



NEW TECHNOLOGIES IN URBAN AND ENVIRONMENT

NUEVAS TECNOLOGIAS EN URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE

Juan Francisco Abadía M.

Arquitectura-Universidad Nacional de Colombia
Urbanismo - I.H.E.A.L. Paris III - Francia

Departamento de Arquitectura y Diseño Industrial. Facultad de Ingenierías y
Arquitectura. Universidad de Pamplona. Campus Universitario, Kilómetro 1, Vía a
Bucaramanga. Pamplona, Norte de Santander. Teléfono (7) 568 5303 extensión 164.
Fax (7) 568 5303 extensión 163.
darquitect@unipamplona.edu.co

ABSTRACT

In recent decades the "sensing" is emerging as a major information source for studying the Earth's surface, now there are two observation systems that ensure global coverage. This is the series of satellites Americans landsat "and the French satellites spot respectively operational decades after 70 and 80.

The satellite observation of the environment, mainly used for meteorology, climatology and oceanography, ensure regular monitoring and comprehensive, covering in a single registration to a third of the globe, thanks to an orbit that is raised to 36,000 km away

RESUMEN

En estas últimas décadas la "teledetección" se perfila como unas importantes fuentes información para estudiar la superficie terrestre, actualmente existen dos sistemas de observación que aseguran una cobertura mundial. Se trata de la serie de satélites americanos "landsat" y de los satélites franceses "spot" respectivamente operacionales después de las décadas 70 y 80.

Los satélites de observación del medio ambiente, principalmente utilizados para la meteorología, la climatología y la oceanografía, aseguran un seguimiento regular y global, cubriendo en un solo registro hasta una tercera parte del globo terrestre, gracias a una órbita que se eleva a 36.000 km de distancia.

KEYWORDS

Teledetección, satélites, medio ambiente.

LA NUEVA IMAGEN URBANA

La sensación de vértigo, que nos deja la evolución urbana en Latinoamérica; se materializa fundamentalmente a partir de la vastas mutaciones morfológicas y funcionales de nuestras ciudades, en efecto, el porcentaje de población urbana en América Latina sobrepasa el 75% del total de los habitantes.

Sabemos que la urbanización el territorio es un fenómeno que evoluciona, afectando, directamente nuestro entorno. La voracidad implacable de la aglomeración metropolitana deja a su paso repentinos y nocivos impactos sobre la friable estructura del medio ambiente.

El continuo deterioro del hábitat, nos plantea, dos





situaciones difícilmente insalvables: la primera; una laboriosa y costosa recuperación de las estructuras afectadas y/o, la segunda, el menoscabo incesante de la variable ambiental, en perjuicio de nuestra calidad de vida.

A juicio de los especialistas; las circunstancias específicas de este panorama establecen, de hecho, fuertes y mayores desafíos, que, deben ser abordados desde una perspectiva propiamente epistemológica.

El urbanismo y el ordenamiento territorial, analizan y evalúan este fenómeno contando, a priori, con el apoyo de recursos de información cada vez más fiables y más completos. Hoy por hoy: la planimetría, los sistemas de información geográfica y hasta los estimativos estadísticos; han incorporado en su metodología el empleo de imágenes satélite o radar, mejorando, de forma sustancial (tecnológica y competitiva) la calidad de sus resultados.

Incorporar el procedimiento satelital al análisis urbano y territorial; aporta nuevas opciones a la tarea descriptiva y de registro, por ejemplo, la aplicación del método comparativo de imágenes de varias ciudades, permite evidenciar entre otros: los procesos de metropolización, las particularidades comunes en la forma de ocupación del suelo, los recursos espaciales y territoriales explotables, la ubicación de umbrales peligrosos y/o tolerables de contaminación, valorar las necesidades o la exigüidad administrativa de servicios, (equipamientos e infraestructuras), controlar el curso del derecho de suelos y, en suma, detectar en mayor número las características fenomenológicas, generales y afines, a muchas ciudades de los países en desarrollo.

Ulteriormente a los lanzamientos de la serie LANSAT en 1972 y la serie SPOT en 1986, el tratamiento y la utilización de imágenes satélite; ha progresado de manera considerable, demostrando ampliamente su capacidad de aplicación.

La estructura global de este seminario contempla

dos fases fundamentales: la primera de ellas, propone, un desglose de principios y conceptos técnicos, que permiten, la comprensión y aplicación del conjunto de métodos, útiles para designar; las características de los objetos identificables mediante registros efectuados a distancia.

A partir del análisis de imágenes satélite como se muestra en la figura 1, doce ciudades Latinoamericanas, entre las que se cuentan, dos capitales colombianas: Santa fe de Bogotá y Cartagena; la segunda fase, plantea, un avance progresivo en la aplicación de los conocimientos adquiridos, mediante, la confrontación de diversas interpretaciones y la revisión de sus resultados.

1. LA TELEDETECCION: UNA TECNICA FLEXIBLE Y APROPIADA

Para poder detectar los impactos y estudiar los efectos que produce el fenómeno antropico sobre el medio ambiente y el territorio, las metodologías aplicadas; han hecho uso de procedimientos de registro y compilación de información, de origen y naturaleza múltiple; en efecto, las bases de datos varían desde las mas simples variables estadísticas hasta los mas elaborados registros estereoscópicos y/o gráficos en 3D de planimetrías y cartografías.

Técnicas como la aerofotografía permiten lograr un resultado con grados de definición adecuados y acordes con los objetivos del trabajo, efectivamente, estas reproducciones registran lugares exactos y sin deformaciones, no solo, logrando un máximo de detalle, sino, de precisión de las medidas. Las fotografías aéreas traslapadas formando los denominados "pares estereoscópicos", facilitan una observación tridimensional; permitiendo la visualización de las curvas altimétricas, elementos fundamentales del levantamiento topográfico.

Sin embargo, la aerofotogrametría no puede sortear una serie de inconvenientes de tipo; no solamente atmosférico (condiciones meteorológicas y de luminosidad a menudo inestables), sino, a los derivados de las





Figura 1 Análisis de imágenes satelitales en doce ciudades Latinoamericanas

relaciones entre: costos, coberturas y tiempo invertido en los procedimientos de trabajo. Indudablemente estas relaciones no solo están sujetas a las consecuencias bruscas de la transformación del territorio, sino que, también responden a la concentración acelerada e improvisada de la población, que en últimas, traen como consecuencia directa, una desactualización sistemática de los registros y su información.

Ahora bien; el uso de los satélites de observación que recorren una órbita espacial sobre la superficie terrestre, portando sensores que registran la información de una forma instantánea, han logrado dar solución a buena parte de los inconvenientes que presentaban los

registros convencionales. Entraremos pues, a estudiar más en detalle este novedoso útil de trabajo, que se ha ido convirtiendo en algo común y cotidiano para todos, efectivamente la meteorología, por ejemplo, nos presenta y comenta a diario la situación del tiempo valiéndose de imágenes que abarcan grandes áreas, de igual forma, obras ilustradas y de consulta nos ofrecen imágenes que tratan determinados temas geográficos y que han sido tomadas desde un satélite.

2. TELEDETECCION - O - LA OBSERVACION ESPACIAL

"La teledetección es el conjunto de conocimientos y técnicas utilizadas para determinar las características físicas y biológicas



de objetos, mediante registros efectuados a distancia y sin contacto material con ellos".

La base de la teledetección reposa sobre dos principios:

- El alejarse de un "objeto" permite observarlo mejor y comprender como se comporta dentro de su contexto.
- Cada "objeto terrestre refleja la luz solar y emite radiación de manera característica.

Después reutilizar sucesivamente las alturas naturales, las torres de observación, los globos aerostatitos y los aviones para observar a distancia, el hombre ha llegado a la era de los satélites y de las sondas espaciales. El satélite desde su orbita alrededor de la tierra asegura una observación regular con un campo de visión amplio, al mismo tiempo el progreso de los conocimientos en óptica y el desarrollo de la informática permiten captar y materializar, en forma de imágenes las radiaciones, incluyendo, las invisibles para el ojo humano. Estos avances han conducido a sustituir la fotografía propiamente dicha por una nueva técnica: la radiometría.

Todo cuerpo, toda materia, emite una radiación electromagnética tan pronto como su temperatura supera el cero absoluto, cuanto mas alta sea su temperatura, mas corta será la longitud de onda. El sol, debido a su temperatura superficial cerca de los 6000 °C, emite preferentemente en las longitudes de onda comprendidas entre el ultravioleta y el infrarrojo. El ojo humano esta adaptado a una parte de esta radiación, que percibimos como "luz" incolora, si procede del sol. Pero si la radiación tropieza con un cuerpo, se produce entonces, al tenor de sus propiedades, la absorción de determinadas longitudes de onda y solo parte de ellas se refleja de nuevo; por lo cual nosotros percibimos en colores (espectro visible).

Un radiómetro, suerte de telescopio electrónico situado a bordo de un satélite, barre la superficie terrestre a manera de scanner, midiendo la intensidad de su radiación punto por punto. estos

puntos, llamados celdas o "píxeles" corresponden a superficies cuadradas de suelo de algunas decenas de metros de lado. Este píxel, representa, una porción superficie terrestre lo suficientemente grande para devolver una cantidad de energía luminosa, medible a la distancia del satélite. Varias longitudes de onda, comúnmente invisibles al ojo humano, son analizadas por un mismo píxel. es importante mencionar que las dimensiones de los píxeles y los intervalos de onda analizados, inherentes a las características de cada radiómetro, son invariables.

Las medidas obtenidas por cada tipo de luminosidad son codificadas y después enviadas por señales de radio hacia las estaciones de recepción en tierra en donde son registradas sobre una banda magnética, que en últimas, opera sobre el negativo de una imagen numérica. Un computador de tratamiento de imágenes puede; al instante, crear un sin numero de imágenes a partir de la misma banda magnética, convirtiendo las cifras de los píxeles en colores.

Una imagen satélite es, un resumen, una reconstrucción informática, que se presta a múltiples transformaciones según las necesidades de los usuarios.

En muchas oportunidades observamos con cierta extrañeza las imágenes satélites; que llaman nuestra atención, debido a que son publicadas en colores artificiales, que nada tienen que ver con los colores habituales de los objetos; la explicación a este fenómeno radica en el hecho, que todos los sensores utilizados en los satélites "perciben" de forma diferente al ojo humano las distintas tonalidades, en efecto, la representación de la radiación infrarroja (invisible al ojo), no puede ser representada que por los colores visibles, de ahí la definición de "imagen en falsos colores" aplicada a la imagen resultante.

Esta imagen en falsos colores, reproduce la vegetación lozana por tonalidades rojizas o rojas, ya que la clorofila contenida en el follaje refleja considerablemente las longitudes de onda del





infrarrojo. Por el contrario, una vegetación enfermiza pierde dicha propiedad y entonces predomina la reflexión en el campo verde, en forma que se obtienen colores de transición; que abarcan desde el rojo al azul pasando por el índigo.

Visto, que la atmósfera terrestre absorbe y dispersa considerablemente la proporción de color azul de la luz, los sensores utilizan básicamente los colores verdes al rojo, así como un tercer componente, el infrarrojo de corta longitud de onda, sigue inmediatamente al rojo en el espectro. Estas tres longitudes de onda son captadas por los satélites en forma de imágenes en blanco y negro. Para convertir el trío de longitudes de onda en una fotografía, se procede a aplicar el color azul para representar la luz verde, y los colores verde para la luz roja y el rojo para la luz infrarroja.

Cada objeto posee una rubrica espectral que es el resultado de la proporción de luz que refleja dentro de cada longitud de onda. A cada una de las subdivisiones parciales del espectro electromagnético se le denomina "canal" radiométrico o "bandas espectrales".

3. TRATAMIENTO E INTERPRETACION DE LA IMAGEN SATELITE

Vemos que la explotación de los datos obtenidos a partir del satélite pasan por procedimientos sucesivos y simultáneos, de tratamiento e interpretación de la imagen. El tratamiento de la imagen transforma el conglomerado de cifras de

los valores radiométricos registrados en la banda magnética en una "imagen satélite"; representación en color emplazada sobre una pantalla de computador o impresa sobre papel. La interpretación consiste en extraer de la imagen la información requerida o en su lugar, caso más común, hacer evidentes y claros ciertos temas relativos a la forma de ocupación del suelo.

La escala de trabajo, las cualidades y los resultados de una buena labor de interpretación de la imagen dependen en buena parte de la dimensión de los píxeles (resolución espectral), que en últimas, son los que permiten definir la superficie mínimas que es posible de transcribir o graficar ya sea; manual o automáticamente. Además de estos, es importante reiterar sobre los factores de contraste (resolución espectral), que surgen entre los diferentes entornos y que permiten discriminar y resaltar las diferentes superficies fácilmente.

3.1. ACERCAMIENTO VISUAL (O MANUAL) A LA IMAGEN IMPRESA

Por cada píxel, los datos de tres canales (máximo) escogidas según la información deseada (estudio de la vegetación, análisis del tejido urbano,...) son traducidas por gamas de color rojo, verde y azul cuyo resultado: constituye una "composición - color". Esta imagen tri-cromática contiene un número considerable de combinaciones de colores (cerca de 16 millones).

Tabla 1. Escala, cualidades y resultados de una buena interpretación de imagen

		Numero total de pixeles que ocupan un área de 2 x 2 mm			
		Landsat		Spot	
ESCALA	Superficie equivalente a un área de 2 x 2mm. sobre el mapa	MSS	TM	XS	P
1:100.000	4 Ha	6,2	44,4	100	400
1:50.000	1 Ha	1,5	11,1	25	100
1:25.000	0,25 Ha	0,4	2,8	6,2	25





La imagen - color esta generalmente impresa sobre papel fotográfico y además puede ser editada en cualquier escala.

La interpretación de esta imagen la materializa una nueva "imagen interpretada" a partir de una clasificación visual, que delimita las zonas de igual apariencia por su color; por su textura o por su estructura, y cuya interpretación corresponde a las diferentes formas de ocupación del suelo. Esta interpretación debe estar referenciada a una nomenclatura o convenciones preestablecidas por norma, o bien, adaptadas al trabajo en función de las necesidades de información.

Una interpretación de la imagen - color debe hacer uso de los principios de comportamiento espectral, de los principales tipos de ocupación del suelo y debe apoyarse sobre un conocimiento juicioso del terreno (ver fig.2).



Figura 2. Acercamiento Visual

Preferentemente, esta nueva imagen interpretada quedara trazada sobre un calco transparente aplicado sobre la imagen - color original. El mapa final podrá ser coloreado manualmente, o en su momento, puede también ser numerizado con la ayuda de un computador, opción de edición que permite a la vez obtener estadísticas de superficie.

3.2. INTERPRETACION ASISTIDA POR COMPUTADOR IMAGEN EN PANTALLA.

Generalmente se trata de poner en evidencia las zonas homogéneas, reagrupando los píxeles con valores radiométricos semejantes dentro de los canales escogidos de antemano por su capacidad para discriminar el tema estudiado; de igual modo dentro de las combinaciones de canales calculados especialmente para obtener un mejor resultado.

Esta clasificación es efectuada directamente

por el computador según los algoritmos puramente estadísticos o de probabilidades (modo - no supervisado), o haciendo intervenir los valores radiométricos de píxeles de referencia correspondientes a los sitios reseñados de ante mano sobre la imagen, y sobre el terreno, y cuya forma de ocupación del suelo es conocida (modo supervisado). como se muestra en la figura 3. Este método puede dar por resultado; un mapa en donde el color de cada una de las convenciones corresponde; a cada una de las clases cuyas estadísticas de superficie son extraídas automáticamente.

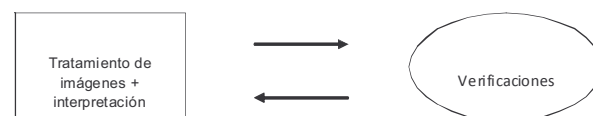


Figura 3. Imagen en pantalla

El computador hace pleno uso de la naturaleza numérica de las bases de datos de teledetección. La imagen en pantalla puede ser modificada por el usuario ya que; varios tipos de tratamiento pueden ser combinados, para responder de una forma mas adecuada a los objetivos del trabajo.

4. EXPERIENCIAS CON LA IMAGEN SATELITE

Finalmente, que la interpretación sea manual o automática, el principio sigue siendo el mismo: el propósito radica en, agrupar los píxeles, visualmente según sus colores, o bien, a partir de un programa de computador que los clasifique según sus diferentes valores radiométricos.

Es importante subrayar, que la asociación de píxeles, o en su lugar, de sus valores, debe ser pertinente; de ahí la importancia de verificar sobre el terreno así mismo; contar con la ayuda de conocimientos complementarios acerca del tema.

La interpretación consiste en adjudicarle valor a ciertos temas a partir de una simplificación racional del contenido de la imagen, en efecto,





Tabla 2. Datos satelitales y escalas de trabajo de los satélites Landsat y Spot

SATELITE	Landsat		Spot	
DATOS SATELITALES	MSS	TM	XS	P
ESCALAS DE TRABAJO	1:320.000 A 1:148.000	1:120.000 A 1:55.000	1:80.000 A 1:37.000	1:40.000 A 1:18.500

la diferencia entre la interpretación visual sobre la imagen - papel y aquella asistida por computador, no es tan tajante.

- En la practica estos dos procedimientos de explotación de datos de teledetección poseen una dinámica compartida:

- Antes de lograr una imagen - papel interpretable, comúnmente, es necesario efectuar en el computador una serie de mejoras a la imagen, con el fin de reforzar los contrastes y las siluetas.

- Las imágenes clasificadas automáticamente deben ser reinterpretadas visualmente, para extraer la información útil, y así adoptar una expresión cartográfica satisfactoria.

- La congruencia y la fiabilidad de los resultados, crece en la medida que se empleen otros recursos de información, así como con la constatación y verificación sobre el terreno. Esto significa que; la eficiencia del trabajo sobre la estación de tratamiento de la imagen depende en gran parte de su preparación, es decir, de la designación del rol preciso que deben cumplir las informaciones exógenas a la imagen.

- El conocimiento y las verificaciones sobre el terreno son las que, posteriormente darán valides a los resultados; en este orden de ideas, los tratamientos de imagen supervisados que tengan en cuenta las realidades del terreno, serán mas adecuadas que los tratamientos no supervisados, o puramente matemáticos.- La calidad de los resultados depende de una

exploración estratificada que consiste en reducir progresivamente la complejidad de la imagen. Se pretende de ante mano identificar, los grandes tipos de ocupación o usos del suelo; e ir reconociendo al interior de esta "esfera" niveles de nomenclatura cada vez mas detallados.

- La primera fase de la interpretación visual, fiel a la imagen debe ser complementada con las informaciones del terreno, para luego dar paso a los tratamientos temáticos y de síntesis. "El satélite jamás miente"; generalmente el sondeo no es puesto en causa, cosa contraria puede ocurrir con la definición de las zonas.

- La escala de los documentos gráficos originados de los registros radar (Landsat, Spot), dependen de la resolución de los sensores, lo mismo que, de las correcciones geográficas; esto significa que mientras mas alta sea la resolución de la imagen tendremos mas opciones de trabajo a una escala de detalle.

- Algunas de las temáticas mas usuales se concentran en el estudio tanto del ámbito urbano como del medio rural; y mas aun; allí donde la interacción de estos entornos generan fenómenos, cuya complejidad crea un interés particularmente especial. Hablamos en concreto de las zonas de borde de la ciudad o, también peri-urbanas.

He aquí algunas materias de estudio:
" En el medio rural,

- La reseña cartográfica de asentamientos





humanos no consignados.

- La localización de zonas particulares (humedales, canteras, vertederos de desperdicios, reservas de agua, bosques, zonas agrícolas, etc.)
- La ubicación de zonas de reserva y de conservación ambiental.

" En el medio peri-urbano,

- Formas de ocupación y usos del suelo.
- Evaluación y seguimiento del fenómeno de expansión urbana.
- La dinámica de los terrenos espacios abiertos y/o los terrenos agrícolas en los alrededores de la ciudad.

" En el medio urbano o metropolitano,

- La estimación de la cantidad de áreas verdes, áreas libre, y vegetación al interior de la ciudad.
- El reconocimiento tipológico del tejido urbano y la distinción de los niveles de densidad de la ocupación del suelo.

Imágenes satélite, para cada arquetipo de territorio?

Posiblemente sea un proyecto ideal, pero intuimos que sus resultados no se hallen tan lejos como parece. Por el momento, la tarea investigativa, cuenta con medios que brindan recursos de exploración, aptos y confiables; cuya base de datos puede ser interpolada, con: los demás sistemas de información geográfica, o bien, con los métodos planimétricos clásicos (topografía, fotogrametría, visualización estereoscópica, imágenes de replica o de síntesis, etc.).

Durante el transcurso de las dos últimas décadas, se ha logrado almacenar una gran cantidad de información, de calidad incomparable, y cuyo acceso se encuentra disponible y al alcance de todas las entidades de investigación que lo soliciten.

Algunas firmas internacionales cuya función, después de su creación, ha girado en torno a la recepción de imágenes, a partir de su red satelital, son: Landsat T.M. (U.S.A.), SPOT Image (Francia), ERIM (U.S.A. Michigan), EUROSENSE-BELFOTOP (Bélgica),

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- A. Ballet, G. Monstatier, 1978 CONCEPTION D'UNE ETUDE ANALYTIQUE DES DONNÉES LANDSAT EN REGION ILE-DE-FRANCE EN UTILISANT LE M.O.S. IAURIF, OPIT, 18 p., septembre 1978
- A. Ballet, G. Montastier, 1979 ANALYSE DE DONNÉES DU SATELLITE LANDSAT SUR L'AGGLOMERATION PARISIENNE (11 JUILLIET 1976) IAURIF, OPIT, 79 p. + annexes, 1979
- A. Ballut, G. Monstatier, 1980 L'ETUDE DE L'OCCUPATION DU SOL PAR SATELLITE Cahiers de l'IAURIF, n°61, 19p., décembre 1980
- M. Lenco, A. Ballut, J. Lecup, 1980 UTILISATION D'IMAGE SATELLITE POUR DECRIRE L'ETAT ET LE SUIVI DE L'OCCUPATION DU SOL ET DE LA VEGETATION EN ILE-DE-FRANCE-DECEMBRE 1980. IAURIF, DQV, 50p. + annexes, mars 1981
- V. Mariette, J. Poitevin, 1980 TELEDETECTION ET VEGETATION: REPERTOIRE DES "VERITES-TERRAINS" EN MARS ET OCTOBRE 1980 IAURIF, 71 et 111 p. mars 1981
- V. mariette, 1981 TELEDETECTION ET VEGETATION IAURIF, 88 p + annexes, mars 1981
- V. mariette, M. Biancale, 1982 LA TELEDETECTION PAR SATELLITE AU SERVICE DES COMPTES DU PATRIMOINE NATUREL IAURIF, DQV, 57p. + annexes, mars 1981
- V. mariette, J. Poitevin, 1983 LA VEGETATION D'ILE-DE-FRANCE VUE PAR SATELLITE: DES RESULTATS PROMETTEURS IAURIF, 70p. + annexes, mars 1981
- V. Lenco, R. Delavigne, V. Mariette, A. Ballut, M. Villegier, J. Lecup, 1983 L'ILE - DE-FRANCE VUE PAR SATELLITE: LA TELEDETECTION AU SERVICE DE LA QUALITE DE LA VIE Cahiers de l'IAURIF, n°67, pp. 6-22, mars 1983

