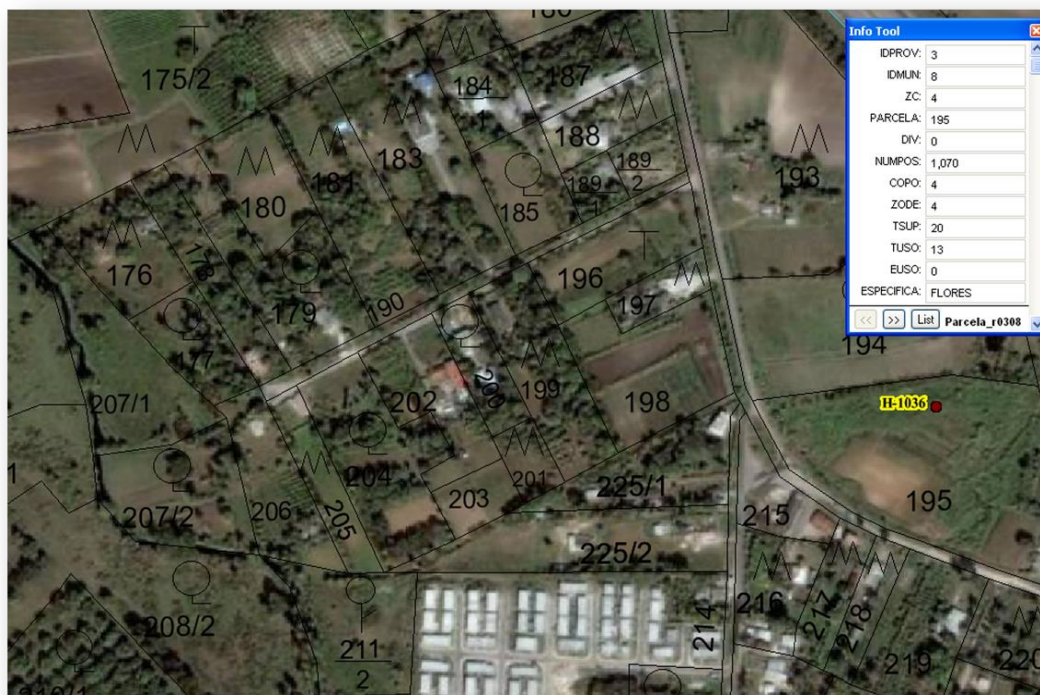


Figura 2.1. Selección y adquisición de las imágenes satelitales.

Teniendo en cuenta que este aspecto determina la fotointerpretación de la imagen es necesario tener en cuenta que el tamaño del píxel (resolución) garantice la percepción visual de la información que aporta la imagen en relación con la escala de mapa para la cual se pretende utilizar.

En primer lugar se debe tener en cuenta el error medio admisible para la escala del mapa. El error medio admisible (EMA) tiene en cuenta el error que puede cometer el hombre en la percepción visual de un elemento durante su posicionamiento en el mapa, este error se conoce que es 0.2 mm (el ojo humano es capaz de percibir una parte de 1mm dividido en cinco partes). La imagen a emplear debe tener un tamaño de píxel que garantice este nivel de percepción en relación con la escala del mapa, y que a su vez esté comprendida en al menos dos píxeles.

Con dichas imágenes seleccionadas y el control foto perfectamente realizado, se pasa a los procesos de ortorrectificación y georreferenciación de las imágenes.

2.5. Control Foto

Para la realización del control foto se buscarán puntos de fácil identificación tanto en la imagen satelital como en el mapa catastral a los cuales se les determinarán las coordenadas X, Y, Z, distribuyéndolos uniformemente a tres kilómetros uno del otro. Las tareas a realizar en este caso son las siguientes:

- Selección de la base geodésica.
- Reconocimiento de la base geodésica.
- Creación de las estaciones de referencia para el enlace GPS.
- Determinación de las coordenadas de los puntos de control foto.

En este caso, la base geodésica son los puntos de la red geodésica nacional que se encuentren cerca o dentro del área de la imagen y sus coordenadas sirven como base inicial para la creación de las estaciones de referencia para el enlace GPS. Estas estaciones son puntos con coordenadas conocidas que se ubican dentro del área de la imagen, generalmente en el centro de dicha área, y son utilizados como referencia para la medición de las coordenadas de los puntos de control fotográfico (PCF). Por último, los PCF se distribuyen uniformemente a lo largo de toda el área de la imagen (figura 2.2).

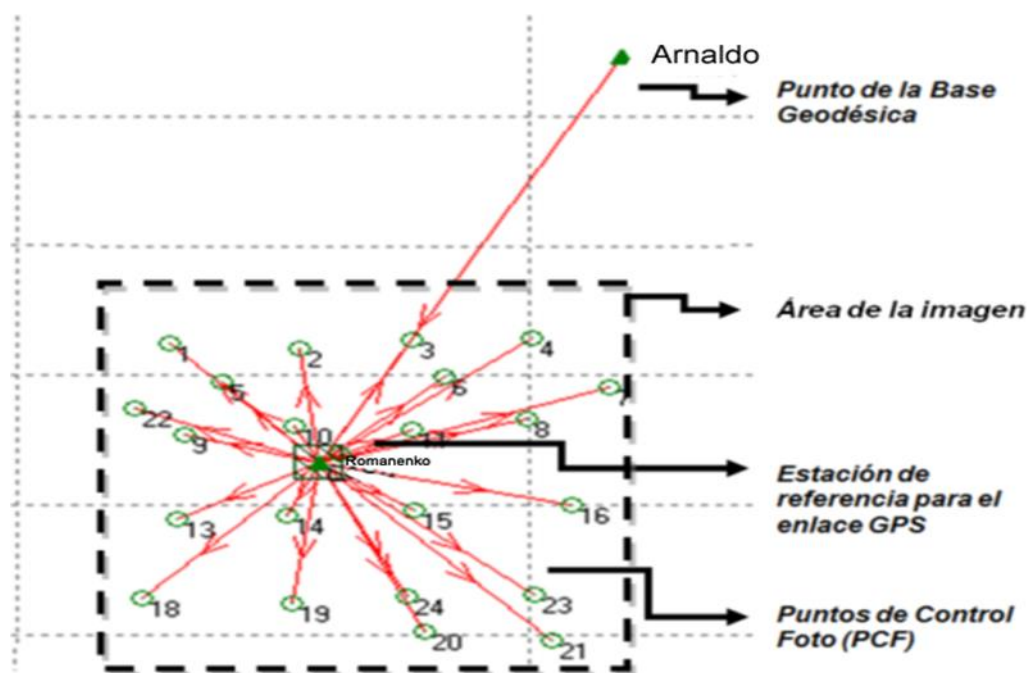


Figura 2.2. Esquema de distribución de las diferentes categorías de puntos.

Si la distancia entre el punto de la base geodésica y la estación de referencia es superior a los 10 Km, entonces será necesario ubicar dos estaciones dentro del área de la imagen que permita aumentar la precisión y eficiencia en el proceso de medición de los PCF.

Durante la ejecución del proceso de control foto para la actualización catastral es recomendable que la elección de los PCF coincida con los vértices de las parcelas catastrales siempre y cuando estos vértices se puedan precisar exactamente en el mapa (se recomienda utilizar para estos fines las esquinas de cercas que sean foto identificable y constituyan vértices de parcelas). Esto garantiza la validación del proceso de integración del mapa digital y la ortoimagen.

2.6. Selección de la base geodésica

La selección de las estaciones que conformarán la base geodésica para el control foto, además de permitir disponer de puntos con coordenadas fuertes para el posicionamiento GPS, posibilita determinar los parámetros de transformación locales entre el sistema geodésico WGS84 y el sistema geodésico nacional.

La fuente para la selección de la base geodésica de apoyo reside en la información de la red geodésica nacional disponible en los archivos geodésicos de GEOCUBA, en específico los libros con el peloteo de la red planimetría y altimétrica, así como los catálogos de coordenadas y alturas. Este proceso consiste en buscar y seleccionar al menos un punto de la base geodésica que se encuentre lo más cercano posible al área de trabajo para que sirva de base en la determinación de las coordenadas de los puntos que se tomaran como estaciones de referencia GPS.

2.7. Reconocimiento de la base geodésica

Una vez determinado cuál será el punto a emplear, es necesario realizar un reconocimiento en campo que tiene como propósito constatar en el terreno

la existencia de las estaciones seleccionadas, así como el cumplimiento de las exigencias para la ocupación descritas en el punto anterior. Es importante precisar, que las condiciones actuales del punto escogido deben satisfacer plenamente las condiciones de visibilidad y si fuera necesario habrá que despejar el área para lograr una ocupación satisfactoria. Considerando el nivel desigual de actualización de los datos geodésicos del punto (DGP), para la ubicación de las estaciones de la base geodésica se recomienda emplear el receptor GPS y el mapa topográfico a escala 1:25 000 del área de trabajo. Para ello se utiliza la opción *Replanteo* del SR20 y las coordenadas de las estaciones, previamente incorporadas al equipo.

2.8. Creación de las estaciones de referencia para el enlace GPS

La estación de referencia debe ubicarse lo más cercana posible al centro geométrico del proyecto, sin constituir un aspecto excluyente, disponga del orden geodésico superior logrado por métodos tradicionales. A esta estación se le dotará de coordenadas precisas en el sistema WGS84, mediante enlace directo desde una estación perteneciente a la campaña GPS del año 1998 (Punto de la Base Geodésica). Este enlace se caracterizará por los parámetros de medición que se relacionan a continuación (empleando equipo de una frecuencia SR 20):

- Ángulo máscara: 15°.
- Velocidad de muestreo: 1 s.
- Cantidad de sesiones: 1.
- Montaje de la antena: sobre trípode.
- Cantidad de mediciones de la altura de la antena: al inicio y fin de las mediciones.
- Tiempo de la observación: una hora(1800 épocas) para líneas base de hasta 10 km. No obstante, el tiempo de duración de la observación (Tdo) se puede determinar mediante la ecuación 2.1:

$$Tdo = 15min + (5min * D) \quad (2.1)$$

Donde, D: es la distancia desde el punto a determinar y el punto de la base es importante destacar que la ubicación de dos estaciones de referencia

(cuando la distancia hasta la base geodésica supera los 10 km) garantiza mayor precisión y eficiencia en el desarrollo de los trabajos. Cuando se ubique solo una estación en el área de la imagen, entonces se utilizará el punto de la base geodésica como segunda estación de referencia para medir los PCF.

Además, la estación de referencia de apoyo para el control foto nos posibilita determinar los parámetros de transformación locales entre el sistema geodésico WGS 84 y el Sistema Geodésico Nacional.

2.9. Determinación de las coordenadas de los puntos de control foto (PCF)

Para la determinación de las coordenadas de los PCF es necesario realizar varios procesos:

- Proyección de la red de PCF a medir
- Medición de las coordenadas de los PCF
- Elaboración del listado de coordenadas y croquis de los PCF.

a) Proyección de la red de PCF a medir

Para la realización de los trabajos de proyección de la red puntos a medir será necesario ubicar todos los puntos (identificados con un número consecutivo) en la imagen impresa de forma que se garantice la densidad de puntos por kilómetro cuadrado y cumpliendo la condición de que cada uno de los puntos sean foto identificables, como se ilustra en la figura 2.3.

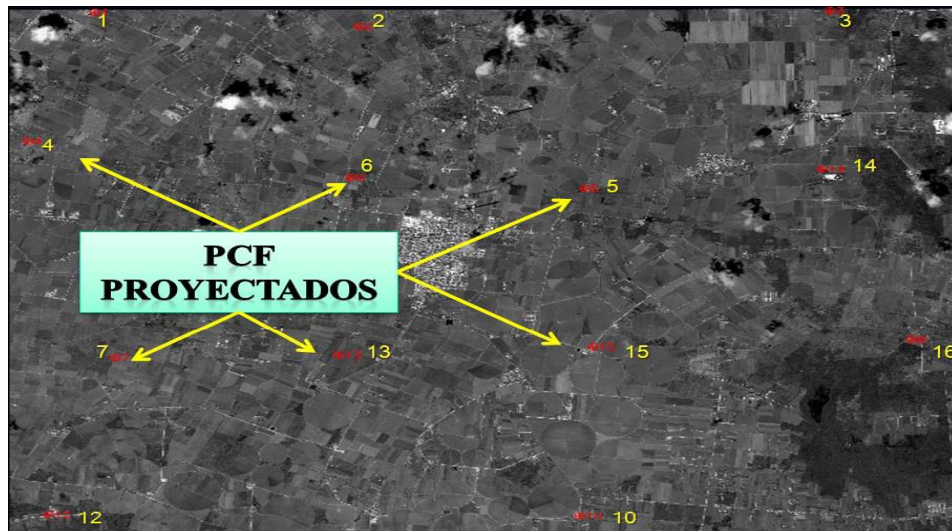


Figura 2.3. Proyección de los PCF sobre la imagen

Además, se realizará una microlocalización de cada punto sobre la propia imagen para lo cual se obtendrá una ampliación (en la imagen) del área exacta donde se proyecta ubicar el PCF y se elaborará un documento impreso, denominado “Croquis de PCF”, con la imagen del punto a una escala conveniente que permita identificar exactamente el elemento del terreno que se va a medir y el número de identificación correspondiente, (figura 2.4).

El croquis de PCF contiene, además, las coordenadas de cada punto tomadas de una base cartográfica (puede ser del mapa a escala 1:25000) y se utiliza para la realización del trabajo de identificación de cada PCF en el terreno durante el proceso de medición de las coordenadas así como para precisar cualquier cambio o modificación que sea necesario realizar en la ubicación del punto a medir.



Figura 2.4. Croquis de PCF

b) Medición de las coordenadas de los PCF

La determinación de las coordenadas y alturas de los puntos de control foto se realizará con GPS empleando el método estático relativo, con los parámetros siguientes:

- Duración de la observación: 10 minutos.
- Ángulo máscara: 15°. Velocidad de muestreo: 1 s.
- Medición de la altura al inicio y fin de las mediciones.
- Empleo de antenas externas L1.
- Altura de las antenas: altura fija 2 metros.

La medición se realiza ubicando el equipo en cada punto a medir (PCF) y teniendo en cuenta los parámetros descritos anteriormente.

c) Elaboración del listado de coordenadas y croquis de los PCF.

Al finalizar el proceso de medición de los PCF, se obtendrá un listado de las coordenadas de cada uno de ellos, como se muestra en la tabla 2.1, que servirá de base para la ortorrectificación de las imágenes.

Tabla 2.1. Listado de coordenadas de los PCF

Orthorectification Ground Control Points List						
File Options						
	Map X	Map Y	Elev	Image X	Image Y	Predict X
#1+	654264.6768	160183.7593	86.6008	4468.3300	587.0000	4484.3613
#2+	656584.7805	160264.7537	74.8660	9115.6700	481.3300	9130.5048
#3+	653315.3906	159711.8081	103.0075	2540.0000	1543.0000	2572.8710
#4+	652585.4188	159283.1087	89.3281	1070.0000	2370.0000	1101.3120
#5+	652240.4400	158048.6616	65.9827	385.5000	4813.5000	381.0174
#6+	652635.8421	156648.7523	52.4018	1152.5000	7624.0000	1139.0895
#7+	652494.5156	155664.9959	54.5767	844.5000	9583.5000	832.4930
#8+	653492.0259	157335.2238	47.8643	2878.3300	6284.0000	2869.8270
#9+	653375.7041	158678.8908	78.1943	2656.5000	3576.5000	2668.9718
#10+	654115.5846	158418.8230	67.3366	4152.5000	4123.5000	4144.0438
#11+	654446.8578	156522.9901	41.2126	4773.5000	7912.5000	4762.3968
#12+	653752.0461	155659.8899	43.7033	3367.5000	9625.5000	3350.5965
#13+	655273.4456	159516.4434	73.5888	6475.6700	1949.3300	6487.9590
#14+	656429.8494	158916.5097	50.4627	8795.6700	3170.0000	8788.9198
#15+	655357.9412	158528.3702	75.4264	6622.0000	3923.0000	6633.8747
#16+	656284.9660	157931.7983	67.4144	8468.4000	5136.8000	8475.8710
#17+	655251.2077	157350.3330	38.8633	6406.2000	6284.2000	6392.4708
#18+	656738.9134	156686.1469	33.7066	9366.3300	7650.0000	9355.7369
#19+	655985.5906	155820.4245	32.9448	7841.6700	9357.6700	7827.0643
#20+	655066.2260	155695.3568	45.5081	6002.5000	9581.0000	5983.0994
#21+	657917.0021	159793.7917	60.3545	11771.0000	1470.5000	11786.3862
#22+	659445.4281	159666.6545	37.8789	14842.5000	1746.0000	14843.1063
#23+	659530.6366	158734.5568	23.1702	14995.6700	3611.0000	14992.4266
#24+	658505.2231	158751.7900	39.7343	12943.3300	3555.0000	12939.9527
#25+	657570.0684	158525.8186	37.7180	11066.6700	3984.3300	11062.5551
#26+	657362.1603	157591.2577	48.3870	10623.0000	5847.0000	10624.6625
#27+	658898.5786	157535.5987	28.6406	13710.3300	5990.3300	13699.5846
#28+	659625.6525	156865.4307	24.4269	15145.0000	7352.0000	15140.0600
#29+	658679.0725	156708.6417	28.8034	13248.5000	7643.0000	13241.1145
#30+	658476.0545	155886.8389	26.2580	12828.3300	9283.6700	12815.7181
#31+	657877.7787	157114.7583	45.7128	11644.6700	6815.3300	11646.0280
#32+	657564.7717	155941.4145	29.3938	11004.6700	9152.0000	10992.1570
#33+	660618.5337	159681.6085	37.3820	17187.0000	1743.3300	17191.8061
#34+	660726.1706	158784.7259	31.1410	17390.0000	3536.0000	17387.0101
#35+	660940.2287	157852.8261	18.9281	17805.0000	5407.6700	17794.5266
#36+	661079.6128	157041.8779	17.0032	18066.6700	7031.0000	18055.3174
#37+	660032.7432	156168.8964	26.4680	15948.0000	8751.0000	15939.3603
#38+	659913.1310	157935.3416	23.5505	15735.0000	5212.0000	15740.0067
#39+	657299.9579	155244.3436	36.9978	10458.3300	10538.3300	10445.7163
#40+	661603.5534	159355.0098	29.8625	19155.0000	2420.6700	19156.3176

No obstante, para la realización de este proceso se puede consultar la MET30-08:2008 “Metodología para el empleo del sistema GPS SR20 en la actualización topográfica del mapa a escala 1:10 000”.

2.10. Ortorrectificación

La ortorrectificación digital es el proceso automático de corrección geométrica de aquellos elementos que provocan imprecisiones en las imágenes, como: la topografía, la geometría de la cámara y los errores relacionados con el sensor. La imagen resultante de este proceso es una imagen planimétricamente verdadera, semejante a un mapa, por lo que su exactitud posicional es precisa, además la escala en toda la imagen es uniforme. Para llevar a cabo la ortorrectificación es necesario contar con: las imágenes satelitales, un modelo digital del terreno, los ficheros de

coeficientes y los fotocroquis con sus correspondientes coordenadas plano altimétricas. Este proceso se realizará mediante el software ENVI que permite llevar a cabo la ortorrectificación tanto de fotos aéreas como de imágenes satelitales para lo cual es necesario, en el caso de las fotos aéreas, contar con los datos de la cámara aérea con que se obtuvieron las imágenes, así como los valores de las marcas fiduciaras de las fotos, y en caso de las imágenes satelitales los datos principales que provienen del sensor y se obtienen al comprar las imágenes.

Para la renovación catastral se propone ortorrectificar mediante puntos de control y los pasos generales para llevarlo a cabo se exponen a continuación:

1. En el menú principal de ENVI ir a Map y seleccionar el proceso ortorrectificación.
2. Inmediatamente aparecen las opciones donde se permite construir los modelos de orientación interior y exterior de las fotos aéreas y las imágenes que se pueden ortorrectificar.
3. Seleccionar los parámetros de la proyección que se van a utilizar para ortorrectificar la imagen.
4. En el diálogo (Orto: **Build Exterior Orientation**) se debe poner los puntos de control con coordenadas X, Y, Z.
5. Ororrectificar la imagen

Ororrectificar con puntos de control permite mejorar la precisión de la empleando los coeficientes polinomiales de rectificación rápida (RPC). Estos puntos de control deben tener asociada la información de la altura y las coordenadas referidas al geoide obtenidas durante el proceso de control foto además son usados para ajustar la geometría de la imagen y obtener una correcta transformación de la misma, disminuyendo considerablemente los errores sistemáticos presentes en la imagen. Esta transformación resulta sumamente importante utilizarla siempre que se desee que la imagen sea consistente con la cartografía existente.

Es importante tener en cuenta que el proceso de ortorrectificación se realiza con el apoyo de puntos de control (en este caso los PCF) por lo que durante la selección de estos puntos, hay que comprobar la precisión de su

ubicación revisando en la lista de puntos el error medio cuadrático (EMC) con que cada uno de ellos ha quedado. Para la escala del mapa 1:10 000 el EMC permisible es de 0.5 mm a la escala del mapa o sea cinco metros en el terreno.

Si todos los puntos mantienen un error que está dentro del permisible y el EMC total se encuentra por debajo del EMC permisible para la escala con que se está trabajando la imagen a ortorrectificar entonces se ha concluido el proceso de ortorrectificación. El resultado final de la ortorrectificación es una ortoimagen que se puede montar el mapa catastral digital y llevar a cabo la actualización de gran parte del territorio en gabinete.

2.11. Preparación y selección de la cartografía catastral a actualizar, integrada a sistema (SISCAT-3)

Se confeccionará un esquema general del proyecto (cartograma), en el que se representarán las nomenclaturas de los mapas catastrales que intervienen y las unidades técnicas funcionales en los que se subdivide (límites de provincia, municipio y zona catastral) así como la identificación de los trabajos anteriormente realizados. Para la actualización del catastro es necesario que la cartografía catastral se encuentre en formato digital (Mapa Base de Datos Catastrales) e Implementada en el Sistema Informativo del Catastro Nacional (SISCAT-3) tal y como se establece en la cual debe estar instalada en el PC Tablet para la implementación de este procedimiento.

2.12. Superposición de imágenes

Como resultado del proceso de ortorrectificación se genera una imagen que puede tener extensión TIFF o Geotiff. En ambos casos, la imagen va acompañada de un fichero (TFW para la imagen TIFF) que contienen los datos necesarios para que la misma esté georreferenciada siempre que se levante con algunos de los SIG u otro programa de estas características. Teniendo en cuenta lo anterior, para cargar la imagen en el sistema informativo del Catastro (SISCAT-3) es necesario que ambos ficheros para

cada imagen se encuentren almacenados en la misma carpeta como se ilustra en la figura 2.5.

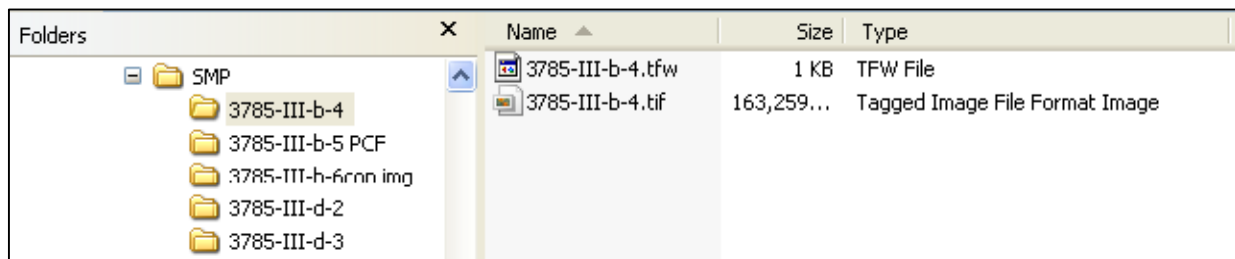


Figura 2.5. Imagen TIF con su correspondiente fichero TFW.

2.13. Rectificación de la geometría de las parcelas

En este proceso el operador es capaz a partir de un análisis visual alcanzar determinado grado primario de interpretación, aprovechando los criterios visuales y los patrones espaciales para lograr una exitosa clasificación.

Con las imágenes superpuestas comenzamos a actualizar y rectificar cada una de las parcelas en el caso que sea necesario. En este caso, los límites de las parcelas que coincidan con la imagen satelital se mantienen y en los límites en los cuales se observa desplazamiento con respecto a la imagen, entonces se mueven los vértices hasta hacer coincidir toda el área de las parcelas del mapa digital con las parcelas de la imagen satelital, de la misma forma se realiza el proceso para todas las parcelas del municipio.

De igual forma se realiza este proceso para cada una de las capas de carácter gráfico que contiene el mapa catastral. Durante la rectificación de la geometría es importante tener en cuenta el uso de cada parcela, de esta forma es posible lograr mayor confiabilidad en el trabajo realizado. Por ejemplo, si se observa una superficie acuosa en la imagen, debemos visualizar el uso de la tierra de esa parcela registrado en el mapa y de esta forma auxiliarnos a la hora de rectificar el límite, lo mismo puede suceder para áreas boscosas, áreas de frutales etc.

En la figura 2.6 se muestra un ejemplo de cómo mantener visible el uso de la parcela (Laguna) mientras visualmente podemos identificar que se corresponde a ese tipo de uso.

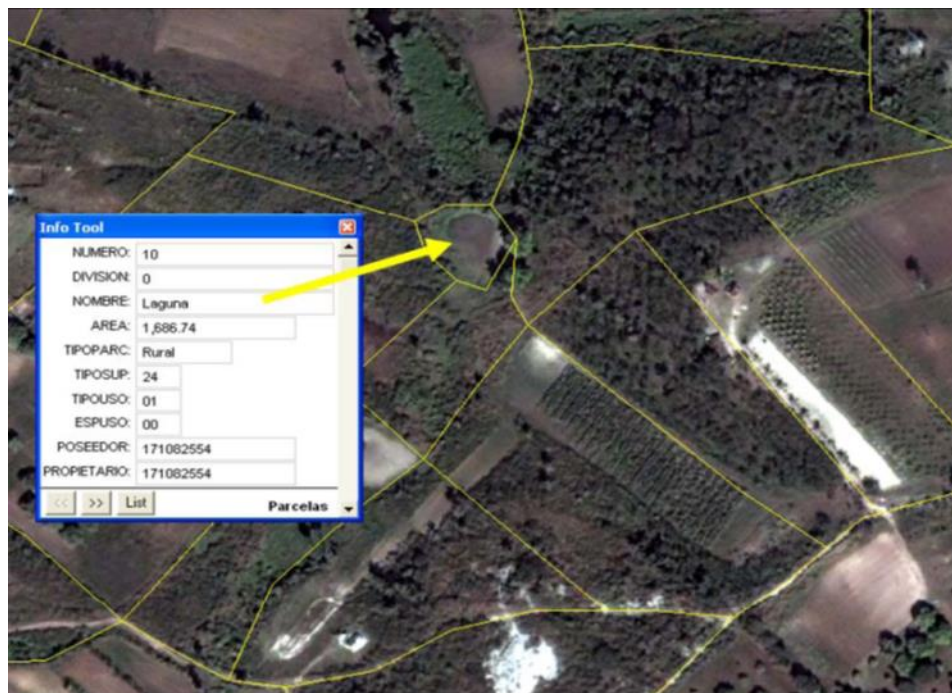


Figura 2.6. Identificación del uso de la parcela de forma visual y a través de la base de datos.

Sin embargo, la imagen satelital brinda un alto por ciento de la información de los límites de cada una de las parcelas en el área a actualizar, sin embargo, es necesario identificar aquellas zonas donde, por diferentes motivos, no fue posible la rectificación visual y realizar el trabajo directamente en el campo. Estos casos pueden ser lugares de difícil descifrado, zonas de nubosidad, cambios en el área efectuados luego de la toma de la imagen satelital, etc. Los trabajos de actualización de campo se realizan para solucionar los cambios en el terreno.

2.14. Actualización y medición en campo de los cambios con el empleo de la PC Tablet Algiz 7®

Este proceso se realiza para la clasificación y representación de los elementos del terreno en el mapa digital y auxiliándonos de las imágenes georreferenciadas. El empleo de la PC Tablet es una herramienta que va permitir la representación de los elementos nuevos y otras informaciones en el mismo campo y teniendo en cuenta todas las bondades de la misma podemos realizar hasta replanteo de las fincas. Para la ejecución de este

proceso el especialista de catastro, junto a la persona indicada por el yacimiento que se investiga, formará un equipo de trabajo aprovechando el conocimiento del trabajo realizado por el especialista y el conocimiento de la zona por el poseedor.

También se investigarán los datos de carácter alfanumérico tales como el nombre oficial, número de carnet de identidad, dirección, especificación del uso y otros datos de los poseedores en el modelo indicado, los cuales completan la información catastral. Dentro de los trabajos de campo se encontró:

- Investigación de la tenencia.
- Investigación del uso del suelo.
- Verificación de parcelas.

El trabajo de campo es de obligatorio cumplimiento, es donde se clasifican todos los elementos nuevos que no aparecieron durante la toma de la imagen satelital y se replantean, como dije anteriormente, en el momento del deslinde en el terreno, además se actualizan las informaciones alfanuméricas de los nuevos poseedores, sus fincas, y se comprueba que el uso sea el correcto.

2.15. Actualización de la información recogida en campo

Todo el proceso de corrección de la cartografía e incorporación de datos de carácter alfanumérico se realizará a través de las herramientas del sistema informativo instalado en la PC Tablet (figura 2.7). En el caso de los datos alfanuméricos, el sistema (SISCAT3) cuenta con diferentes cajas de diálogos para este proceso, las cuales pueden ser utilizadas directamente en el área de trabajo auxiliándose de la PC Tablet (figura 2.8 y 2.9).

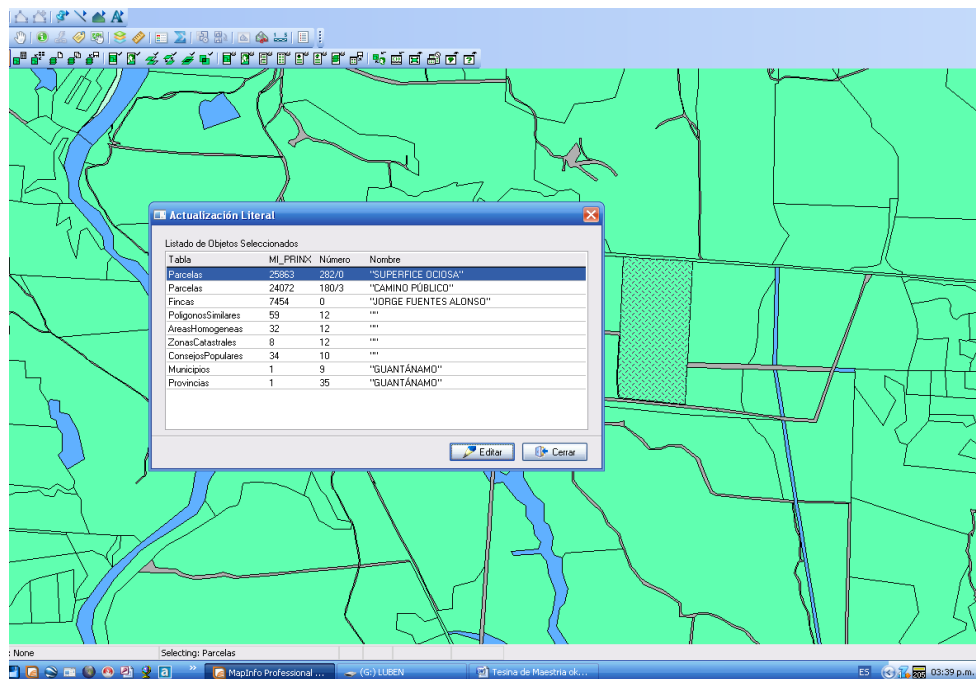


Figura 2.7. Selección de la temática a actualizar (datos alfanuméricos).

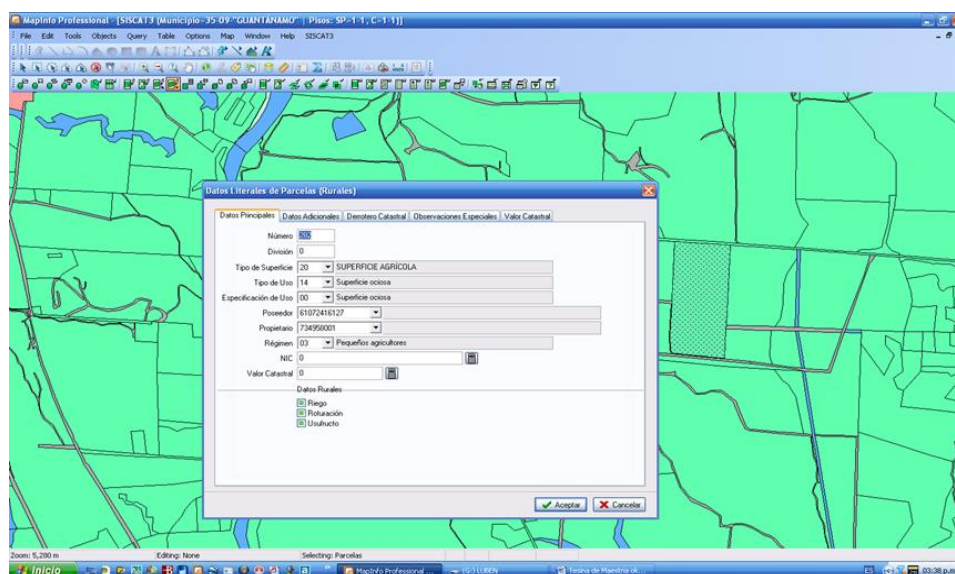


Figura 2.8. Actualización de los datos alfanuméricos de las parcelas.

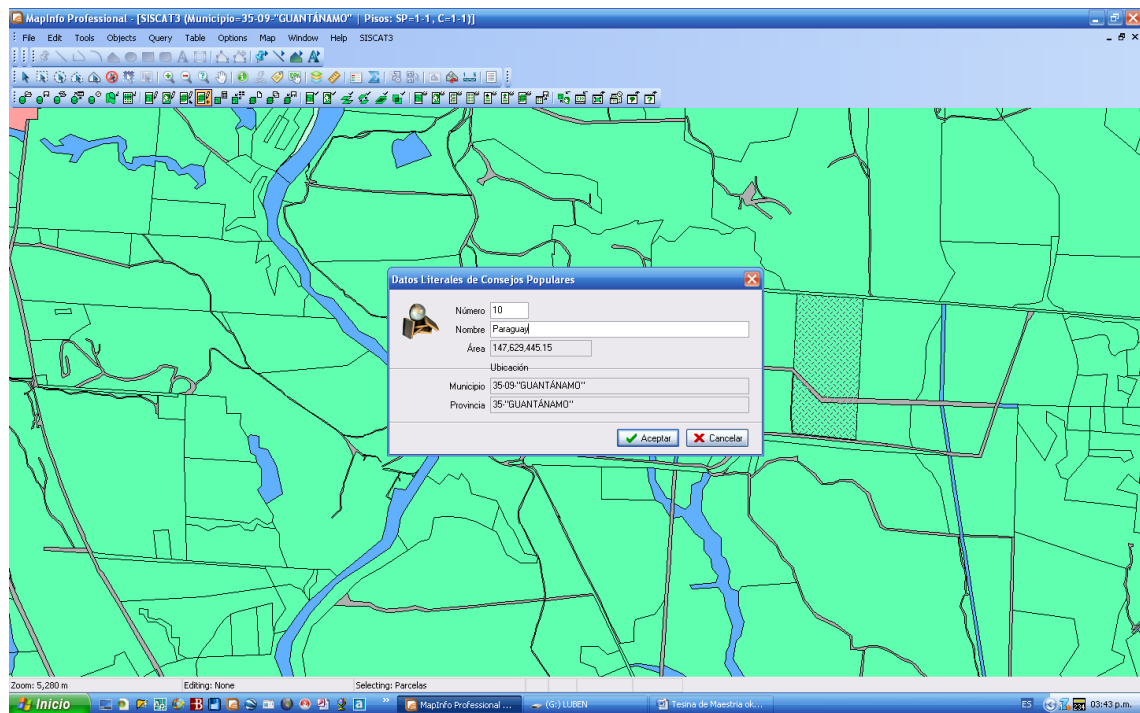


Figura 2.9. Actualización de los datos Alfanuméricos por canteras.

En resumen, la actualización del catastro minero mediante el empleo de imágenes satelitales y la PC Tablet aporta precisión y confiabilidad a la información catastral de forma que ésta pueda ser empleada de forma eficiente en la gestión territorial.

CAPÍTULO III. IMPLEMENTACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ACTUALIZACIÓN CATASTRAL A PARTIR DEL EMPLEO DE IMÁGENES SATELITALES Y LA TECNOLOGÍA DE PC TABLET

El presente capítulo tiene como objetivo exponer los resultados obtenidos de forma experimental en función de validar el procedimiento elaborado. Se utiliza como caso de estudio la cantera de préstamo de la fábrica Comandante Ernesto Che Guevara.

3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Moa, en la parte más nororiental de la provincia de Holguín (figura 3.1), forma parte del grupo orográfico Sagua Baracoa, lo cual hace que el relieve sea predominantemente montañoso, principalmente hacia el sur. En el norte el relieve se hace más suave, disminuyendo gradualmente en la costa.

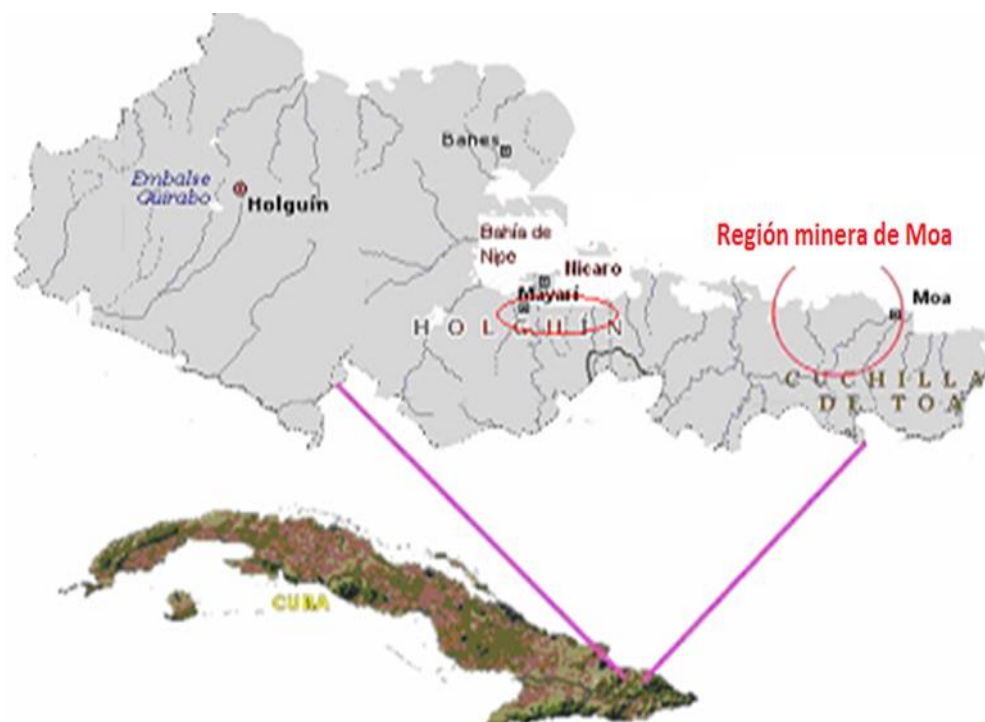


Figura 3.1. Ubicación Geográfica del Área de estudio

La cantera de préstamo para la construcción del dique de la presa de colas de la fábrica Comandante Ernesto Che Guevara se encuentra en el yacimiento Punta Gorda el cual se encuentra situado al noreste del municipio de Moa en la provincia de Holguín. Ubicándose dentro de los límites del macizo montañoso

de Moa-Baracoa. El área está limitada por las coordenadas del Sistema Lambert siguientes:

$$X = 699\ 800 - 704\ 100$$

$$Y = 218\ 600 - 221\ 900$$

Y las coordenadas geográficas que a continuación se exponen

$$Y = 20^{\circ} 38',2$$

$$X = 74^{\circ} 52',8$$

Presentando además los siguientes límites naturales.

Al norte por las aguas del Océano Atlántico, al sur la línea convencional que lo separa del yacimiento Yagrumaje Oeste, al Oeste el yacimiento Moa Oriental, al Este las elevaciones que constituyen la línea divisoria de las aguas del Río Yagrumaje.

3.2. Selección y adquisición de las imágenes satelitales

Para la actualización del catastro minero en el municipio de Moa se empleó la imagen *QvikBirdla*, la cual fue obtenida por el complejo espacial denominado "*Ресурс-ДК*" ("Recurso-DK"), catalogado por los especialistas rusos como un medio eficaz para la obtención de imágenes multiespectrales de elevado detalle (muy alta resolución espacial) de la superficie terrestre, con excelentes propiedades métricas, cubre un área de 208 km² y constituye un 85% del área del municipio. En ella se proyectaron 10 puntos de control foto como se muestra en la figura.3.2 cubriendo la generalidad de la misma, para determinar las coordenadas con el GPS SR-20 y más tarde georreferenciarla mediante el software para el procesamiento de imágenes ENVI.

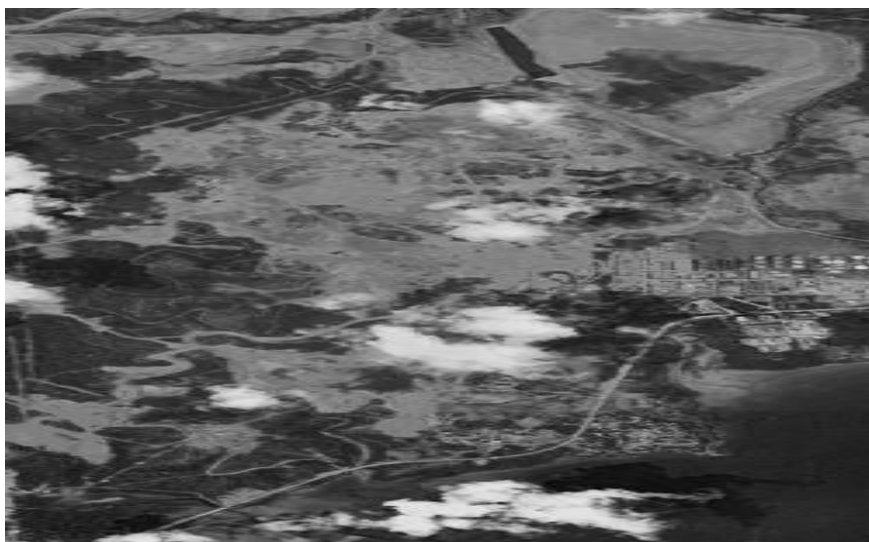


Figura. 3.2 Imagen QvikBird monocromática seleccionada.

La imagen utilizada no se encontraba georreferenciada con la proyección cartográfica del país y el Datum geodésico, hubo que realizar un procesamiento con el programa ENVI y la información que se envió adjunta a la imagen para lograr que esta última pudiera georreferenciarse en la proyección cónica conforme de Lambert Cuba Sur y Datum NAD 27, de la forma más exacta posible y con el fin de utilizarla en los trabajos de actualización del catastro minero.

3.3. Control Foto

Para la realización de los trabajos se empleó una ortoimagen impresa en plotter a partir de la imagen DK-1 con un total de 10 puntos de control foto, identificados previamente, durante los trabajos de mediciones en campo se empleó el GPS Monofrecuencia (L1) Leica SR-20, con el paquete de programas Leica Geo Office (LGO) v4.0, con el orden siguiente (figura 3.3):

- Selección de la base geodésica de apoyo.
- Reconocimiento de la base geodésica.
- Creación de la base geodésica de apoyo.
- Determinación de las coordenadas de los puntos de control foto.

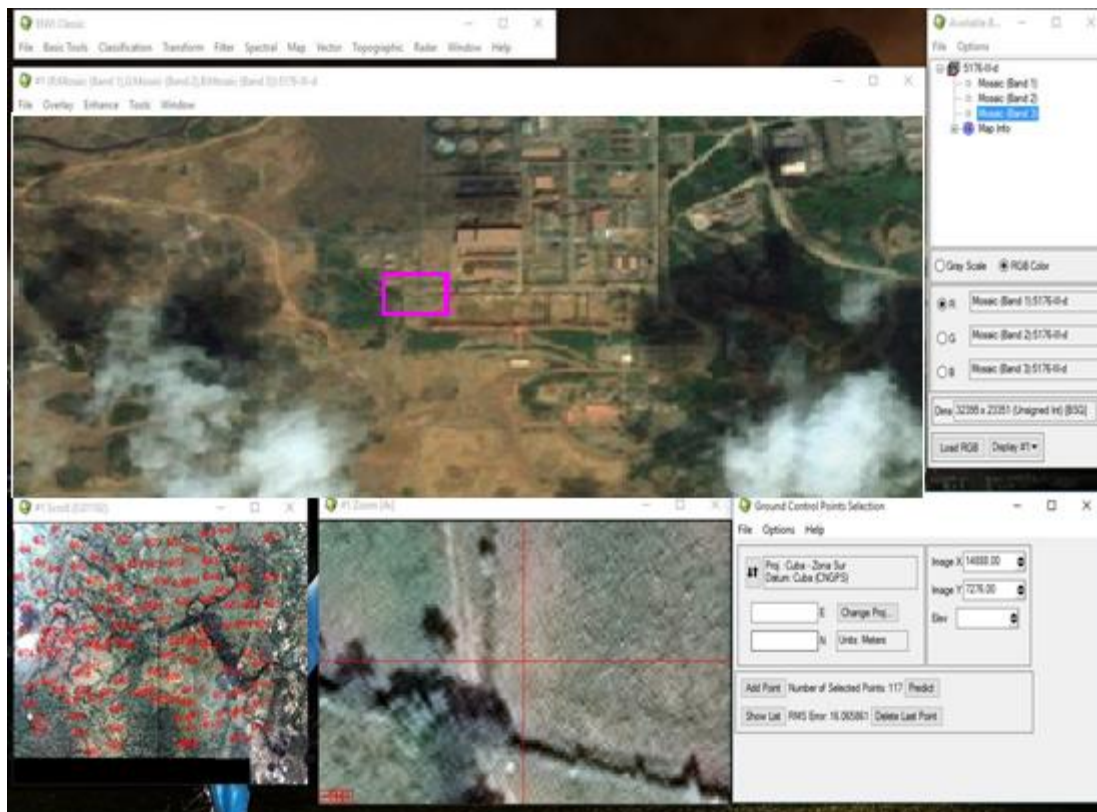


Figura. 3.3 Esquema de distribución de los puntos de control foto.

- **Selección de la base geodésica de apoyo**

La elección de las estaciones que conformaron la base geodésica de apoyo para el control foto, permitieron disponer de puntos con coordenadas fuertes para el posicionamiento GPS.

Se seleccionó el punto de la RGN Granal el cual posee coordenadas planas de terminado cuando la campaña de los aeropuertos X 697 668.770 Y 220 0386.310

- **Reconocimiento de la base geodésica.**

Esta estación fue verificada durante el reconocimiento de la base geodésica y cumplió con los requisitos planteados en el punto anterior.

- **Creación de la base geodésica de apoyo.**

Para la determinación de las coordenadas y alturas de los puntos de control foto se empleó el método estático relativo, con los parámetros siguientes:

- Duración de la observación: 20-30 minutos.
- Ángulo máscara: 15°.
- Velocidad de muestreo: 1s.

- Medición de la altura al inicio y fin de las mediciones.
- Empleo de antenas externas L1.

Para disponer de coordenadas precisas se determinaron a partir del punto CM-1 situado en el centro del proyecto el cual se utilizó como referencia y así se logró una distribución homogénea en el área de trabajo determinando el punto desde la estación Granal durante un tiempo total de 4.12 horas de ocupación y 15120 mediciones obteniendo una precisión de $\pm 0,0007$ m. (Tabla 3.1)

Tabla 3.1 Puntos de control para la realización del proyecto.

No.	Nombre	X (m)	Y (m)	Elevación (Z)
1	PCF-1	703029.4680	220562.2089	50.32
2	PCF-2	702914.7413	220487.5451	43.99
3	PCF-3	703099.1001	220320.0902	62.98
4	PCF-4	702952.7569	220222.6930	20.16
5	PCF-5	702783.9729	220223.4688	12.12
6	PCF-6	702743.9558	220275.0399	15.22
7	PCF-7	702834.4060	220372.3891	33.34
8	PCF-8	703062.0209	220601.6142	44.26
9	PCF-9	702870.7288	220589.4077	53.28
10	PCF-10	703062.0209	220601.6142	13.28

3.4. Ortorrectificación de imágenes

Ortoimagen: es un producto cartográfico obtenido mediante la rectificación diferencial de imágenes satelitales por técnicas digitales que posibilita su almacenamiento, distribución, tratamiento y aplicación mediante el uso de computadoras. Se produce una transformación de la imagen original en la que quedan eliminadas las deformaciones producidas por el sensor durante la toma y el efecto del relieve sobre la posición de los puntos en el terreno.

Para implementar el proceso se cuenta con un programa de tratamiento digital de imágenes que permite cumplimentar las diferentes tareas para lograr mejorar la precisión geométrica de las imágenes, el programa ENVI (*Environment for Visualizing Images* *Entorno* para visualización de imágenes) a partir de su versión 4.1, que es la que contiene los algoritmos de transformación tridimensional de las imágenes satelitales.

Se definió la proyección de la imagen a trabajar, porque una incorrecta definición de esto puede provocar distorsiones en el posicionamiento geográfico de las imágenes después de aplicada cualquier transformación.

En el programa ENVI se realiza a través del menú MAP-**CustomizeMapProjection**. A continuación en la figura 3.4 aparece la siguiente ventana donde se configuran los parámetros según la proyección: Cuba Sur.

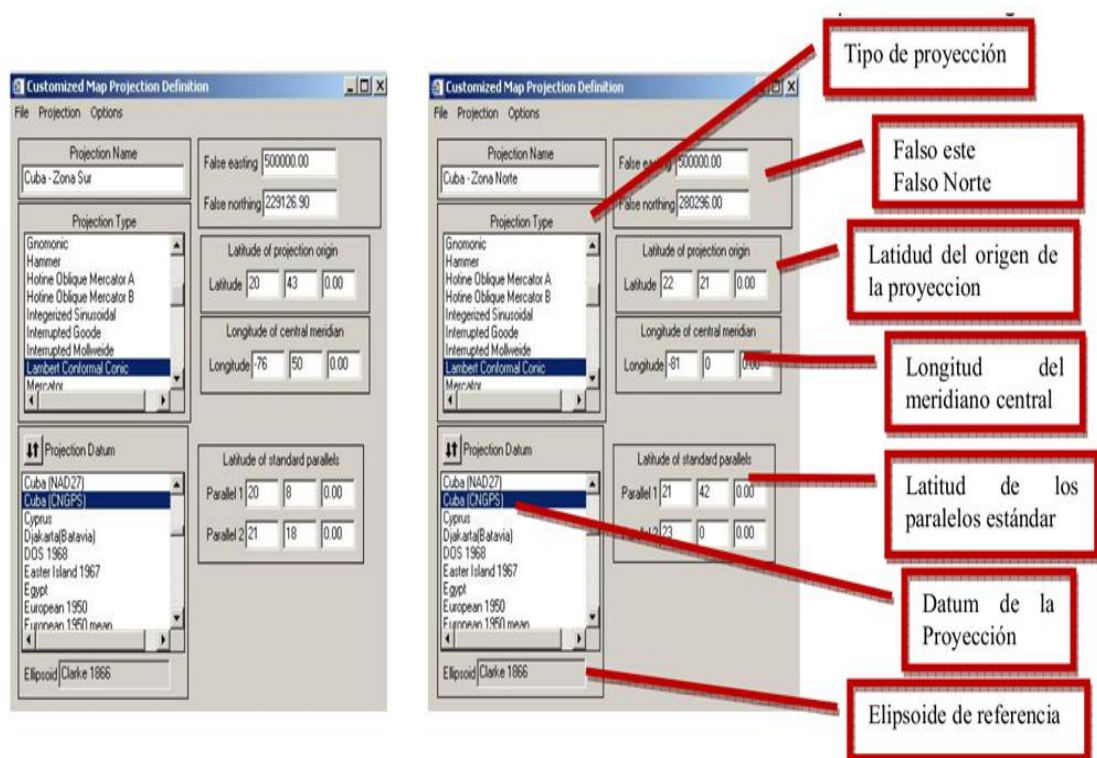


Figura 3.4 Ventanas de ajustes de parámetro de proyección

Seguidamente se determina la posición de los puntos de control determinados con anterioridad (figura 3.2) de este capítulo. Reproyectamos la imagen satelital y la exportamos a un formato georreferenciado. Como se explica a continuación.

Se abre la imagen a través de la opción **Open imagen File**, se cargan las bandas de la imagen que se encuentra disponible y seguidamente se accede al menú **Map Convertmap Projection**(figura 3.5).

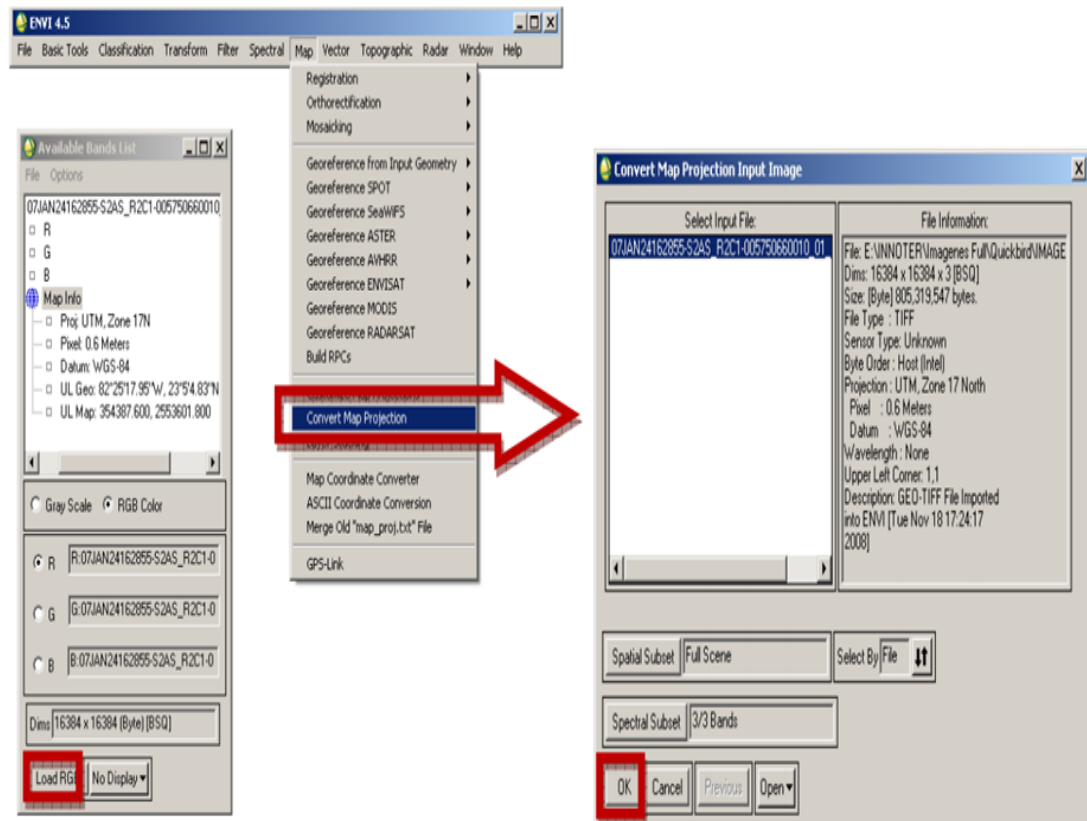


Figura 3.5 Menú para cambiar la proyección

Seguidamente aparece la ventana de configuración de los parámetros para la conversión (figura 3.6).

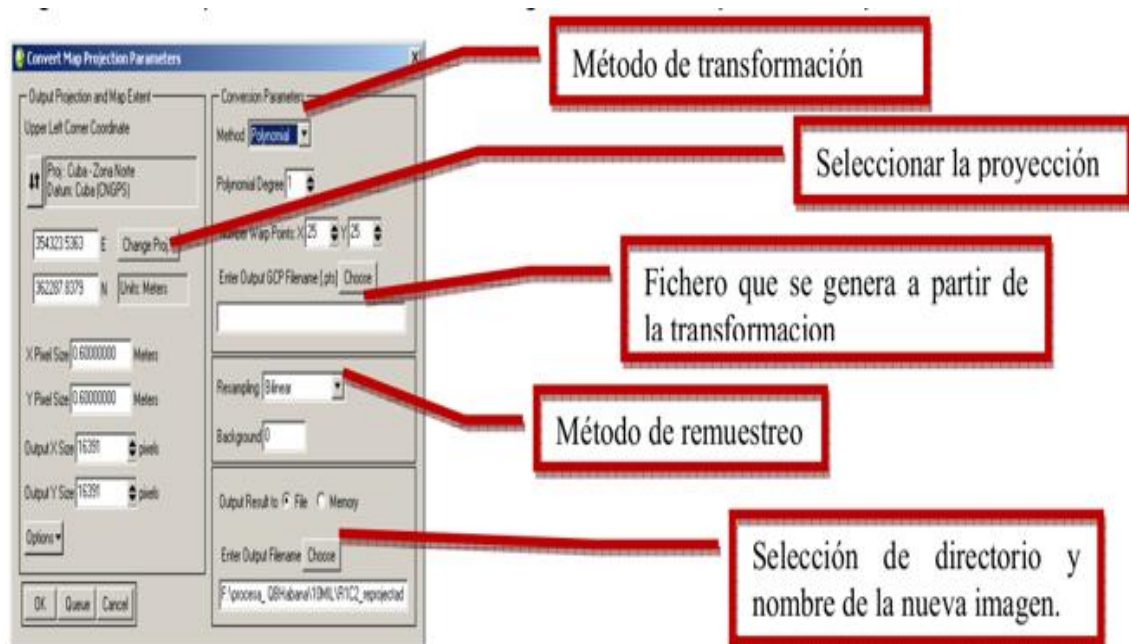


Figura 3.6 Parámetros de conversión de la proyección

Finalmente se obtiene la imagen en la proyección deseada y se exporta en formato georreferenciado a través del menú **File Saveimageas_Image file** (figura 3.7).

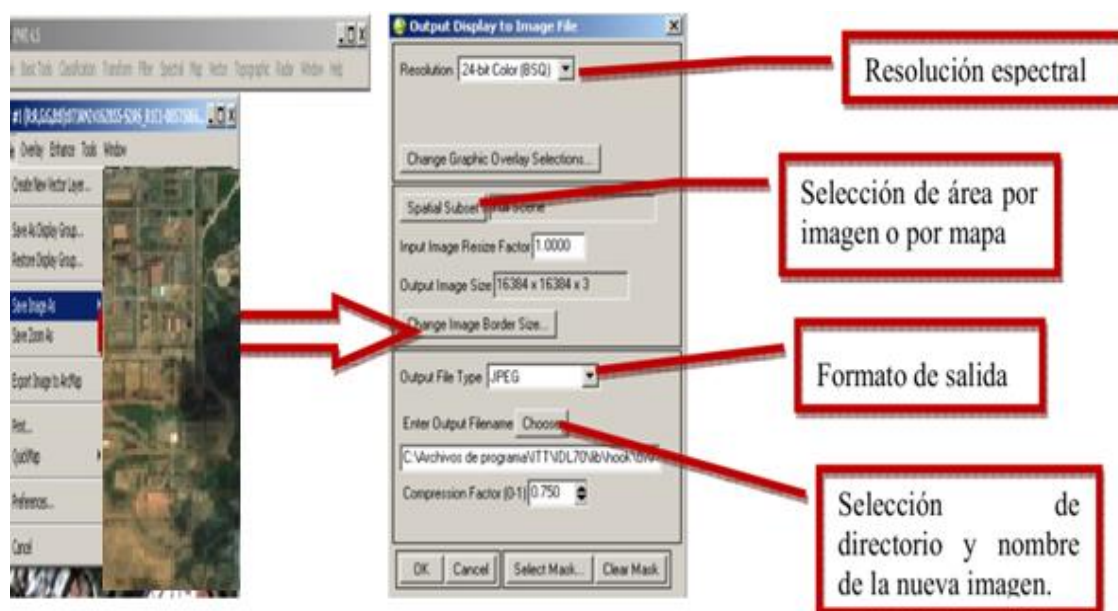


Figura 3.7. Menú de exportación de imagen

Los ficheros se visualizan en el explorador de la siguiente manera, por lo que al trasladar la imagen es necesario copiar ambos ficheros como se ilustra en la figura 3.8

	R1C1a.jgw	1 KB	Archivo JGW
	R1C1a.jpg	45 856 KB	Imagen JPEG

Figura 3.8 Ficheros de la imagen obtenida

Finalmente exportamos la imagen resultante al software AutoCAD, como se expone a continuación (ver figura 3.9).

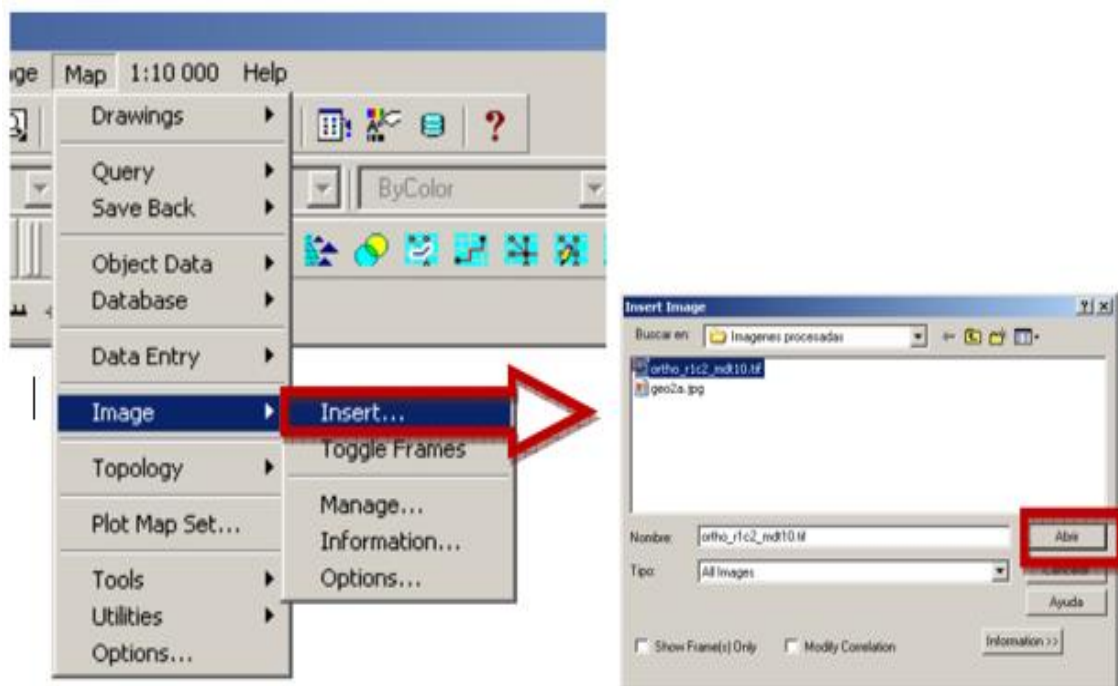


Figura 3.9 Inserción de la imagen en el AutoCAD

Se utilizaron 10 puntos para el control foto y 8 puntos de control, la misma se georreferencia con 6 puntos de control foto y los 4 restantes se utilizaron como puntos de control, la verificación del error medio cuadrático está dentro del permisible a la escala 1:10.000, error medio cuadrático de ($EMC=2.52$ m) (figura 3.10).

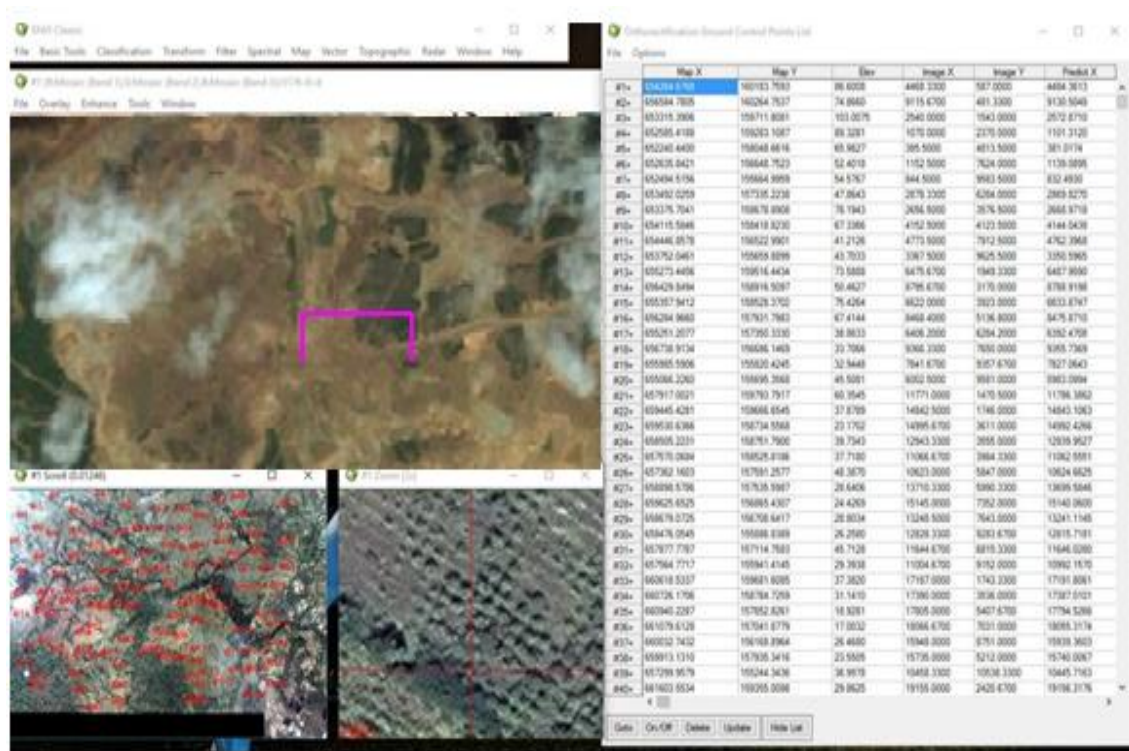


Figura.3.10 Ortorrectificación de la imagen.

3.5 Corrección de la geometría de las parcelas

En este proceso se realizó la corrección de todos los lados y vértices de la cantera que se encontraron desplazados (figura 3.11), o sea se llevaron al lugar exacto según la imagen satelital ya georreferenciada como se ilustra en la figura 3.12, además se vectorizaron todos los elementos nuevos que aparecieron durante el proceso de actualización y constituyeron nuevos límites de parcelas como:

- Concepción minera
- Áreas reforestadas
- Caminos mineros, etc.



Figura. 3.11 Corrección de la geometría de las parcelas.

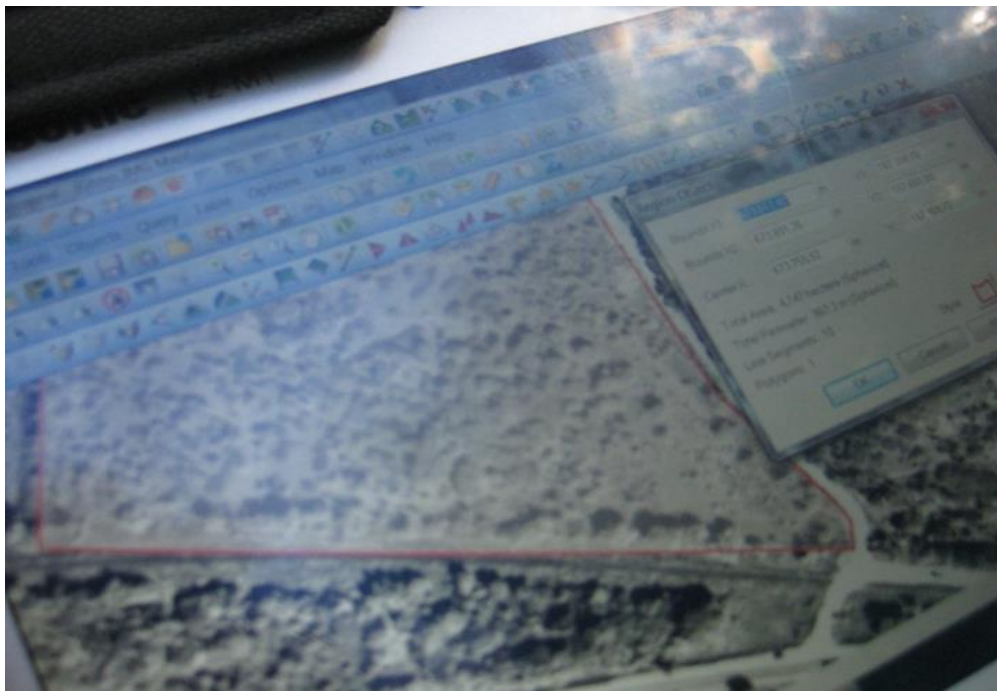


Fig.3.12 Corrección de la geometría de las parcelas directamente en la PC Tablet

3.6 Actualización catastral en el terreno

Después de la corrección de la geometría de las parcelas se realiza la investigación catastral de forma integral en toda el área de trabajo, para comprobar los elementos descifrados en gabinete y los cambios ocurridos en las informaciones de las parcelas registradas.

La actualización catastral se realizó con el apoyo de las imágenes satelitales y la PC Tablet (figura 3.13), y los cambios ocurridos en las informaciones de las parcelas se registraron en la base de datos del Sistema Informativo del Catastro (SISCAT- 3) directamente en el campo.

Esta investigación se realiza con el fin de obtener las siguientes informaciones:

- Posesión
- Tenencia.
- Entidad jurídica.
- Materia prima.
- Configuración de las concepciones mineras
- Área (ha)
- Perímetro
- Coordenadas de los vértices

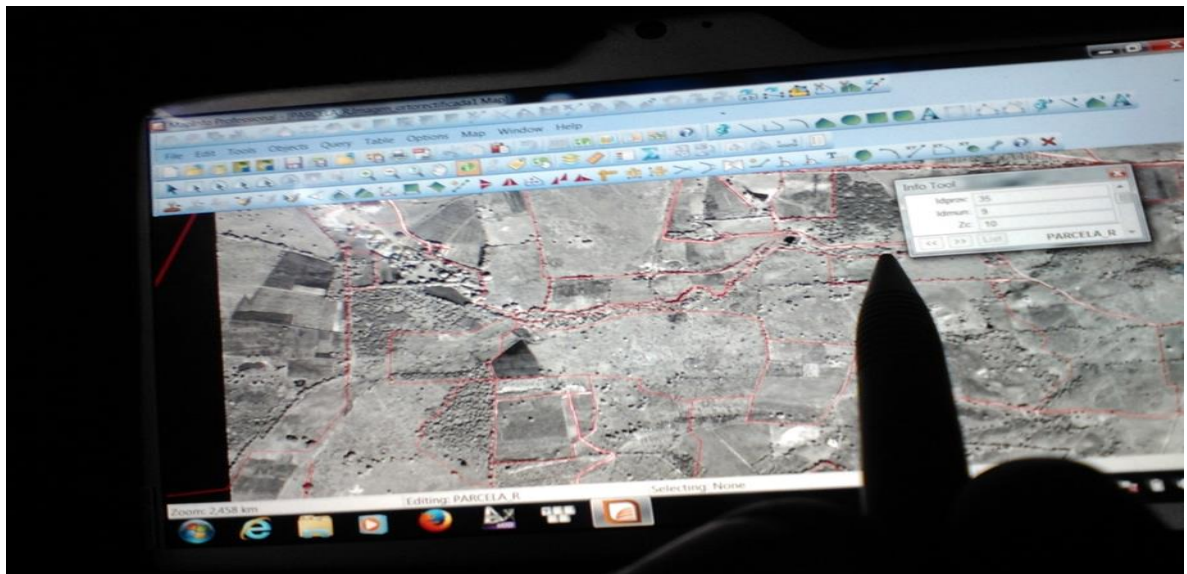


Figura. 3.13. Actualización de las parcelas con ayuda de la Tablet PC y las imágenes satelitales.

En la zona catastral escogida la cartografía digital se superpuso sobre el orto imagen, obtenido a través de la ortorrectificación de la imagen por el método de puntos de control, corrigiendo así los errores producto al relieve y a los movimientos del sensor.

3.7. Ventajas de la actualización catastral con el empleo de la PC Tablet

1. Se obtiene la precisión adecuada en el mapa catastral y se logra mayor eficiencia a partir de las informaciones obtenidas en el terreno.
2. Imágenes satelitales de alta resolución abarcan más territorio permitiendo el descifrado con mayor rapidez posibilitando las mediciones en lugares de difícil acceso y simplificando los levantamientos directos en campo.
3. Permite la integración de los trabajos de actualización catastral en el terreno con la información alfanumérica existente en la base de datos.
4. Permite disminuir el tiempo de trabajo, automatización en los procesos relacionados con la cartografía digital, la teledetección y actualización catastral.

CONCLUSIONES

1. Se elaboró un procedimiento que permite realizar la actualización del catastro minero con la implementación de nuevas tecnologías.
2. El procedimiento aporta precisión y confiabilidad a la información del catastro minero de forma tal que esta puede ser empleada en la gestión territorial contribuyendo a elevar la calidad de los planes de ordenamiento territorial.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el procedimiento para la actualización catastral en aquellos territorios que cuentan con la cartografía digital.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Alcázar Molina, Geomántica catastral. Biblio 3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales, Universidad de Barcelona, Vol.XII, nº 709, sp ,5 de marzo de 2007. [ISSN 1138-9796].
- 2) Alfonso, D., et al. "El Catastro en Argentina en los últimos 50 años y una visión del Catastro en Brasil", International *Federation of Surveyor, Foundation Grant*, 2004.
- 3) Análisis Geográficos – Revista Del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – Gestión Catastral, Número Especial Estadísticas Catastrales 2000 – 2007.
- 4) Acuerdo No. 4799 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, para el ordenamiento y control de todo el patrimonio inmobiliario del país.
- 5) Belete Fuentes, 2008. Topografía General. Libro inédito. 418p.
- 6) Chaveco Vega 2015. Evento Agrimensura Artículo Precisiones alcanzadas en levantamiento aéreo con VANT en zonas urbanas y mineras, procesados en photomod Empresa Cartografía y Soluciones Geománticas (GeoSí).
- 7) Duran Boo, Ignacio. Revista Catastro 2010: Potenciando la reutilización de la información catastral por las administraciones, empresas y ciudadanos.
- 8) Decreto Ley No. 179 de fecha 28 de octubre de 1997, el Servicio Hidrográfico y Geodésico de la República de Cuba.
- 9) Gómez Guzmán, Iván Darío. "Catastro Nacional: su quehacer y contribución a las políticas públicas" Revista Análisis Geográficos No 34 pp.
- 10)Indicación No 32 Del Director General Del Grupo Empresarial GEOCUBA para establecer los tipos y contenidos de los documentos de carácter técnico a elaborar en GEOCUBA y su implementación.
- 11)Instrucción No.8/2004 Del Jefe de la Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia. Para establecer las especificaciones técnicas para la realización del avance catastral urbano.
- 12)Instrucciones técnicas No.8/2008 Del Jefe de la Oficina Nacional de Hidrografía y Geodesia para la realización del levantamiento del catastro urbano.
- 13)Jurg Kaufmann, "Catastro 2014: una visión del sistema de Catastro futuro" Rev. Ct Catastro pág. 83 Octubre 2002.
- 14)Metodología para la creación del Mapa Base de Datos Catastrales y su implementación en el SIG.
- 15)Manual del usuario para el uso y manejo del Software ENVI referido al proceso de Actualización Cartográfica.

- 16)Manual de Catastro.
- 17)Metodología para la determinación del valor catastral de los bienes inmuebles de naturaleza rural.
- 18)NiKulas F. y PorvazniK A. 1990; Manual de Catastro.
- 19)Norma cubana 13-18:83 “Catastro Nacional”, Comité Estatal De Normalización, Nivel Central, La Habana, Cuba.
- 20)Norma ISO 1003. (2003).Directrices para la documentación de sistemas de gestión de la calidad. Organización internacional de normalización.
- 21)Norma Cubana. 57-95:86 Geodesia y Cartografía. Catastro Nacional. Actualización (1986).
- 22)Portal de la Dirección General del Catastro; disponible en <http://www.catastro.meh.es> consultado a los 30.05.2017.
- 23)Revista Data Catastro, Edición Nº 1. Comité Permanente sobre Catastro en Iberoamérica, CPCI. (2009).
- 24)Revista Data Catastro, Edición Nº 2. Comité Permanente sobre Catastro en Iberoamérica, CPCI. (2010)
- 25)Revista Data Catastro, Edición Nº 3. Comité Permanente sobre Catastro en Iberoamérica, CPCI. (2011).
- 26)Samuel, F., Ponvert-Delisle, D.R., Reyes, I y Díaz, Y., (2011), Catastro Multi-escala a través de la Web para la Gestión Territorial, ISBN: 978-959-7213-01-7, La Habana, Cuba.
- 27)Samuel, F. Salas, F, Díaz, Y. Reyes. I, (2009), “El Mapa Base de Datos catastrales como parte del sistema de información geoespacial del Catastro Nacional”, ISBN: 978-959-286-010-0 La Habana, Cuba.
- 28)San Román, 1994 en: Camargo, 2011. Ingeniería Cartográfica.
- 29)Velazco, Amalia. Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en Catastro Número 2. 2º Semestre de 2007.
- 30)Velazco, Amalia, Revista de la Red de Expertos Iberoamericanos en 2 “Proyecto de norma ISO TC 211 19152” Número 5.
- 31)José Luis, Caren Ribera *at al*, (2005).La actualidad catastral en Venezuela.
- 32)Alcázar, M., Gilabert, M., López, M. (1998): El Catastro en España, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

ANEXOS

Anexo 2.3.1. Esquema tecnológico que representa las actividades del procedimiento para la realización de la propuesta.

