

IMAGEN AÉREA BASADA EN AEROPLATAFORMAS TIPO GLOBO-ANTENA PARA APLICACIONES EN PLANIFICACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE PRECISIÓN

FERNANDO ULLOA VÁSQUEZ

Ingeniero Electrónico, Universidad Tecnológica Metropolitana
PhD. Ing Telecomunicación en la Universidad Politécnica de Cataluña
Profesor Titular en el Departamento de Electricidad, UTEM
Investiga el tema del canal aeronáutico y aplicaciones para
sistemas de radiocomunicación digital terrestre en banda ancha
basados en plataformas Estratosféricas HAPS
e-mail: fulloa@utem.cl

MARIA ELIANA PINO N.

Geógrafa
PhD. Ordenamiento Territorial
Investiga Sistemas de Sustentabilidad
mpino@utem.cl

RESUMEN

En la UTEM fue iniciada hace algunos años, la línea de investigación sobre el uso de sistemas aéreos-espaciales de comunicación y captura de imagen, el de Aeroplataformas tipo HAPS, a través del FONDEF D03i-1034,2004-2008, llamado "Globo-Antena". Una de las aplicaciones, la de imagen aérea del terreo, fue utilizada para investigación en el Departamento de Planificación Urbana y Ordenamiento Territorial. En este artículo, se presenta la evaluación de su de operación en un área de estudio que requiere información actualizada y de alta precisión (VI Región, del L. B. O'Higgins). Se presentan interesantes resultados obtenidos a partir de ésta experiencia y la validación de la información territorial requerida.

Palabras Clave: Fotogrametría, Imagen Aerea, Aeroplataforma, HAPS, MAPS, LAPS, Planificación y Ordenamiento Territorial.

ABSTRACT

In the UTEM was initiated several years ago, the research on the use of aerospace systems of communication and image capture, the type of HAPS; FONDEF D03i-1034,2004-2008, called "Blimp-Antenna". One applications is the aerial image of earth, was used for research in the Department of Urban Planning and Land Management. This article presents the evaluation of operating in an area of study that requires an update and high precision (Region VI, the L.B. O'Higgins). Presented interesting results from this experience and validation of spatial information required.

Keywords: photogrammetry, aerial image, Aerial platforms, HAPS, MAPS, LAPS, Planning and Zoning.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la elaboración del Plan Regulador de las Comunas de Coltauco y Doñihue, pertenecientes a la VI Región, Del Libertador Bernardo O'Higgins, se debieron precisar áreas de riesgo natural por inundación y por remoción en masa, según los requerimientos de la Ley General de Vivienda y Urbanismo y su Ordenanza. (O.G.U.C. Art.2.1.17) La metodología tradicionalmente utilizada consiste en efectuar con un vuelo aerofotogramétrico, método oneroso para áreas que presentan poca densidad de poblamiento y escaso tejido urbano. Otras técnicas utilizadas implican tecnología de alto costo.

Para los planos reguladores de las comunas señaladas se logró la autorización por parte del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, División de Desarrollo Urbano, de innovar en el proceso de obtención de información de precisión mediante la utilización, de modo pionero en Chile y de una imagen satelital de alta resolución y bajo costo, Quick Bird [1] (2007).

Aún así, el trabajo con imágenes aéreas tal como las mencionadas, posee severas restricciones para catstrar la información de territorios que presentan dificultades asociadas a desniveles topográficos, delimitación de áreas de riesgo, y terrenos diversos en términos geomórficos dado que éstas no poseen propiedades planimétricas / altimétricas razón que dificulta su uso exclusivo como herramienta de zonificación en los términos técnicos exigidos para un plano regulador. Por lo anterior, los resultados parciales obtenidos mediante la utilización de la imagen satelital Quick Bird (2007) fueron contrastados con la aplicación de una metodología exploratoria de Aeroplataforma Globo-Antena que posee una mayor resolución espacial a nivel centrimétrico.

Y utilizar las imágenes capturadas como herramientas de trabajo para que contribuyan a disminuir las limitaciones registradas en las metodologías aplicadas en los planos reguladores en general y de las Comunas señaladas en particular, concretamente en la zonificación de áreas de riesgo tanto por inundación como por remoción en masa.

ANTECEDENTES GENERALES

El Urbanismo y Ordenamiento Territorial son disciplinas complementarias orientadas a resolver problemas espaciales mediante la aplicación de Instrumentos de Planificación estipulados en cuerpos normativos específicos [2] cuya efectividad radica entre otros aspectos, en el trabajo con información territorial base con buen nivel de precisión.

La importancia de la información territorial de precisión queda evidenciada al reconocer en las escalas urbanas requerimientos de detalles, que deben ser expuestos de manera actualizada en las primeras fases de elaboración de éstos instrumentos de planificación. El resultado queda expresado en la zonificación final contenida en todo plano regulador, que sintetiza las potencialidades de uso, según un principio rector, una imagen objetivo, contenida ésta en los cuerpos normativos que finalmente conformaran

el conjunto de regulaciones explícitas respecto al uso del suelo urbano permitido.

Los procedimientos metodológicos utilizados para la captura, procesamiento y análisis de esta información tanto en el ámbito del Urbanismo como del Ordenamiento Territorial tienen fuerte base tecnológica prevaleciendo en la actualidad, los métodos digitales complementados con control de terreno. De modo tradicional, el procedimiento normalmente utilizado consistía en planes de vuelo utilizados en fotogrametría y, a partir de la experiencia piloto desarrollada para los planos reguladores de Coltauco y Doñihue (2008), la utilización de imágenes satelitales (Quick Bird: 2007).

Con posterioridad, se han continuado realizando avances en el uso de imágenes aéreas provenientes de diversos satélites sin embargo, la potencialidad evidenciada en el Plan Piloto reseñado, se fortalece al evaluar las ventajas registradas mediante la integración de las aerofotografías Globo-Antenas al proceso de obtención de información territorial de detalle, requerida para la elaboración de todo Plan regulador.

Las dificultades asociadas al uso de los instrumentos utilizados en los últimos cinco años, radican en

el costo asociado a la obtención de la información, el tiempo requerido para obtenerla y las dificultades técnicas asociadas al uso de instrumental de precisión. Se considera promisorio explorar la viabilidad de superar los inconvenientes señalados mediante la innovación tecnológica & científica aplicada a la planificación urbana y el Ordenamiento Territorial de precisión.

CONTEXTO DISCIPLINAR

La población chilena se concentra mayoritariamente en zonas urbanas [3] y concentrándose además en un reducido porcentaje del territorio nacional (1%), los territorios urbanos quedan sometidos a fuertes presiones demográficas que, se incrementan sostenidamente durante la última década [4]. El crecimiento de la población y su distribución en el territorio, no es un fenómeno que sea consecuencia de un programa y/o política implementada, es el resultado de procesos espontáneos, difícilmente controlados y controlables.

Ello trae aparejado un conjunto de problemas prácticos formulados en un contexto de ciencia posnormal [5] que se sintetiza hoy en procesos de desarticulación vertical y horizontal. [6]

Este contexto, permite reafirmar el punto de análisis expuesto por Toeffler A. [7] al señalar como un factor preponderante en la generación de riqueza el “point in time” que alude a la capacidad de coordinación de las diversas áreas y/o disciplinas para producir resultados e innovaciones en un momento dado y en el mínimo de tiempo posible. Esta capacidad es la clave que permite explicar el crecimiento económico de varias naciones hoy en día emergentes.

El diagnóstico hoy es de una desincronización del cambio, condición que afecta la capacidad para generar riqueza en un contexto actualizado. Sólo innovando se crean las condiciones de monopolio temporal que permiten crecer sin competir [8].

Desde este punto de vista, la necesidad de articulación, conexión, sistematización de información de carácter territorial base, es sin lugar a dudas, altamente deseable al momento de buscar elementos que otorguen consis-

tencia a la visión de síntesis requerida en los proyectos de Planificación y Ordenamiento Territorial.

La Planificación Territorial en Chile, se desarrolla en el marco de la Política Nacional de Vivienda y Urbanismo (PNVU), que considera la aplicación de criterios y herramientas de trabajo, a escala metropolitana, comunal y local, siempre en suelo urbano. Estos instrumentos tienen carácter vinculante, en otras palabras, son obligatorios. En suelo rural, el ordenamiento y zonificación tiene carácter sólo indicativo, osea, es un proceso voluntario.

A partir de la evaluación realizada a la efectividad de los instrumentos de planificación territorial (IPT), se impulsa el proceso de Reforma Urbana (1997) que impulsa la modernización de éstos se proponen nuevos instrumentos tal como la Estrategia de Desarrollo Regional, y, los Planes Regionales de Desarrollo Urbano (PRDU) además de, la creación de figuras de planificación, orientadas a incorporar la inversión privada en el proceso de construcción de ciudades.

A nivel regional y para el caso de la Región Metropolitana de Santiago, ambos, son territorializados a partir de la información generada en el proyecto Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable (OTAS).[9] Actualmente, los estudios licitados por el MINVU postulan la necesidad de realizar Gestión Urbana Integrada, disciplina innovadora basada en técnicas derivadas de la planificación estratégica orientada a visualizar sintéticamente y espacialmente zonas prioritarias de inversión. En este proceso, la información territorial actualizada y digitalizada es fundamental en la elaboración del diagnóstico base.

AEROPLATAFORMA GLOBO-ANTENA

Una alternativa exploratoria, de carácter tecnológico e innovador, orientada a recopilar información territorial en formato multiescalar, consiste en la utilización de imágenes aéreas basadas en AeroPlataformas Globo-Antena (www.haps.cl)

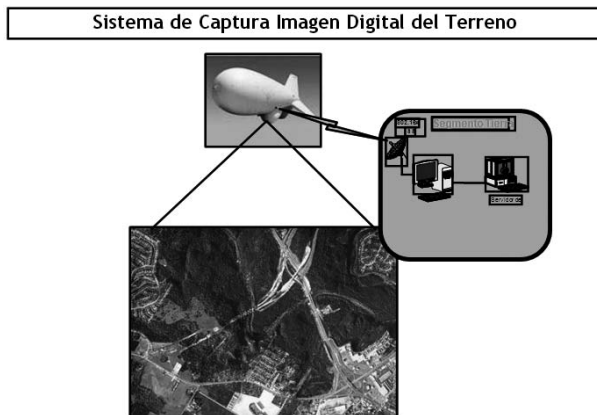


Figura N° 1 Sistema de captura Imagen.

MÉTODO DE CAPTURA Y TRANSMISIÓN DIGITAL EN BANDA ANCHA FIJA/PORTÁTIL BASADOS EN GLOBO-ANTENA. (NANO-SATELITE)

Mediante el uso de la Aeroplataforma Globo-Antena, se logra la recolección, transmisión y representación georeferenciadas de datos Imagen del Terreno [10]. Se capturan las imágenes aéreas por medio de un sensor ubicado en la aeroplataforma. Figura N°1

Se recogen los datos (imagen) mediante un bus de comunicaciones de alta velocidad, se realiza un almacenamiento temporal de dichos datos en un sistema no volátil de alta capacidad, aminorando la latencia de uso del enlace.

Mediante otra interfaz se controla el sensor, gracias a la orden dada desde tierra, para ser enviada la imagen a la Estación Terrestre Móvil (ETM), la que contendrá además la información proveniente de la IMU (Unidad de Medida Inercial), el compás y el GPS. [11].

Todo controlado y monitoreado en tiempo real desde tierra por la ETM. El enlace troncal entre la aeroplataforma y la estación terrestre se realiza por medio de WiMax Subscriber Station. Para ser enviada finalmente a un portal de INTERNET.

Esta nueva tecnología, permite medir y manejar la variabilidad espacial para aumentar la eficiencia y eficacia requerida en la generación y aplicación de los instru-

mentos de Ordenamiento Territorial y Urbano disminuyendo efectivamente el nivel de incertidumbre respecto a las condicionantes definidas como línea base.

Su definición más simple establece que corresponde a un procedimiento metodológico que permite catastrar el uso del suelo actual, elaborar un diagnóstico que incluya progresivos niveles de precisión en la información base levantada, clasificar problemas derivados del uso o sobreuso, establecer áreas de riesgo y protección y, generar una base digital que actúe como línea base para evaluar procesos, controlar tendencias y optimizar resultados. Todo esto permite una correcta gestión urbana integrada [12] optimizando el proceso de diseño y concreción de imágenes urbanas a escala de detalle.

Los resultados obtenidos de la experiencia piloto realizada para la comuna de Coltauco, localizada en la VI Región, del Libertador Bernardo O'higgins, permiten constatar las ventajas comparativas derivadas de los tiempos involucrados en la obtención de la información, de la facilidad de obtención de imágenes de terreno con diversos grados de dificultad derivadas de su altimetría y planimetría, constatando mediante un trabajo de campo (geomensura) las dificultades asociadas a la aplicación de las correcciones derivadas de puntos de control preestablecidos.

El método incorporo además, en su compartimiento de carga, una cámara multispectral capaz de tomar fotografías del terreno, las que luego de su procesamiento dieron origen a la construcción de ZGIS (Zonificación en formato GIS [13], herramienta fundamental para la implementación de instrumentos de planificación territorial con mayores niveles de precisión en áreas definidas como prioritarias en función de objetivos predefinidos.

De esta manera, se optimizaron los recursos, al mismo tiempo que se maximizó el rendimiento de la información de control del terreno, aumentando la eficiencia y eficacia de estos instrumentos de gestión urbana al disminuir, en última instancia, los costos asociados.

RESULTADOS DE IMÁGENES DIGITALES AÉREAS GLOBO-ANTENAS.

Utilizando de esta tecnología de captura de imágenes logra diversos niveles de resolución. Registrándose los siguientes resultados de imagen a partir de las siguientes condiciones: Altitud 3000 pies (1000mtrs). Cámara Lumix 24 Megapixel, con lente LEICA 1:5/17.4. Hora 12.34 pm. (junio, 2007)

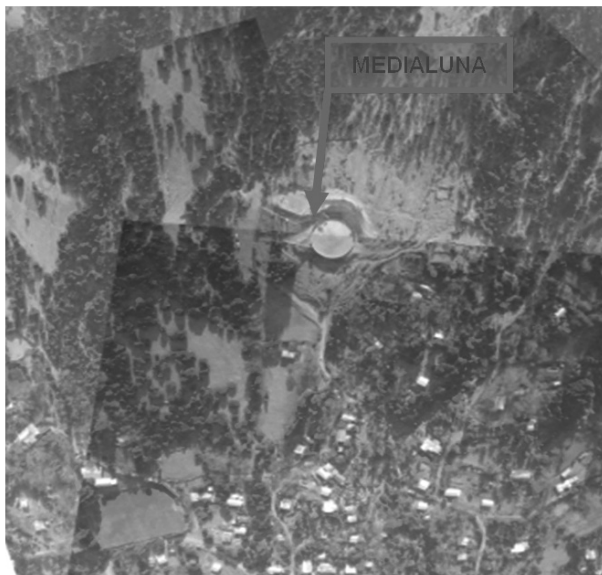


Figura N° 2. Resultado Imagen, Rinconada de Parral, Coltauco, HAPS, 2007.

La fotografía precedente es un foto mosaico que resume en una sola imagen global el territorio en el cual se realizó la experiencia piloto. Del trabajo con este fotomosaico y complementando esta fuente de información primaria con otras alternativas metodológicas, se precisaron áreas de riesgo por remoción en masa, situación derivada de un proceso de desertificación acelerada como consecuencia del poblamiento espontáneo (en un intervalo de cinco años) que trae asociado una sobreexplotación de la zona de piedmont, utilizando el bosque nativo (de tipo esclerófilo y estepárico seco) como material de combustión (autoconsumo y venta), la cobertura vegetal baja como área de pastoreo y algunos sectores especiales, tales como los fondos de quebradas, como áreas de recreación sin control ni planes de conservación.

Dado que la altura de operación del Globo-Antena es controlada, se pueden explorar distintos niveles de detalle y de resolución, lo cual permite utilizar este producto en múltiples propósitos.



Figura N°3.- Resolución tipo 2, Medialuna, Rinconada de Parral. HAPS, 2007



Figura N° 4.- Resolución Máxima, Asientos Medialuna, Rinconada de Parral. HAPS, 2007

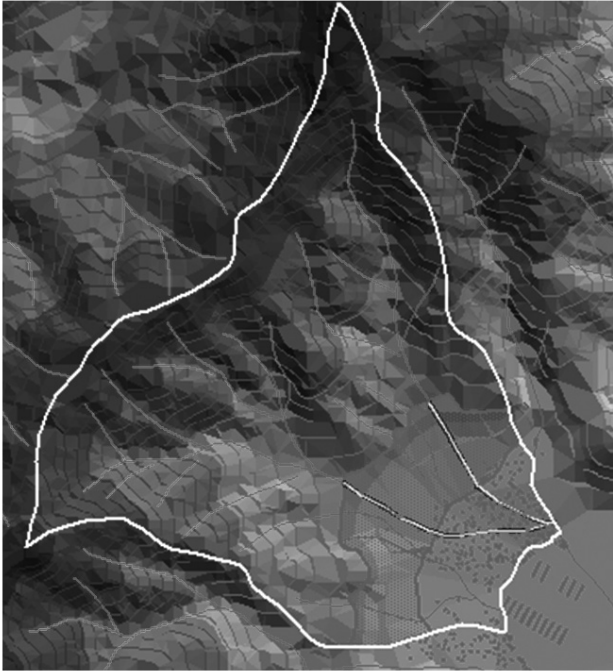


Figura Nº5. Resultado de áreas con riesgo de remoción de masas en Rinconada de Parral, Comuna de Coltauco, VI Región, Chile.

SÍNTESIS DE RESULTADOS, BENEFICIOS Y VENTAJAS DE SU APLICACIÓN.

Los beneficios que la imagen aérea basada en Globo-Antena entrega a la Planificación Urbana y Ordenamiento Territorial de precisión son muy variados, siendo los más importantes:

1. Permite la realización de diferenciación de áreas utilizando criterios planimétricos y multispectrales desde la primera fase de los Estudios pertinentes
2. Permite focalizar áreas de Restricción y riesgo antrópico y natural con mayor nivel de precisión y menor riesgo de operación.
3. Permite perfeccionar el monitoreo y fiscalización de resultados produciendo ahorro de recursos destinados a gastos operacionales.
4. Permite un ahorro sustancial en los gastos operacionales derivados del proceso tradicional optimizando los resultados esperados

5. Permite tomar decisiones en base a información de calidad y oportuna, reduciendo el riesgo de errores en las decisiones. (Imagen on-line)
6. Permitirá generar análisis espacio temporales para un mejor entendimiento de los problemas de gestión urbana integrada.
7. Entrega un servicio tecnológico de punta en tiempo real, de fácil despliegue y a bajo costo, lo que lo diferencia de otros métodos existentes.

LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN.

Se espera que con el desarrollo de Aero-plataformas tipo Globo-Antena a nivel nacional se pueda obtener información geográfica de todo el territorio nacional. Se logre obtener imágenes digitales similares a las obtenidas por satélites pero con una mejor alta resolución espectral, en tiempo real, a menor costo y con la finalidad de proporcionar información capaz de optimizar los resultados obtenidos en la zonificación contenida en todos los Instrumentos de Planificación Territorial y los planes de Ordenamiento del Territorio Chileno. La optimización del método de generación de información de precisión para delimitar zonas de uso, riesgo y protección al asentamiento de centros y poblados clasificados de urbanos o rurales. Lograr obtener una gran base de datos geográficos en línea y actualizada tipo Google Hearth.

REFERENCIAS.

8. QuickBird, satélite de observación lanzado a orbita en octubre de 2001.
9. LGUyC DFL N° 458/75; LGUyC DS N° 47/92
10. 3. Instituto Nacional de Estadísticas, Chile- 2002.
11. Pino N. Maria Eliana:
12. “El lenguaje de la sostenibilidad. Los indicadores Ambientales y Urbanos”, XVIII Congreso Internacional de Ciencias de la Tierra”; IGM, Chile, 2002.
13. Funtowicz, S.O., Ravetz, J.R.;”La ciencia posnormal, ciencia con la gente”; Icaria, Andrazyt, Barcelona, 2000
14. Pino N. Maria Eliana; Adaptación de los antecedentes a la fecha. Instituciones de carácter internacional: AEMA: 2004, 2005, 2006
15. Toeffler Alvin y Heidi: La Revolución de la riqueza, Ed. Wiscouncil, 2006
16. 8. SIG -Sistema de Información Geográfico; Método digital de procesamiento de Información territorial.
17. Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, Universidad de Chile, gtz, Alemania:”Proyecto OTAS; Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago. GORE, 2005.
18. Ulloa V. Fernando:, Radiocomunicación Digital en Banda Ancha Mediante HAPS, publicación y presentación realizada en la 5ª Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática CISCI, Orlando-Florida, Estados Unidos, Julio 2006, Departamento de Electricidad, Facultad de Ingeniería, PIRD-UTEM.
19. Ulloa V. Fernando, Director del Proyecto FONDEF D031-1034: “Aeroplataforma Globo-Antena como base de un sistema de radiocomunicación digital para redes IP”, PIRD-UTEM.
20. MINVU/Surplan: ESTUDIO DE TENDENCIAS URBANAS 2006-2007.
21. Toeffler Alvin y Heidi: La Revolución de la Riqueza, editorial Knopf 2006.