

# Satélites de reconocimiento fotográfico

MANUEL BAUTISTA ARANDA  
General Ingeniero Aeronáutico  
Vicepresidente del INTA

La posibilidad de conseguir información fotográfica por medio de satélites ha abierto un campo nuevo con perspectivas realmente extraordinarias. Los satélites pueden sobrevolar cualquier punto de la superficie terrestre, sin que esto se considere como una violación de la soberanía de los Estados (1). Y los continuos progresos en la instrumentación instalada a bordo les permite obtener cada vez más información y más precisa. Todo ello hace que los mandos militares de los países que tienen capacidad para poner satélites en órbita dediquen una atención preferente y unos elevados presupuestos a los sistemas de vigilancia y observación por medio de satélites.

Para realizar de una forma eficaz las funciones de vigilancia y observación se utilizan varios tipos de satélites "especializados", provistos de la instrumentación adecuada a su especialización y que se sitúan también en las órbitas apropiadas. Son básicamente los de reconocimiento fotográfico, vigilancia y observación de los Océanos, detectores de lanzamientos de misiles, escucha de las emisiones radioeléctricas, detectores de explosiones nucleares y meteorológicos militares.

Este artículo va a tratar únicamente de los de reconocimiento fotográfico.

Las primeras actividades de los EE.UU. en este campo se inician en febrero de 1959 con el lanzamiento del "Discoverer 1", tan sólo un año

después de que pusieran en órbita su primer satélite, el "Explorer 1" (1 febrero 1958). El programa "Discoverer" tenía como objetivo fundamental el de experimentar en vuelo y poner a punto una serie de técnicas básicas para los satélites de reconocimiento fotográfico.

Fruto de estas experiencias fue el "Samos 2", primer satélite operativo de reconocimiento fotográfico, puesto en órbita el 31 de enero de 1961. Su éxito fue total y desde entonces el empleo de satélites para misiones de reconocimiento ha continuado ininterrumpidamente.

En lo que respecta a la Unión Soviética, el desarrollo de los satélites de reconocimiento fotográfico ha seguido un proceso paralelo al de los Estados Unidos. Empiezan los lanzamientos en 1960 y el primer modelo operativo, en abril de 1962, fue el "Cosmos 4". La gran familia "Cosmos" son en su mayoría satélites militares de observación y vigilancia.

Los satélites son sin duda una herramienta extraordinaria, pero distan mucho de ser la panacea. Junto a sus muchas posibilidades tienen también una serie de limita-



Imagen de Barajas, tomada por el satélite civil norteamericano LANDSAT 4, a 700 kms. de altura, con una resolución de 30 metros.

(1) En alguna ocasión, al discutir si el paso de un satélite violaba o no el espacio aéreo del país sobrevolado, se ha argumentado que en realidad no era el satélite el que pasaba por encima del país, sino que era el país, como consecuencia del giro de la Tierra, el que pasaba por debajo del satélite, ya que la órbita de éste está en un plano fijo y no gira con la Tierra.

ciones. Para analizarlas vamos a considerar los siguientes aspectos:

- Areas que puede sobrevolar un satélite.
- Cantidad de imágenes que puede tomar.
- Frecuencia con que puede fotografiarse un objetivo.
- Calidad de las imágenes obtenidas.
- Posibilidad de enmascaramiento de objetivos e interferencia del satélite.

### **AREAS QUE PUEDE SOBREVOLAR UN SATELITE**

La parte de la superficie terrestre que puede sobrevolar un satélite depende exclusivamente de la inclinación de su órbita, es decir, del ángulo diedro que forma el plano de la órbita con el plano del Ecuador terrestre.

Si esta inclinación es de 40 grados, como por ejemplo, el satélite podrá sobrevolar cualquier punto de la superficie terrestre comprendido entre los 40° de latitud Norte y los 40° de latitud Sur. Pero no podrá sobrevolar nunca, ningún punto situado más al Norte de los 40° N, ni más al Sur de los 40° S.

Por tanto, la superficie fotografiable es tanto mayor cuanto mayor sea la inclinación de la órbita. Y si esta inclinación llega a 90° —las llamadas órbitas polares— la cobertura que se consigue es total y cualquier punto de la Tierra puede ser fotografiado. Los satélites de reconocimiento se sitúan siempre en órbitas de gran inclinación, a pesar de que la energía necesaria para su puesta en órbita va siendo mayor a medida que crece esta inclinación. O lo que es equivalente, un mismo cohete lanzador puede poner en órbita satélites más pesados en órbitas de baja inclinación que cuando se trata de órbitas polares o de alta inclinación.

Mención especial merecen las llamadas órbitas heliosincronas, que permiten que cualquier objetivo sea sobrevolado siempre a la misma hora del día. Con ello se consigue que imágenes sucesivas tomadas en fechas distintas lo sean en condiciones parecidas de iluminación del terreno y con el mismo juego de luces y sombras, lo que facilita la labor posterior de los interpretado-

res y el detectar los cambios que hayan podido producirse en un objetivo concreto entre dos tomas consecutivas. Las órbitas heliosincronas se consiguen dando al plano de las mismas una inclinación algo superior a los 90° (2) de tal forma que la precesión del plano de ésta órbita, causada por la forma no esférica de la Tierra, sino achatada por los Polos, compense exactamente la diferencia que hay entre la duración del día solar (24 horas) y el periodo de rotación de la Tierra (día sideral), que es de 23 horas, 56 minutos y 4 segundos.

Los satélites norteamericanos de reconocimiento fotográfico se sitúan sistemáticamente en órbitas heliosincronas. Los soviéticos por su parte emplean varios tipos de órbitas, todas de gran inclinación (entre 51° y 81°); pero no utilizan órbitas polares, ni órbitas heliosincronas.

Un satélite puede llegar a fotografiar cualquier punto de la superficie terrestre pero no cuando quiere, sino cuando puede, es decir, cuando el satélite pasa por su vertical o próximo a ella. Este hecho representa una limitación muy fuerte, cuando se desean observar hechos o situaciones transitorias de corta duración.

### **CANTIDAD DE IMAGENES QUE PUEDEN TOMAR**

El número de imágenes que pueden obtenerse con un satélite de reconocimiento fotográfico dependen fundamentalmente de:

- Las cámaras utilizadas a bordo.
- El sistema de almacenamiento de imágenes.
- El procedimiento usado para transmitir estas imágenes a tierra.

Cuando el sistema empleado es el de impresionar película fotográfica, la limitación viene dada por la cantidad total de película que lleva el satélite en el momento de su lanzamiento y que al cabo de un cierto tiempo, semanas o meses, se acaba agotando. Además, este sis-

(2) La inclinación exacta que se necesita para que una órbita sea heliosincrona depende de la altura y excentricidad de la misma. A título de ejemplo, un satélite situado en órbita circular a 400 Km. de altura necesita una inclinación de 97°. Y ese mismo satélite necesitaría una inclinación de 99° para 900 Km. de altura.

tema requiere el envío a tierra del papel impresionado lo que significa que, aparte de los problemas técnicos que crea esta recuperación, la información captada tardará normalmente varios días hasta que llegue a poder de sus usuarios. Para reducir en lo posible este retraso los satélites norteamericanos del tipo "Big Bird" y los rusos de la 4ª generación, van provistos de varias cápsulas, que van lanzando sucesivamente.

El sistema de película fotográfica se utiliza todavía a pesar de sus inconvenientes porque es el que permite obtener las fotografías de más alta calidad y resolución.

La información captada a bordo puede también enviarse a tierra por métodos radioeléctricos, mediante sistemas parecidos a los que se emplean en la transmisión de imágenes por televisión.

La información puede recibirse así en directo, conforme se está captando, sin los retrasos que antes señalábamos.

Comparados con los sistemas que emplean película fotográfica, los de transmisión radioeléctrica tienen el inconveniente de que la calidad y resolución de las imágenes recibidas en tierra es algo inferior; pero la información puede recibirse rápidamente y no tienen la limitación de la película fotográfica que antes o después termina por agotarse. La cantidad de información que pueden transmitir a lo largo de su vida útil es muy superior.

Sin embargo, la transmisión en directo de las imágenes captadas a bordo solo es posible cuando el satélite está en contacto con una estación terrena. Y, teniendo en cuenta las bandas del espectro de frecuencias utilizadas, este contacto directo solo puede ocurrir cuando el satélite pasa por encima del horizonte de la estación y hay línea directa de "visión" entre ambos.

Al cabo del día, el tiempo total en que esta situación de visión directa satélite-estación se presenta es relativamente pequeño (Cuadro 1).

Disponiendo de una red de estaciones, adecuadamente distribuidas en la superficie terrestre, puede ampliarse algo, pero, por razones geográficas, políticas y económicas, es imposible que la red de estaciones sea tan completa como para mantener un contacto ininterrumpido. Y además, cuando los satélites sobrevuelan el territorio enemigo,

#### CUADRO NUM. 1

##### TIEMPO DE VISION DIRECTA SATELITE-ESTACION TERRENA

**E**L tiempo total de visión directa satélite estación terrena depende de la altura del satélite, de la inclinación de su órbita y en gran medida de la latitud geográfica en que esté situada la estación. Para concretar ideas vamos a considerar el caso de un satélite en órbita polar, a 250 Km. de altura y 90 minutos de periodo. Una estación situada en el Ecuador, que es la peor situación para este caso particular de órbita, solo podría tener contacto directo y recibir información unas 3 ó 4 veces al día, con un tiempo útil total no superior a unos 15 minutos. Esta misma estación situada en un Polo, que teóricamente es la situación óptima para su órbita polar, ya que el satélite sobrevuela el Polo en cada una de sus vueltas alrededor de la Tierra, podría establecer contacto 16 veces diarias, con una duración de unos 6 minutos cada vez y un total de unos 100 minutos al cabo del día. Y en latitudes intermedias, también serían intermedias entre ambos casos extremos las posibilidades de comunicación.

Pero incluso en el caso óptimo del ejemplo considerado, la estación solo puede estar en contacto, y por tanto recibir información en directo, durante unos 100 minutos diarios. Y no puede recibir nada durante el resto del día, es decir, durante unos 1.340 minutos, que representan el 93% del tiempo.

que es justamente cuando están captando la información más interesante, es cuando normalmente quedan fuera del alcance de las estaciones propias.

El problema que se plantea puede resolverse de dos formas totalmente distintas. La primera, que es la corrientemente utilizada, consiste en grabar y almacenar a bordo la información que va recogiendo el satélite y transmitirla a tierra cuando entre en contacto con una estación propia. Los sistemas de grabación por sus fallos suelen constituir un punto débil del satélite. Además, como su capacidad de almacenamiento resulta de todas formas limitada, solo puede filmar ciertos objetivos prioritarios.

La segunda forma de resolver el problema anterior es la de utilizar un segundo satélite, en órbita geostacionaria o en órbita elíptica de muy alto apogeo, que actúe como repetidor respecto a una estación de tierra. La cantidad total de información que puede obtenerse con este sistema es muy superior a la de los sistemas antes citados. Los Estados Unidos utilizan los satélites de comunicaciones del tipo SDS, en órbitas muy excéntricas (perigeo 300 Km., apogeo 39.000 Km.), como satélites repetidores.

#### FRECUENCIA CON QUE PUEDE FOTOGRAFIARSE UN OBJETIVO

Si se eligen adecuadamente los parámetros de la órbita de un satélite puede conseguirse que sobrevuele periódicamente el mismo objetivo: por ejemplo, cada día. Pero

hay otros factores a considerar en el momento de elegir la órbita más conveniente.

En el ejemplo mostrado en el Cuadro 2 puede verse que entre la órbita que pasa por Madrid y la siguiente que pasa por el Extremo Este de Italia, hay una gran extensión de terreno que no es sobrevolado por el satélite y que no podría ser fotografiado ese día. Si el satélite repite su misma trayectoria al día siguiente y sobrevuela los mismos puntos del día anterior, las extensiones de terreno no cubiertas el primer día, tampoco lo serán en días sucesivos. Por el contrario, si la proyección de la órbita sobre la superficie terrestre se va desplazando de un día a otro, al cabo de

un cierto número de días puede cubrirse todo el terreno sin dejar huecos.

Los días que necesita un satélite para conseguir una cobertura completa depende fundamentalmente de la anchura de la franja que pueda fotografiarse en cada paso del satélite. Y esto a su vez depende de dos factores: la altura de la órbita y las características del sistema óptico de a bordo. Para un mismo sistema óptico, cuanto mayor sea la altura, mayor será la superficie cubierta por cada fotografía, aunque simultáneamente irá perdiendo resolución. A título de orientación puede decirse que para conseguir una cobertura completa con un satélite de órbita baja hacen falta entre dos y tres semanas. En la práctica el tiempo necesario puede ser bastante mayor por la necesidad de una atmósfera limpia, sin nubes, para tomar las fotografías y por las limitaciones de los satélites ya expuestas en cuanto a capacidad de almacenamiento de fotografías a bordo y capacidad del sistema de transmisión a tierra.

Si lo que se desea, más que una cobertura completa, es saber con qué frecuencia pueden obtenerse imágenes de un objetivo concreto, el problema es distinto. La respuesta depende también de la altura de la órbita, pero sobre todo, de la capacidad que tenga el sistema óptico de a bordo para sacar fotos oblicuas, es decir, de cuántos grados

#### CUADRO NUM. 2

##### FRECUENCIA DE PASO DE UN SATELITE SOBRE UN PUNTO DADO

**S**en un momento dado un satélite pasa, por ejemplo, por la vertical de Madrid (coordenadas 40° N, 4° W), cuando este satélite vuelva a cruzar el paralelo 40° N, después de haber dado una vuelta completa a la Tierra, ya no sobrevolará la ciudad de Madrid, porque durante el tiempo transcurrido la Tierra ha girado un cierto ángulo sobre su eje. El satélite cruzará el paralelo 40° N por un punto situado más al Este. ¿Cuánto más al Este?. Pues depende de la altura de su órbita. Para órbitas bajas, de unos 200 ó 300 Km. de altura, que son las habituales en los satélites de reconocimiento fotográfico, el periodo, es decir, el tiempo que tarda el satélite en recorrer su órbita completa, es de unos 90 minutos. Y en 90 minutos la Tierra ha girado 22,5 grados, que equivalen a unos 2.500 Km. en el Ecuador y a unos 1.900 Km. a 40° N.

En el ejemplo que hemos puesto de un satélite de órbita baja que sobrevuela Madrid, en el paso siguiente cruzaría el paralelo 40° N por el extremo este de Italia (península de Tarento). En la figura 1 se representan las zonas sobrevoladas en tres pasos consecutivos (a, b y c) de un satélite de este tipo y con una inclinación de 65°, que es bastante utilizada por los satélites de reconocimiento soviéticos.

Unas 12 horas después, el satélite vuelve a sobrevolar estas regiones (pasos d, e y f), pero si antes se movía de Sur a Norte (pasos ascendentes), ahora se moverá de Norte a Sur (pasos descendentes). Y si los primeros tenían lugar durante las horas diurnas, los segundos ocurrirían durante la noche, por lo que su utilidad, a efectos de toma de fotografías, es muy inferior.

Los nuevos pasos diurnos tendrán lugar al día siguiente, unas 24 horas después de los primeros, después de que el satélite haya dado 16 vueltas a la Tierra. El satélite volverá a pasar sobre España, o sus proximidades, pero no forzosamente sobre Madrid. Y es posible que haya que esperar varios días hasta que vuelva a sobrevolar Madrid.





*Al dorso, a doble página, fotografía de Madrid, con una resolución aproximada de 5 metros, al parecer no tomada desde satélite.*

pueda inclinarse a un lado y a otro de su trayectoria, para poder fotografiar objetivos que queden relativamente lejos de la vertical de la zona sobrevolada. También influye la latitud geográfica en que se encuentra el objetivo. Si se encuentra a unos 40, puede pensarse que dicho objetivo podría fotografiarse unas dos veces por semana, si bien unas veces serían fotos verticales y otras, las más, serían fotos oblicuas.

### CALIDAD DE LAS IMAGENES OBTENIDAS

Se ha especulado mucho sobre los detalles que pueden observarse desde los satélites de reconocimiento y sobre el tamaño mínimo de los objetos que pueden identificarse en las fotografías tomadas por ellos. Este es un tema que siempre se ha considerado como alto secreto militar y nunca se han dado datos oficiales, ni se han publicado fotografías de alta resolución tomadas por satélites militares.

Pero aunque no se disponga de datos oficiales, sí se puede llegar a unas ciertas estimaciones, posiblemente bastante cercanas a la realidad, analizando los principios físicos en que se basa el funcionamiento de una cámara fotográfica y las limitaciones que impone su utilización en un satélite. Para empezar hay que tener en cuenta que la calidad de una imagen depende de bastantes factores. Depende, por supuesto, de las características de la cámara utilizada; pero también depende de la altura a la que se encuentre el satélite, del tipo de película fotográfica empleada, del estado de transparencia de la atmósfera, de la forma en que está iluminado el objeto a fotografiar y del contraste que pueda haber, por su forma o su color, entre este objeto y el terreno circundante (Cuadro 3).

### ALTURA DEL SATELITE

La altura mínima está limitada por la presencia de la atmósfera que produce un efecto de frenado

en el satélite y le hace perder altura poco a poco, hasta que acaba quemándose y desintegrándose. Para concretar ideas y a título puramente indicativo podemos decir que un satélite en órbita circular a 800 Km. de altura puede permanecer en el espacio unos 100 años. Que a 500 Km. este tiempo se reduce a unos 10 años. Y que entre 150 y 200 Km. el tiempo hay que medirlo en meses, semanas, o incluso días.

La permanencia en órbita puede hacerse mayor utilizando órbitas excéntricas, ya que el frenado atmosférico tiene lugar principalmente cerca del perigeo, siendo menor en el resto. Y si el satélite va provisto de un motor auxiliar, con su correspondiente combustible, es posible compensar el efecto del frenado atmosférico restaurando periódicamente la altura del perigeo y prolongando su vida útil. Incluso es posible hacer "excursiones" de corta duración, bajando hasta unos 125 Km., tomando las imágenes

que se deseen y recuperando rápidamente la altura original. En cualquier caso, el combustible disponible a bordo es siempre limitado y las posibilidades de maniobra del satélite son bastante reducidas.

### DISTANCIA FOCAL Y PELICULA FOTOGRAFICA

El deseo de obtener fotografías muy detalladas ha llevado a emplear cámaras fotográficas con distancia focal cada vez mayor. Se han llegado a montar a bordo de los satélites verdaderos telescopios de varias toneladas de peso. Pero la distancia focal no se puede aumentar indefinidamente por problemas de tamaño, peso y fenómenos de difracción. Parece que ha sido posible llegar hasta una distancia focal de 6 metros, pero que es muy difícil superar esta cifra.

La capacidad de una película para impresionar imágenes nítidas

#### CUADRO NUM. 3

##### CALCULO DE LA RESOLUCION QUE SE PUEDE OBTENER EN UNA FOTOGRAFIA POR SATELITE

**S**UPONIENDO que todos los factores que influyen en la definición de la fotografía se dan en grado óptimo vamos a tratar de calcular cual es la resolución que puede obtenerse. En la figura 2 se muestra esquemáticamente la geometría de la formación de imágenes en el plano focal de una cámara fotográfica instalada en un satélite. La imagen que se forma en el plano focal es una reproducción de la que existe en la superficie de la Tierra, pero con unas dimensiones muy inferiores.

La reducción es justamente:

$$\frac{d}{D} = \frac{f}{h}$$

siendo "f" la distancia focal del sistema óptico y "h" la altura a que se encuentra el satélite en el momento de tomar la fotografía. Si llamamos "n" al máximo número de líneas por milímetro que pueden grabarse en el papel fotográfico utilizado, la resolución "R" de la imagen, es decir, la distancia mínima en tierra entre dos objetos que pueden distinguirse como puntos separados en la fotografía, viene dada por la fórmula:

$$R = \frac{h}{f \cdot n}$$

en la que "R" viene expresado en metros, "h" en kilómetros, "f" en metros y "n" en líneas por milímetro.

Del examen de esta fórmula se deduce rápidamente que para conseguir una gran resolución (R es muy pequeño) hay que tratar de que la altura del satélite "h" sea pequeña, que la distancia focal "f" sea grande y que el papel utilizado permita un gran número "n" de líneas por milímetro. Analicemos brevemente cada uno de estos tres factores para ver hasta donde se puede llegar en la práctica.

#### CUADRO NUM. 4

##### RESOLUCION MAXIMA EN DOS CASOS CONCRETOS

1.— Un satélite con una cámara de 5 m. de distancia focal, con un papel de 150 líneas/mm. y que sobrevuela el terreno a 150 Km. de altura, puede conseguir una resolución máxima de 0,2 m.

2.— Si la cámara tiene una distancia focal de 6 m. el papel permite 175 líneas/mm. y el satélite sobrevuela a 125 Km. de altura, es decir, en las condiciones que parecen ser las más extremas posibles, la resolución corestante es de 0,12 m.

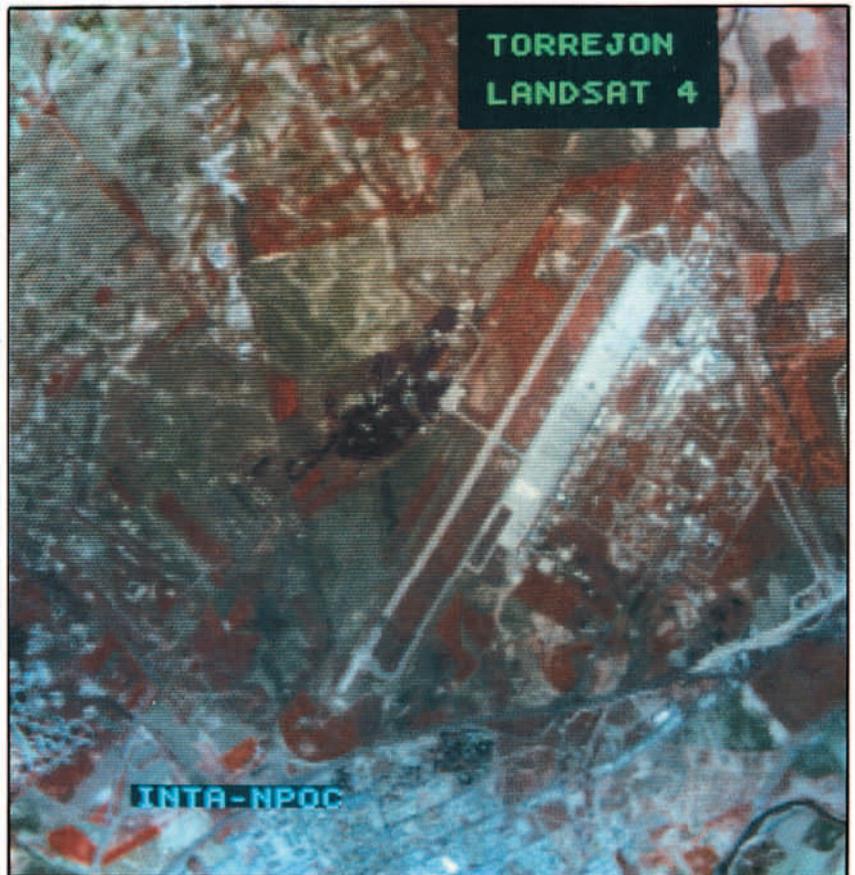
depende fundamentalmente del tamaño del grano en la emulsión, que en las aplicaciones que estamos considerando es del orden de centésimas, e incluso milésimas, de milímetro.

### RESOLUCION MAXIMA (Cuadro 4)

Una resolución próxima a los 15 cm. parece ser que es la máxima que puede conseguirse hoy en día desde un satélite, resolución que coincide con las "filtraciones" publicadas en algunas revistas. Por ejemplo, en la prestigiosa "Aviation Week" cita la cifra de 6 pulgadas (15 cm.) como resolución posible en los satélites norteamericanos del tipo "Close-look" (Cuadro 5).

### POSIBILIDADES DE ENMASCARAMIENTO E INTERFERENCIA DEL SATELITE

Conociendo las posibilidades y limitaciones de los satélites de reconocimiento, se pueden adoptar algunas medidas que impidan, o al menos dificulten, la observación de determinados objetivos o activida-



Fotografía de Torrejón, del LANDSAT 4, desde 700 kms., con una resolución de 30 metros.

### CUADRO NUM. 5 OBJETOS QUE PUEDEN DETECTARSE

**S**i bien el concepto de resolución es bastante intuitivo, vamos a dar algunos ejemplos que lo aclaren más. Con una resolución de 3 m. se puede detectar la existencia en tierra de misiles balísticos; pero hay que llegar a resoluciones de 0,5 m. si se desea identificar el tipo exacto de misil. Análogamente, basta una resolución de unos 5 m. para descubrir la presencia de un avión en tierra; pero ha de ser muy superior para conocer los detalles de su forma, dimensiones, armamento exterior que lleva, etc.

Lo que sí está claro es que la lectura de los titulares de un periódico o la de la matrícula de un coche es algo que queda fuera de las posibilidades actuales contrariamente a lo que publicó la prensa norteamericana hace algunos años. Una resolución máxima de unos 15 cm. en forma alguna permite semejantes cosas.

La figura 3 es bastante ilustrativa. Muestra cómo se vería un avión tipo B-52 que tiene 56 m. de envergadura y 48 m. de longitud, con un sistema óptico cuya resolución fuera:

- 25 m — imagen a
- 10 m — imagen b
- 5 m — imagen c
- 2,5 m — imagen d
- 0,6 m — imagen e

Es interesante ver cómo se van apreciando cada vez más detalles, a medida que va aumentando la resolución.

En la figura 4 se muestra un detalle ampliado de una fotografía de una base aérea soviética con resolución equivalente a la que puede obtenerse con un satélite tipo "Big Bird". Se aprecian con toda claridad un Mig-25, un Mig-21 y hasta las personas que los atienden.

La fotografía reproducida en la Fig. 5 ha sido ampliamente difundida en numerosos libros y revistas. Fue tomada desde el Skylab en 1974 desde una altura de 430 Km. y con una cámara de 0,46 m. de distancia focal. La resolución es de unos 10 m. La foto muestra la Base Aérea de MacDill en Florida (Estados Unidos). Entre otros muchos detalles, pueden verse los aviones en la zona de estacionamiento.

des propias. Veamos algunas de ellas.

Cuando se trata de hechos o actividades de corta duración, la medida más eficaz es procurar que se produzcan en aquellos períodos en que no hay ningún satélite enemigo sobrevolando la zona en cuestión.

El obtener información sobre las horas de paso de los satélites adversarios puede ser difícil, o incluso imposible para un país cualquiera, pero no lo es en absoluto para las grandes potencias. Concretamente los Estados Unidos disponen de la Red NORAD (North American Aerospace Defence Command) que mantiene una vigilancia ininterrumpida de todos los objetos que se desplazan en el espacio exterior, hasta una altura muy superior a la utilizada por los satélites de reconocimiento.

Una vez detectado un satélite y calculados los parámetros de su órbita, se puede predecir con bastante anticipación las horas de paso sobre cualquier punto de la superficie terrestre.

MADRID JUNIO 84  
SATELITE LANDSAT 5



Esta fotografía de Madrid, al igual que las de Torrejón y Barajas, tomadas por satélites civiles norteamericanos han sido recibidas en la red europea "Earthnet", de la que forma parte la Estación de Maspalomas.

Cuando se trata de objetivos fijos o de actividades que se van a desarrollar a lo largo de períodos relativamente largos, no cabe eludir el hecho de que antes o después un satélite de reconocimiento enemigo sobrevuele el objetivo y pueda fotografiarlo. Ante esta situación caben dos formas de actuar. La primera es tratar de que el objetivo que queremos ocultar pase desapercibido en las imágenes captadas por el satélite, es decir enmascarar al objetivo. La segunda es impedir, o al menos dificultar, la actividad del satélite, interfiriendo sus instrumentos captadores de información.

Sobre el enmascaramiento de objetivos para ocultarlos a la observa-

ción aérea hay una larga experiencia.

Sin embargo, el trabajo de los expertos en enmascaramiento se ha complicado tremendamente por los espectaculares avances conseguidos en el tratamiento o procesamiento de las imágenes con ayuda de ordenadores, que junto con la fotografía multispectral, permite detectar objetivos enmascarados, en condiciones que hace no muchos años hubieran resultado impensables.

Sobre la posible interferencia de los satélites de reconocimiento, debemos distinguir su aspecto técnico y su aspecto político. Técnicamente esta interferencia es posible, e incluso podríamos decir que relativa-

mente fácil, siempre que conozcamos la posición exacta del satélite en cada momento. Un simple haz de rayos láser, que ilumine continuamente al satélite mientras está sobre el horizonte del objetivo que queremos ocultar, basta para "cegar" al satélite y dejarlo temporalmente inoperativo.

Políticamente se ha llegado a un acuerdo entre los Estados Unidos y Rusia para no interferir los "medios técnicos" de comprobación del cumplimiento de los Acuerdos SALT. Aunque no se citen expresamente, los "medios técnicos" se refieren fundamentalmente a los satélites de reconocimiento. Y según parece, este acuerdo de no interferencia se viene cumpliendo bastante bien. ■