

# **FOTOGRAFIA SATELITARIA VERSUS IMAGEN SATELITARIA. ANALISIS DE LOS USOS RECREATIVOS DE LA CAPITAL FEDERAL**

**Natalia Marlenko** \*  
**Ana María Garra** \*\*

## **INTRODUCCION**

A medida que las imágenes teledetectadas fueron mejorando su resolución espacial, se fueron abriendo mayores posibilidades para su utilización en estudios del medio urbano. Se cuenta con numerosos antecedentes de aplicaciones de imágenes satelitarias en estudios urbanos, que abarcan desde el uso de imágenes registradas por el sensor MSS de los primeros LANDSAT hasta las imágenes de radar de los ERS y otras de producción más reciente.

“Desde los orígenes de la exploración espacial las posibilidades de observación de la Tierra gracias a equipos embarcados en satélites suscitaron un futuro esperanzador, ya que con ellos no sólo se podría conocer mejor la Tierra, sino que además se podría conseguir una mejor gestión de los recursos y una mejor ordenación del espacio vital “ (Guernier-Puech,J. -1993).

En estas últimas décadas se ha ido disponiendo de información teledetectada muy variada que ha llevado a la integración de los datos o a estudios comparativos, en otros, como el caso del presente trabajo.

Cada tipo de imagen ha presentado ventajas y limitaciones ya sea espacial, espectral o temporal, pero justamente la gran disponibilidad de distintos productos es lo que ha valorizado esta tecnología y es lo que ha permitido enfocar temáticas cada vez más complejas y diversificadas.

La problemática de las grandes ciudades en todos los aspectos, ha sido enfocada hace tiempo desde distintos puntos de vista y numerosas disciplinas. En este final de milenio, denominado “la era de la información”, se están buscando justamente distintas “fuentes de información” para abordarla.

Entre ellas, la teledetección se presenta como una gran herramienta para aportar datos sobre las áreas urbanas, con conflictos increscendos y que requieren urgentes soluciones dado que la población mundial tiende a ser más población urbana.

Dentro de la problemática urbana, el tema de los espacios recreativos y de los espacios verdes son temas muy importantes por desempeñar un rol ecológico por un lado y un rol social por el otro.

“La dupla recreación y rol ecológico de los espacios verdes jerarquizan y potencian la función y el valor económico y urbano ambiental de los mismos ratificando la validez de la demanda social por dichos espacios, la cual se plantea día a día con mayor vigor y frecuencia” (Echechuri et al -1994).

-

---

\* Directora del Proyecto: UBACYT FI098-Inst.Geografía y Profesora Titular-Dto.Geografía.

\*\* Investigadora Aux.del Proyecto: UBACYT FI098-Inst.Geografía y Docente Auxiliar-Dto.Geografía.  
Facultad de Filosofía y Letras - Universidad de Buenos Aires (UBA).  
Buenos Aires - República Argentina

## **EL MEDIO URBANO Y LA TELEDETECCION**

Los estudios urbanos mediante el uso de los sensores remotos se orientaron en su mayoría a la clasificación del uso y/o cobertura del suelo.

Partiendo de criterios puramente visuales para situar en las fotografías aéreas o imágenes (HRV, TM, MSS) un cierto número de elementos, Colwell y otros subrayan las mejores posibilidades de interpretación de las imágenes de mayor resolución, comparables en precisión a las fotografías aéreas (Michel, A. et al -1990).

Con imágenes HRV de los SPOT se han realizado cálculos de la tasa de verdor y correlación entre densidad de espacios verdes y el nivel socio-económico de la población (De Keersmaecker, M.L.-1987).

Los esfuerzos se dirigen a poder interpretar las fotografías e imágenes satelitales utilizando los métodos desarrollados para la interpretación de fotografías aéreas. Desde este punto de vista, el producto espacial que presenta amplias ventajas para la interpretación visual es la fotografía satelital Sojuz con una resolución espacial de 5m.

Asimismo, cada vez se incrementan más los trabajos en forma automática gracias al gran desarrollo de la interpretación digital, indispensable en muchos casos. Numerosas investigaciones en estudios urbanos se han orientado a la clasificación de los usos del suelo. Se han hecho clasificaciones entre 5 y 19 clases que dieron entre 22% y 83% de fiabilidad para imágenes MSS y entre 48% y 93% para TM (entre 5 y 11 clases).

## **FOTOGRAFIA SOJUZ**

Un producto espacial menos conocido que las imágenes LANDSAT, SPOT o ERS, son las fotografías satelitales Sojuz.

Sojuzcarta fue creada en la URSS como una organización de comercio exterior, dependiente de la Administración Central de Geodesia y Cartografía de la Unión Soviética.

Es la única autorizada a exportar material de exploración espacial, tanto el obtenido por las estaciones orbitales tripuladas como de los satélites automáticos de la serie "Cosmos".

Estos satélites son lanzados periódicamente de acuerdo con un programa preestablecido que se realiza sobre la base de pedidos de fotografías recibidos, que deben realizarse con un año de anticipación. Las órbitas no son fijas y se establecen especialmente para cumplir con los pedidos. El satélite permanece en órbita aproximadamente un mes, después del cual la carga útil baja en paracaídas. Los vuelos se realizan entre mayo y setiembre.

El satélite está programado para sacar fotos en condiciones meteorológicas sin nubes, garantizando de este modo la calidad de las mismas. Asimismo el satélite es totalmente estable y prácticamente no registra oscilaciones, pero no obstante, las fotografías traen la información de su desviación de la vertical, en caso que la hubiera.

Las cámaras Kate 200 -topográfica- y KFA 1000 operan simultáneamente. Los negativos son guardados en Moscú. Las fotografías se pueden comprar en negativo duplicado o en forma digital.

Como en el trabajo se han utilizado fotografías e imágenes provenientes de distintos sistemas espaciales, a continuación se mencionan sus características principales.

**CARACTERISTICAS DE LOS SATELITES:**

SATELITE	SOJUZ	SPOT	LANDSAT (4,5,6)
<b>País responsable</b>	Rusia	Francia	Estados Unidos
<b>Altura</b>	250 / 280 Km	832 Km	705 Km
<b>Orbitas</b>	Variables	Fijas	Fijas
<b>Inclinación de la órbita</b>	83°	98,7°	98°
<b>Frecuencia de toma</b>	2 veces por día	26 días y hasta 2,5 días con mira lateral	16 días
<b>Sensores a bordo</b>	KFA 1000 Kate 200 MK 4	HRV (High Resolution Visible)	TM (Thematic Mapper) MSS (Multi Spectral Scanner)
<b>Formato del producto</b>	Digital o Negativo duplicado	Digital o Papel	Digital o Papel

**CARACTERISTICAS DE LOS SENSORES:**

SENSOR	Cámara KFA - 1000	Cámara MK - 4	Cámara Kate 200	Barredor TM	Barredor AVR	Barredor AVR
<b>Características</b>	Color espectrozo- nal	Multizonal y color multi- espectral	Multizonal	Multiespectr- al	Modo multi- espectral	Modo pan- cromático
<b>Escala de relevamiento</b>	1: 270000	1: 650000 1: 1300000	1: 1350000	_____	_____	_____
<b>Rangos espectrales (μ)</b>	0,57-0,68 0,68-0,81	Z1 0,63- 0,69 Z2 0,81- 0,90 Z3 0,51- 0,56 Z4 0,46- 0,50 Z5 0,58- 0,80	0,50-0,60 0,60-0,70 0,70-0,80	B1 0,45- 0,52 B2 0,52- 0,60 B3 0,63- 0,69 B4 0,76- 0,90 B5 1,55- 1,75	0,50- 0,59 0,61- 0,68 0,79- 0,89	0,51- 0,73

		Z6 0,40-0,70		B6 2,08-2,35 B710,40-12,50		
<b>Distancia focal</b>	1000 mm		200 mm	_____	_____	_____
<b>Tamaño Imag. (frame)</b>	300x300 mm	180x180 mm	180x180m m	Variable	Variable	Variable
<b>Superficie cubierta</b>	80x80 Km	117x117 Km hasta 216x216 Km	243x243 Km	185x185 Km	60x60 Km	60x60 Km
<b>Estereoscópico</b>	Si	Si	Si	No	Si	Si
<b>Superposición longitudinal</b>	60%	60%	60%	76% en Ecuador 54% a 60°latitud	100%	100%
<b>Resolución espacial</b>	5 m	6 - 8 m	15 - 30 m	30 m	20 m	10m

## LOS ESPACIOS RECREATIVOS Y LOS ESPACIOS VERDES

En este trabajo se ha abordado la interpretación de los espacios recreativos y aunque en la mayoría de los casos los mismos son verdes, existen diferencias conceptuales en su definición.

Se considera a los espacios recreativos en base a su uso o función dentro de los usos del suelo urbano. Si el objetivo hubiese sido los espacios verdes, aunque dentro de ellos se encuentren numerosos de uso recreativo, también incluirían los de servicios, educación, infraestructura, transporte, salud, etc. Por otra parte, no todos los recreativos son verdes ya que muchos espacios de este tipo lamentablemente van perdiendo su verde por un proceso de cementación.

En términos generales podemos considerar en la Capital Federal la existencia de espacios verdes recreativos de uso no limitado (aprox. 38%), espacios verdes de acceso libre pero con actividades recreativas limitadas (14%), espacios verdes recreativos de uso limitado (23%) y unidades especiales como la Reserva Ecológica (27%) (Echechuri et al -1994).

En cuanto al acceso a los espacios recreativos, aunque en un principio se consideraban como espacios públicos, con el avance del capital privado esta situación ha cambiado aumentando cada vez más el acceso restringido a los mismos.

En general, la Capital Federal presenta un porcentaje bajo de espacios verdes por habitante. estimado en aproximadamente 3m<sup>2</sup>. Si comparamos a la ciudad de Buenos Aires con otras grandes ciudades veremos que este porcentaje es muy bajo. Algunas ciudades como Los Angeles: 12 m<sup>2</sup>/hab, Brasilia: 14,8 m<sup>2</sup>/hab, Madrid: 11,29 m<sup>2</sup>/hab (Thays,C. et al-1994) se acercan a la situación que aconseja la Organización Mundial de la Salud (10-15 m<sup>2</sup>/hab).

Sin embargo, muchas capitales de Sudamérica tienen también deficiencias similares a las de la ciudad de Buenos Aires como Quito: 4,3 m<sup>2</sup>/hab, Bogotá: 3,1 m<sup>2</sup>/hab y México: 3,4 m<sup>2</sup>/hab.

Además de la escasez de espacios verdes, la Capital Federal muestra una desigual distribución de los mismos, que reflejan las desigualdades sociales existentes entre los distintos sectores de la Ciudad.

También llama la atención la desigualdad de superficies que presentan la dispersión de pequeños espacios como plazas o plazoletas en la mayor parte de la Ciudad y la concentración de grandes parques urbanos sobre el Riachuelo y en las costas norte y sur del Río de la Plata.

La inquietud por los espacios verdes conduce a la realización del Código de Planeamiento Urbano de 1977 que propone preservar las áreas de interés natural, paisajístico, histórico y turístico, clasifica los espacios en: circulatorios, parcelarios, verdes y libres públicos y promueve el aumento de los espacios verdes públicos.

Como parte de la preocupación de la población por la salud y su calidad de vida, aparece una mayor demanda de espacios recreativos al aire libre para ser usados para solarium, aerobismo y otros deportes, esparcimiento en general, etc.

Estas nuevas demandas provocan la necesidad de adecuar los espacios actuales y racionalizar los recursos disponibles de modo que sea posible utilizarlos dando respuesta a la demanda actual al mismo tiempo que evitando los riesgos de deterioro como consecuencia de una utilización abusiva (Echichuri et al -1994).

## **INTERPRETACION DE LOS ESPACIOS RECREATIVOS**

El propósito del trabajo no es hacer un relevamiento de los espacios recreativos sino ensayar una metodología basada en la interpretación visual de fotografías satelitales Sojuz para determinar hasta que nivel de detalle nos proporcionan datos suficientes y comparar las posibilidades de interpretación de las mismas con las imágenes satelitales. Este método de análisis es relativamente rápido y no muy costoso lo cual permitiría mantener actualizada la información sobre los espacios recreativos y los espacios verdes en permanente cambio, cuya dinámica no es controlada adecuadamente.

La interpretación se realizó sobre fotografías obtenidas con la cámara espectrozonar KFA 1000 comparándolas con interpretaciones realizadas sobre las imágenes: TM del LANDSAT y el HRV del SPOT. Las fotografías Sojuz corresponden a junio de 1989, no habiendo ningunas otras de fecha más reciente. La escala de trabajo fue 1:100.000 para todos los productos y se interpretaron imágenes TM y HRV de fechas más cercanas posibles a las de Sojuz en cuanto a la estación y año de tomas. La interpretación preliminar fue verificada en el terreno para llevar a cabo la interpretación final.

En el momento actual, cuando estamos asistiendo a los importantes logros de la interpretación digital mediante muy desarrollados soft y con el advenimiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se podría pensar que la interpretación visual ha quedado relegada a los archivos del tiempo.

Sin embargo, la vigencia de la fotografía aérea y de fotografías satelitales para trabajos específicos, por un lado y la capacidad del ojo humano y de la mente entrenada de los especialistas en interpretación por otra, siguen rindiendo sus frutos en el campo de las ciencias de la Tierra.

“La fotointerpretación practicada desde que se inició la fotogrametría y que muchas veces se deja de lado en teledetección, sustituyéndola por tratamientos numéricos enteramente automáticos, encuentra hoy día una segunda juventud con las imágenes de alta resolución espacial” (Armand,M.-1991) en muchos casos usada también como una sinergia de análisis visuales y numéricos.

Se debe tener presente ...”el rendimiento inigualado del ojo humano en el tratamiento de imágenes”... (Louanges,F.-1990) y en su interpretación.

El análisis visual de las firmas espectrales de las coberturas urbanas requiere un ajustado análisis de las componentes del medio

“El área urbana tiene la característica fundamental de ser muy heterogénea ya que se entremezclan distintos tipos de elementos: construcciones, vegetación, caminos, etc, en consecuencia la respuesta espectral posee también un alto grado de variabilidad” (Aguglino,R. et al -1991).

Este hecho se presenta con gran complejidad en los espacios recreativos que poseen varias coberturas. presentando tres componentes fundamentales que inciden en la firma espectral. Se ha analizado la composición de dichos espacios a la luz del porcentaje de cada componente, es decir: 1) vegetación arbórea, 2) vegetación herbácea, 3) cemento y 4) suelo.

También se tuvo en cuenta como se comporta cada componente en las distintas regiones espectrales, ya que el análisis comparativo se realizó entre fotografías e imágenes en la región espectral del visible y en la del infrarrojo cercano.

La interpretación fue determinada principalmente por dos factores: el tamaño de los espacios recreativos y el tipo de cobertura.

La superficie mínima mapeada fue de una plazoleta (menos de 1 ha) en las Sojuz y de una plaza (dimensión aproximada 1 ha) en las imágenes TM y HRV. Las unidades de mapeo de mayor superficie fueron los parques, en general espacios verdes, que superaron las 25 ha.

Con respecto a la cobertura, fue analizada con mayor profundidad la vegetación, por sus numerosas funciones en lo relativo al bienestar de la población y a su calidad de vida: aporta oxígeno y consume monóxido de carbono, lo cual hace que actúe favorablemente en disminuir la contaminación atmosférica, sobre todo en zonas donde la edificación alta y compacta se comporta como una pantalla que no permite la dilución de los factores contaminantes; absorbe toxinas y fija partículas en el follaje purificando el aire. Es muy importante también su función como regulador térmico en un ambiente donde la edificación absorbe y retiene la energía calórica y como regulador hídrico que mediante la acumulación y retención del agua reingresa humedad a la atmósfera a través de la evapotranspiración y además infiltra agua en el suelo, hecho importante en el problema de inundaciones de la Ciudad.

La alta reflectancia en la región del infrarrojo y su respuesta espectral contrastada con la edificación, en el visible, facilitaron la identificación y la cuantificación en las imágenes y fotografías.

La firma espectral de cemento u otros materiales inertes presentes en los espacios recreativos, se acerca mucho a la de suelo desnudo, por lo cual, en la cuantificación de los componentes se consideró: 1) vegetación arbórea; 2) vegetación herbácea; 3) materiales inertes y suelo.

## RESULTADOS

La interpretación de las fotografías satelitales Sojuz permitieron elaborar la siguiente jerarquización por tamaño del espacio recreativo: **1)** < de 1ha, **2)** de 1 ha, **3)** 1,1 - 1,5 ha, **4)** 1,6 - 2,0 ha, **5)** 2,1 - 4,0 ha, **6)** 4,1 - 10 ha, **7)** 10,1 - 20 ha, **8)** > de 20 ha.

Al comparar dicha jerarquización con las imágenes HRV y TM la identificación e interpretación de los espacios recreativos presentó ciertas dificultades para los de menor tamaño, a medida que disminuía la resolución de las imágenes. Es de destacar que, la firma espectral de la cobertura fue muy importante en la identificación de los mismos.

### *IDENTIFICACIÓN POR TAMAÑO:*

<b>SENSOR</b>	<b>SOJUZ</b>	<b>HRV Pancromática</b>	<b>HRV Multibanda</b>	<b>TM Infrarrojo</b>	<b>TM Color Natural</b>
<b>Resolución</b>	5m	10 m	20 m	30 m	30 m
<b>&lt; de 1 ha</b>	MB	R	R	R	N
<b>De 1 ha</b>	E	B	MB	R	N
<b>De 1,1 a 1,5 ha</b>	E	B	MB	B	N
<b>De 1,6 a 2,0 ha</b>	E	MB	MB	B	R
<b>De 2,1 a 4,0 ha</b>	E	MB	E	MB	B
<b>De 4,1 10 ha</b>	E	E	E	E	MB
<b>De 10,1 a 20 ha</b>	E	E	E	E	E
<b>&gt; 20 ha</b>	E	E	E	E	E

Referencias: E Excelente MB Muy Bueno B Bueno R Regular N Nulo.

Al interpretar el material satelitario se clasificaron los espacios recreativos por predominio de cobertura teniendo en cuenta el tamaño de los mismos:

**IDENTIFICACION POR COBERTURA:**

<b>Fotografías e Imágenes</b>	<b>SOJUZ</b>	<b>HRV Pancromática</b>	<b>HRV Multibanda</b>	<b>TM Infrarroja</b>	<b>TM Color Natural</b>
<b>&lt; de 1 ha</b>					
Arbórea	E	B	MB	R	N
Herbácea	MB	R	B	N	N
Material Inerte y Suelo	B	N	N	N	N
Mixta	R	N	N	N	N
<b>De 1 ha</b>					
Arbórea	E	B	MB	B	N
Herbácea	MB	R	B	B	N
Material Inerte y Suelo	B	R	R	R	N
Mixta	B	R	R	R	N
<b>De 1,1 a 1,5 ha</b>					
Arbórea	E	B	MB	B	N
Herbácea	MB	R	B	B	N
Material Inerte y Suelo	B	R	R	R	N
Mixta	B	R	R	R	N
<b>De 1,6 a 2,0 ha</b>					
Arbórea	E	MB	MB	B	R
Herbácea	MB	B	B	B	R
Material Inerte y Suelo	MB	R	B	R	N
Mixta	B	R	B	R	N
<b>De 2,1 a 4,0 ha</b>					
Arbórea	E	MB	MB	MB	B
Herbácea	E	B	MB	MB	B
Material Inerte y Suelo	E	B	B	B	R
Mixta	MB	B	B	B	R
<b>De 4,1 a 10 ha</b>					



Arbórea	E	E	E	E	MB
Herbácea	E	B	E	E	B
Material Inerte y Suelo	E	B	MB	MB	R
Mixta	E	MB	MB	MB	B
<b>De 10,1 a 20 ha</b>					
Arbórea	E	E	E	E	MB
Herbácea	E	E	E	E	MB
Material Inerte y Suelo	E	E	E	E	MB
Mixta	E	E	E	E	MB
<b>&gt; de 20 ha</b>					
Arbórea	E	E	E	E	E
Herbácea	E	E	E	E	E
Material Inerte y Suelo	E	E	E	E	E
Mixta	E	E	E	E	E

Referencias: E Excelente MB Muy Bueno B Bueno R Regular N Nulo.

## CONSIDERACIONES FINALES

- La resolución espacial juega un rol fundamental en la interpretación de los usos del suelo en áreas urbanas, sobre todo cuando la misma se realiza con técnicas visuales.

- La resolución espacial de las fotografías Sojuz permitió mapear a nivel de plazoleta o sea, espacio recreativo menor de 1 ha., en cambio, en las imágenes la unidad mínima de mapeo fue de 1 ha (plaza).

- Analizando las tres firmas espectrales en las fotografías Sojuz, la que mejor se separa es la vegetación arbórea, habiendo confusión entre la vegetación herbácea y los materiales inertes/suelo. En consecuencia, los espacios con predominio de vegetación arbórea se interpretaron con mayor exactitud que las otras coberturas, independientemente del tamaño.

- Las superficies de una manzana con predominio arbóreo se identificaron muy bien en todas las regiones espectrales analizadas, con resoluciones entre 5 y 30 m.

- Las plazas de 1 ha y menores con predominio herbáceo se identificaron en Sojuz, con dificultad en HRV y no pudieron ser detectadas en las imágenes TM..

- Para igual resolución, el infrarrojo color permitió mejor interpretación que el color natural encontrándose la imagen color natural apropiada únicamente para espacios grandes como parques.

- Las imágenes infrarrojo color tuvieron ventajas sobre las imágenes en el espectro visible.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguglino,R., Mazzocato,M.E., Torrusio,S., Rivera Pinares,A. (1991) “Utilización de imágenes Landsat en la interpretación de densidad poblacional en el Conurbano Bonaerense”. Proceedings V Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Cuzco, Perú.
- Armand,M. (1991) “Aplicación de la Teledetección al urbanismo”. Boletín SELPER. Vol 7- Nro. 4.
- CNES / SPOT Image (1991) “SPOT user’s handbook”. CNES / SPOT Image. Tolouse, Francia.
- De Keersmaecker,M.L. (1987) “Etude par télédétection des quartiers résidentiels en milieu urbain; la détermination de leurs caractéristiques socio-économiques”. Actes du Colloque F13G
- Echechuri,H.A., Giudice,L.A., Prudkin,N. (1994) ”Los espacios verdes de la Capital Federal”. Municipalidad de Buenos Aires. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Guernier - Puech,J. (1993) “Programa de Observación de la Tierra del CNES”. Proceedings VI Simposio Latinoamericano de Percepción Remota. Cartagena, Colombia.
- Louanges,F. (1980) “La photo-interprétation assistée par ordinateur”.Conférence Société Française de Fotogramétrie et Teledétection. Paris, Francia.
- Malaret,E., Bartolucci,L.A., Lozano,D.F., Anuta,P.E., Mc Gillen,C.D.(1985) “Landsat 4 and Landsat 5 Thematic Mapper data quality analysis”.Photogrammetric Engineering and Remote Sensing - 51.
- Michel,A., Dureau,F. (1990) “Teledetección aérea y espacial en medio urbano y observación demográfica”. Boletín SELPER Vol 6 - Nro. 4.
- Sojuzcarta (1988) “Sojuzcarta”. SELPER Magazine. Año 1 - Nro. 2.
- Thays,C., Bayá Casal,J.B. (1994) “Los espacios verdes de Buenos Aires. Problemas urbanísticos de Buenos Aires”. Edición Oikos.