

# EL CATASTRO: ELABORACION Y USO

**Antonio Gauchía Hernández**

El artículo comienza exponiendo los precedentes históricos del Catastro en España desde el siglo XIX para realizar posteriormente una descripción detallada de la sofisticada realización del actual Catastro. De forma didáctica, y con un buen apoyo documental (cuadros, esquemas y gráficos), se explican cada uno de los pasos que permiten al lector comprender esta laboriosa tarea que se sintetiza, finalmente, en el documento catastral.

Los grandes cambios técnicos que han revolucionado la antigua concepción del Catastro no se han cerrado todavía, por lo que el autor esboza un futuro prometedor gracias a los Sistemas de Información Gráficos y a los GPS que permitirán la aerotriangulación y la obtención automática de los datos para su posterior restitución.

## **The Cadastral Survey: Its Making and Uses**

The paper begins with a run through of the history of cadastral surveying in Spain from the Nineteenth Century on, to then continue with a detailing description of the sophistications that have been used in drawing up the survey in course. The work, thanks to a through-going use of documental aids (tables, diagrams, and graphs) attempts to set out for the reader each and every step behind this arduous process that, once finished and through its synthesizing capacities, will give us the present cadastral returns.

The great technological advances we now enjoy have revolutionized the old idea of what a cadastral survey should be but not as yet offered all that one could be, or so the author holds, envisaging a bright future for such endeavours thanks to an informed use of graphic information systems and GPS which would allow for an aerial triangulation (trigonometric?) that could be immediately available for working use.

## **1. HISTORIA DEL CATASTRO**

Los orígenes de la palabra Catastro son distintos para diversos autores. Para unos autores procede del griego «distinguir por puntos»; para otros, del latín «cabida»; para otros, del antiguo Egipto. En realidad en la antigua Grecia, y después, en el Imperio Romano se establecen unos impuestos sobre la propiedad territorial que relacionan las propiedades gravadas y sus propietarios. Posteriormente, el Catastro se concibe como un inventario de la propiedad Urbana y Rústica, formado esencialmente por mapas parcelarios que definen la situación espacial de la propiedad, sus límites y sus características, y por una documentación literal que define los datos técnicos, económicos y jurídicos.

**Antonio Gauchía Hernández** es Dr. Ingeniero Industrial, Ingeniero Geográfico y Técnico Superior Catastral.

En Europa central el Catastro fue inicialmente realizado por las tropas napoleónicas de ocupación, este trabajo se le ocurrió a Napoleón para mantener activas a sus tropas. Así realizó el Catastro de Alemania con mapas y documentación técnica de excelente calidad, que ha sido renovada y conservada, hasta nuestros días, en sumo grado.

Sin embargo, en España no tuvimos tanta suerte con la ocupación napoleónica en el tema del Catastro, porque José Bonaparte no realizó trabajo alguno de Catastro durante la ocupación.

### **1.1. Período inicial (antes de 1885)**

En 1850 se crea la Comisión de Estadística General del Reino con misiones de formación de la carta geográfica de España y planos topográficos.

ficos para su aplicación catastral. Los trabajos para la formación de los planos parcelarios se realizan a escala 1:2.000, con curvas de nivel de 5 en 5 m. Las Hojas minutas se llaman kilométricas, porque abarcan un kilómetro cuadrado de terreno. Finalizado un término municipal, se formaba un plano de conjunto a escala 1:20.000, con curvas de nivel de 10 en 10 m, y una vez ultimados todos los términos de una provincia debía formarse el mapa provincial en hojas miriámétricas, de 10 km de lado. Hasta el año 1886 se ultimaron 133 términos municipales de la provincia de Madrid. Los elevados costos de estos trabajos paralizaron su realización hasta cincuenta años más tarde.

En 1870 se crea el Instituto Geográfico y tres años más tarde cambia el nombre por Instituto Geográfico y Estadístico. Bajo la dirección del general Ibáñez de Ibero se realizan importantes trabajos geodésicos, entre los que cabe destacar el enlace de la península Ibérica con Argelia, así como la medición de la base de precisión de Madridejos. También se encarga al IGE la formación del Mapa 1:50.000.

### **1.2. Primer período (1885-1906): Amillaramientos y Catastro por masas de cultivo**

En este período se promulgan dos importantes leyes. La Ley de 1885 establece el sistema de amillaramientos, que se basa en la declaración voluntaria de los propietarios sobre sus bienes inmuebles en cada municipio, con una exposición detallada de los objetos de imposición tributaria. Se constituyen las Juntas de Amillaramiento (predecesoras de las actuales Juntas Periciales) y que eran las responsables de repartir el impuesto. Esto conducía a situaciones de caciquismo típico de aquella época.

A fin de perfeccionar este sistema impositivo, la Ley de 1900 establece un catastro por masas de cultivo y clases de terreno, en el cual, por métodos topográficos, se delimitan las masas de cultivo y las clases de terreno. Este tipo de Catastro mejora las valoraciones globales, pero no resuelve el problema más arduo del reparto individual y equitativo del impuesto, ya que no se detalla la delimitación de la parcela.

En octubre de 1902 se crea una Junta de Catastro con la finalidad de estudiar y proponer los medios más eficaces, y los procedimientos más rápidos y económicos, para formar un Catastro con precisión suficiente que pudiera servir a cualquier aplicación: fiscal, económica y jurídica.

### **1.3. Segundo período (1906-1925): Avance Catastral y Catastro Topográfico Parcelario**

La Ley de marzo de 1906, llamada Ley de Catastro, es la Ley que por primera vez define la parcela y con ello consigue el reparto individual

de los impuestos, que hasta entonces dependía de los Ayuntamientos. Esta Ley, actualmente vigente, estableció la formación del Catastro en dos fases consecutivas. La primera fase comprende la formación de un Avance Catastral, que sirva para el equitativo reparto del impuesto. El Catastro Topográfico Parcelario, en una segunda fase, rectificaría y perfeccionaría los resultados del Avance.

El Avance Catastral consistía en croquizar las parcelas dentro de unas unidades topográficas de orden superior levantados por el IGE. El IGE levanta en este período todos los límites jurisdiccionales de los Términos Municipales de España, así como las planimetrías a escala 1:25.000 con los detalles de caminos, ríos, etc. más importantes que sirven de estructura a los trabajos del Avance.

### **1.4. Tercer período (1925-1932). Catastro Topográfico exclusivamente**

A consecuencia de las críticas que venía siendo objeto la Ley de 1906, en lo referente principalmente al Avance Catastral, el Decreto-Ley de 1925 establece que los trabajos de Catastro se hagan por levantamientos topográficos exclusivamente, dejando suspendidos los trabajos del Avance.

El Instituto Geográfico y Estadístico pasa a llamarse Instituto Geográfico y Catastral. El IGC realiza trabajos parcelarios por topografía clásica, a escalas 1:2.000 y 1:5.000. Esta Ley obligaba a los propietarios a deslindar y amojonar sus fincas como instrumento necesario para proveer, en su día, de valor probatorio a los trabajos topográficos. Tal vez los ambiciosos objetivos de esta Ley no estaban de acuerdo con los recursos humanos y económicos, tal vez la necesaria lentitud de las operaciones topográficas, tal vez las premuras fiscales obligaron a derogar esta Ley en 1932.

### **1.5. Cuarto período (1932-1934). Vuelta a la Ley de Catastro de 1906**

La Ley de agosto de 1932 pone en vigor la Ley de 1906, estableciendo nuevamente el Avance y el Catastro Topográfico Parcelario.

### **1.6. Quinto período (1934-1940). Vuelta al Catastro por masas de cultivos**

Un Decreto de agosto de 1934 modifica las disposiciones anteriores, implantando de nuevo el Catastro por masas de cultivo. Esto se justificaba por el elevado coste y lentitud del Avance Catastral. Este Decreto al no derogar los interiores introduce los tres sistemas: catastro por masas de cultivo, avance catastral, catastro topográfico parcelario.

**1.7. Sexto período (1940-1979)**

Por una Ley de 1940 se promulgan nuevas disposiciones y se suspenden los trabajos de aplicación del Decreto de 1934.

Una Ley en septiembre de 1941 vuelve a poner en vigor los Amillaramientos y los Registros fiscales, así como la progresiva mejora del Avance Catastral y la continuación de los trabajos de Catastro Topográfico Parcelario.

En este período el IGN edita instrucciones para la realización del Catastro Topográfico Parcelario, así como introduce técnicas de fotogrametría y técnicas de ortoproyección para la realización de los trabajos de Catastro.

**1.8. Octavo período (1979, en adelante). Consorcios**

El Decreto-Ley de julio de 1979 crea en el Ministerio de Economía y Hacienda los Consorcios para la Gestión e inspección de las Contribuciones Territoriales de Rústica y de Urbana, posteriormente reorganizados como Centro de Gestión. Estos Organos se financian paritariamente por el Estado y los Ayuntamientos, y tienen facultades para contratar los trabajos de ejecución y conservación catastrales. Este Organismo ha realizado una gran labor en el Catastro Urbano, el cual tiene gran interés fiscal, tanto para el Estado como para los Ayuntamientos.

En cuanto al Catastro de Urbana la Ley de 1906 establece la organización del mismo en el

Ministerio de Hacienda. La Real Orden de agosto de 1920 regula la realización de los trabajos de Catastro de la Riqueza Urbana. Un Decreto de septiembre de 1932 aprueba el reglamento del Catastro de la Riqueza Urbana. El Decreto de mayo de 1966 aprueba el texto refundido de la Contribución Territorial Urbana y señala las características del impuesto y los bienes sujetos a imposición. El Real Decreto 781/1986 del mes de abril, aprueba el texto refundido de las disposiciones legales en materia de Régimen Local, y recoge el texto refundido de la contribución urbana. El Real Decreto 1279/1985 del mes de julio regula el Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria.

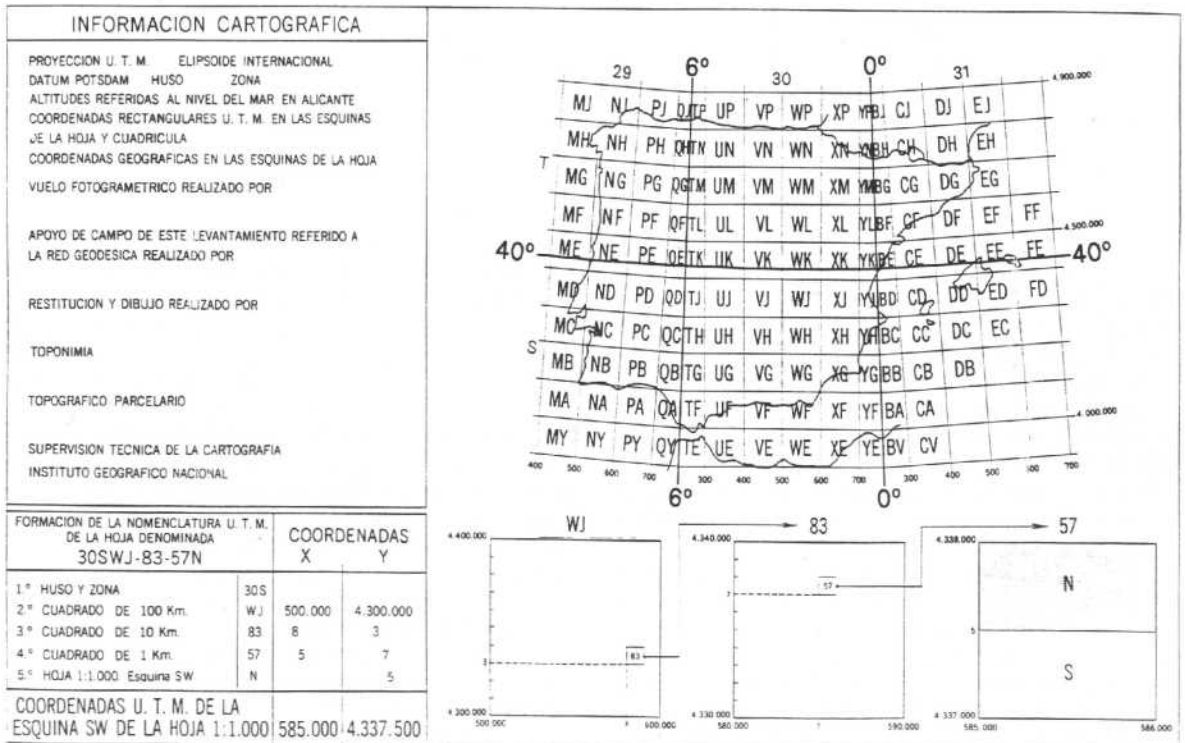
**2. CATASTRO URBANO**

El concepto de Catastro Urbano es similar al de Catastro de Rústica y pretende fundamentalmente:

- Localizar los bienes urbanos.
- Definir sus características.
- Definir sus poseedores u otras personas relacionadas con ellos.
- Hacer la valoración económica.

La determinación de estos bienes urbanos se realiza fundamentalmente utilizando los elementos siguientes:

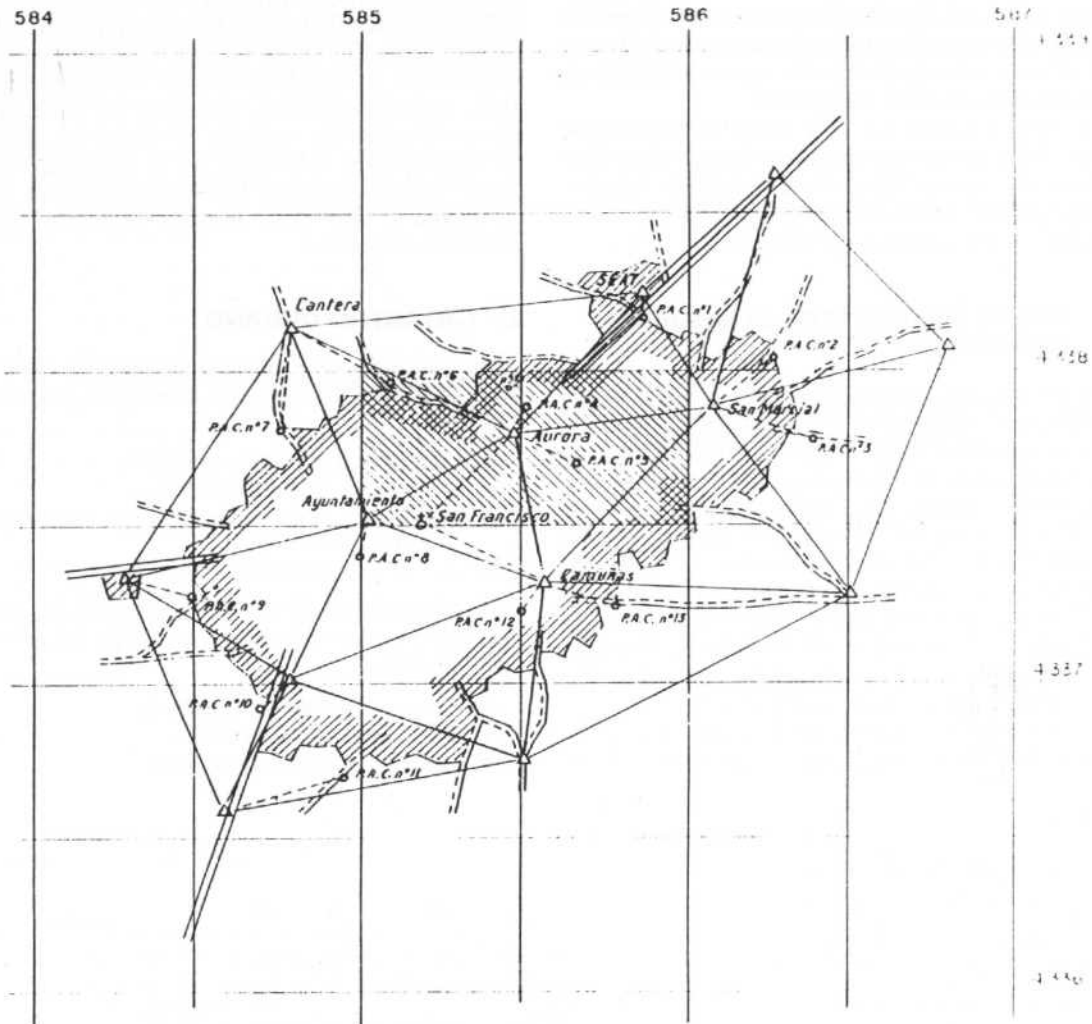
- Planos catastrales urbanos.
- Fichas por finca urbana.
- Listados complementarios.



## SUELO URBANO MUNICIPAL

ESCALA 1:20.000

## Esquema de la Red de Triangulación y Puntos de Apoyo



Los planos catastrales se realizan a escala 1:1.000 para el parcelario urbano y a escala 1:5.000 con fines generales. Se obtienen por restitución y por topografía clásica.

Las fichas catastrales contienen:

Datos físicos de la finca: croquis, fotografía, superficies, materiales constructivos y otros urbanísticos.

Datos jurídicos: propietario y domicilio fiscal.

Datos económicos: valoración del suelo y de la construcción.

En el sistema de proyección UTM, España se encuentra situada en los husos 28, 29, 30 y 31. Cada huso de 6 grados se divide en fajas de 8 grados de latitud y se les da una letra del alfabeto a partir del Ecuador correspondiéndole a España las fajas R, S y T entre los paralelos 24°, 32°, 40° y 48°. La superficie se divide mediante cuadrículas de 100 x 100 km que se designan por dos letras mayúsculas del alfabeto. A cada

columna se le asigna una letra mayúscula desde la A a la Z inclusive (excluidas las CH, I, LL, N y O) empezando en el meridiano 180° y avanzando hacia el Este (8 letras por huso). Análogamente las filas se rotulan con mayúsculas desde la A hasta la V. Para husos impares se inicia en el Ecuador con la letra A. Para husos pares se inicia en el Ecuador con la letra F. Así, los alfabetos se repiten aproximadamente cada 18° en longitud y cada 18° en latitud, es decir, para España no hay dos cuadrados idénticos en denominación dentro de la Península.

Cada cuadrado de 100 x 100 km UTM se divide en 100 cuadrados de 10 x 10 km que se referencian por las cifras diexkilométricas. Cada cuadrado de 10 km se divide en 100 cuadrados de 1 km x 1 km.

Finalmente, cada cuadrado de 1 x 1 km se divide en dos mitades en dirección Este-Oeste, que se referencian por las iniciales N o S. Así,



una referencia completa de una hoja puede ser:  
30 S WJ 83 57 N

### 3. METODOS OPERATIVOS EN EL CATASTRO URBANO

En la realización de la cartografía urbana municipal a escala 1:1.000 es fundamental considerar su censo de población, la característica de sus viales y de la edificación urbana, así como la extensión del núcleo urbano, a fin de aplicar en cada caso los métodos de levantamientos más idóneos.

#### Parcelario urbano con población inferior a 10.000 habitantes

##### *Triangulación*

La Red de triangulación apoyada en la red Geodésica Nacional cubrirá el núcleo de población con una red de triángulos de lados entre 500 y 900 m de longitud, formando parte de ella las torres de iglesia y los edificios más característicos.

Todos los vértices dentro o fuera del casco urbano deben materializarse permanentemente, haciendo la reseña de identificación. Los vértices dentro del casco urbano situados sobre edificios se eligen de forma que sean aptos para el arranque o terminación de poligonales, determinándose por radiación sobre el trazado de calles puntos de apoyo complementarios (PAC) que sirvan de apoyo a las poligonales. Las observaciones angulares se realizan con teodolito de segundos y las longitudes se miden con distanciómetro.

##### *Poligonación*

El casco urbano está formado por manzanas que están definidas por grupos de edificios rodeados por calles. Cada manzana forma un bloque de parcelas catastrales cuyas características técnicas, jurídicas y económicas será necesario concretar.

Los ejes de las poligonales se llevan por cada calle, desde cuyos vértices se radian el mayor número de detalles constructivos que determinen alineaciones de fachada o detalles interiores que sirvan posteriormente de apoyo a las mediciones con cinta métrica para completar el levantamiento de las parcelas que constituyen el plano de manzanas. Así, cada manzana queda cerrada por una poligonal.

Es requisito importante la visibilidad del pie de la señal de poligonación desde otros vértices de la poligonal. Serán vértices obligados de poligonal los puntos de cambio de rasante en las calles y todos los cruces de las mismas.

Las observaciones angulares de las poligonales y destacados se realizan con aparatos de

apreciación de diez segundos y las distancias se miden con distanciómetro.

##### *Croquización*

Sobre papel blanco de dibujo con una cuadrícula y en formato UNE A3 (297 x 420 mm) se sitúan por coordenadas los vértices y puntos de apoyo determinados por el cálculo, que cubran toda la zona del levantamiento escalar: 1:500 y con apoyo de estos puntos se inicia el croquis transportando cuidadosamente las poligonales trazadas por cada una de las calles así como los puntos destacados radiados que definen los detalles de las manzanas, es decir, que esto es un trabajo de Gabinete, en el cual se va volcando toda la información que hemos obtenido en campo.

Los vértices de la poligonal se numeran correlativamente y los puntos destacados según el alfabeto en minúsculas rotulando junto a cada punto la letra correspondiente y dibujando un trazo de 3 ó 4 mm.

También se toman los puntos singulares tales como cambios de alineaciones, de fachadas, cambios de rasantes de calles y puntos auxiliares interiores de las manzanas.

Dibujando el croquis 1:500 con las líneas de fachada que limitan una manzana y los puntos singulares se procede con la cinta métrica a realizar mediciones complementarias. Las mediciones de fachada se realizan a lo largo de la misma entre dos puntos de inflexión y las longitudes de la fachada entre medianerías se determina por diferencia de distancias al origen. Realizada con cinta todas las mediciones de las fachadas de la manzana se procede al levantamiento de los detalles interiores de la manzana apoyándose en las mediciones exteriores y en los puntos singulares interiores determinados por cálculo. De esta forma obtenemos el croquis acotado escala 1:500 con la información precisa sobre alineaciones exteriores medianerías que delimitan cada finca o parcela, su referencia postal, accesos a la finca, número de plantas, remate de la edificación encubierta o terrazas, patios, jardines, etc., y cuantas medidas sean precisas para obtener la superficie total del suelo de la finca o de la parcela y la superficie parcial correspondiente a la zona edificada. Los detalles de las calles obiales que particularmente interesan a cada Corporación como los registros de alcantarillas, aguas, electricidad, etc., se refieren por ascisas y coordenadas a las líneas de fachada a partir de los detalles más próximos. Así se confecciona un plano minuta con un formato UNE A0 y este formato se realiza para todos los trabajos de catastro urbano que es un formato único que facilita su nomenclatura, su archivo y el montaje en mosaico de las hojas. Este formato, las dimensiones útiles de dibujo son siempre las mismas que son 1.000 mm. x 500 mm. y la distribución dentro del formato de las hojas destinadas a hojas información que están numeradas en este

Catastro Urbano

ESCALA = 1:1.000

Método de coordenadas polares, con distancímetros y cinta métrica



croquis que son formaciones sobre un tipo de zona o signos convencionales, etc. Aquí tenemos, por ejemplo, una serie de signos convencionales dentro del suelo, se pueden utilizar para este tipo de mapas. Finalmente se procede al dibujo de la Hoja Minuta.

#### Dibujo de la Hoja Minuta

Se realiza el dibujo sobre láminas poliéster transparente, indeformable y lavable, tipo Herculene de 125 micras de grueso y de formato indicado anteriormente.

Se sitúan por coordenadas en cada hoja los vértices, puntos de apoyo y puntos singulares radiados.

Se dibuja el detalle o relleno apoyándose en los mencionados puntos, utilizando los datos del croquis y libreta de campo.

Se verifica sobre el terreno y en una copia azográfica la corrección del dibujo, y se subsanan los errores u omisiones del croquis.

Ultimada la revisión y vertidos los resultados en la Hoja Minuta, se procede a su delineación con tintas indelebles adecuadas al poliéster empleado, con los gruesos de línea, símbolos y colores convencionales.

#### Parcelario

Dibujada la Hoja Minuta y sobre una copia azográfica, se procede a delimitar la división

territorial municipal en distritos que a su vez lo serán en barrios.

La unidad mayor para ubicar una parcela catastral es la manzana, a la que se asignará un número correlativo en todo el núcleo urbano, o un número geocodificado.

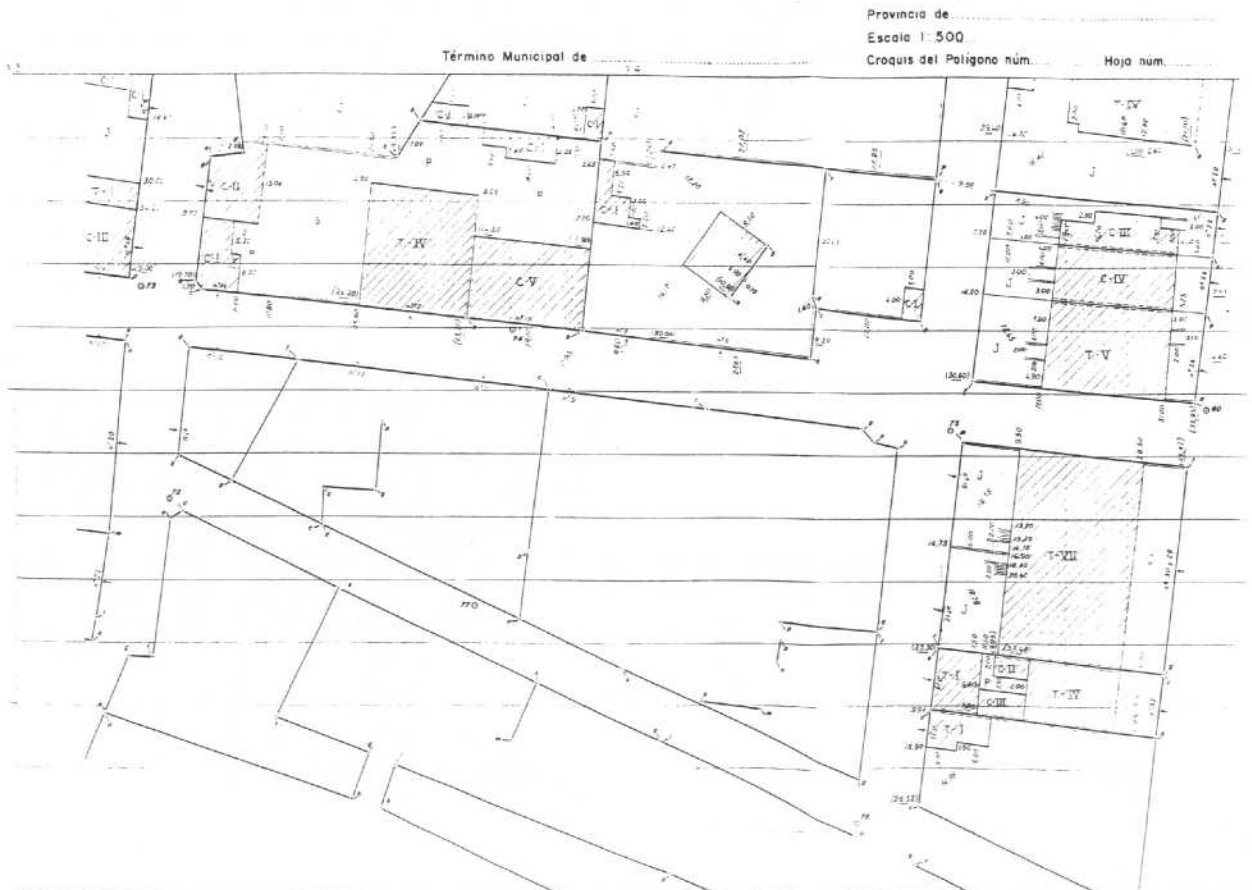
De esta forma obtenemos el croquis acotado a escala 1:500 con la información precisa sobre alineaciones exteriores, medianerías que delimitan cada finca o parcela, su referencia postal, accesos a la finca, número de plantas, remate de la edificación en cubierta o terrazas, patios, jardines, etc., y cuantas medidas sean precisas para obtener la superficie total del suelo de la finca o parcela, y la superficie parcial correspondiente a la zona edificada.

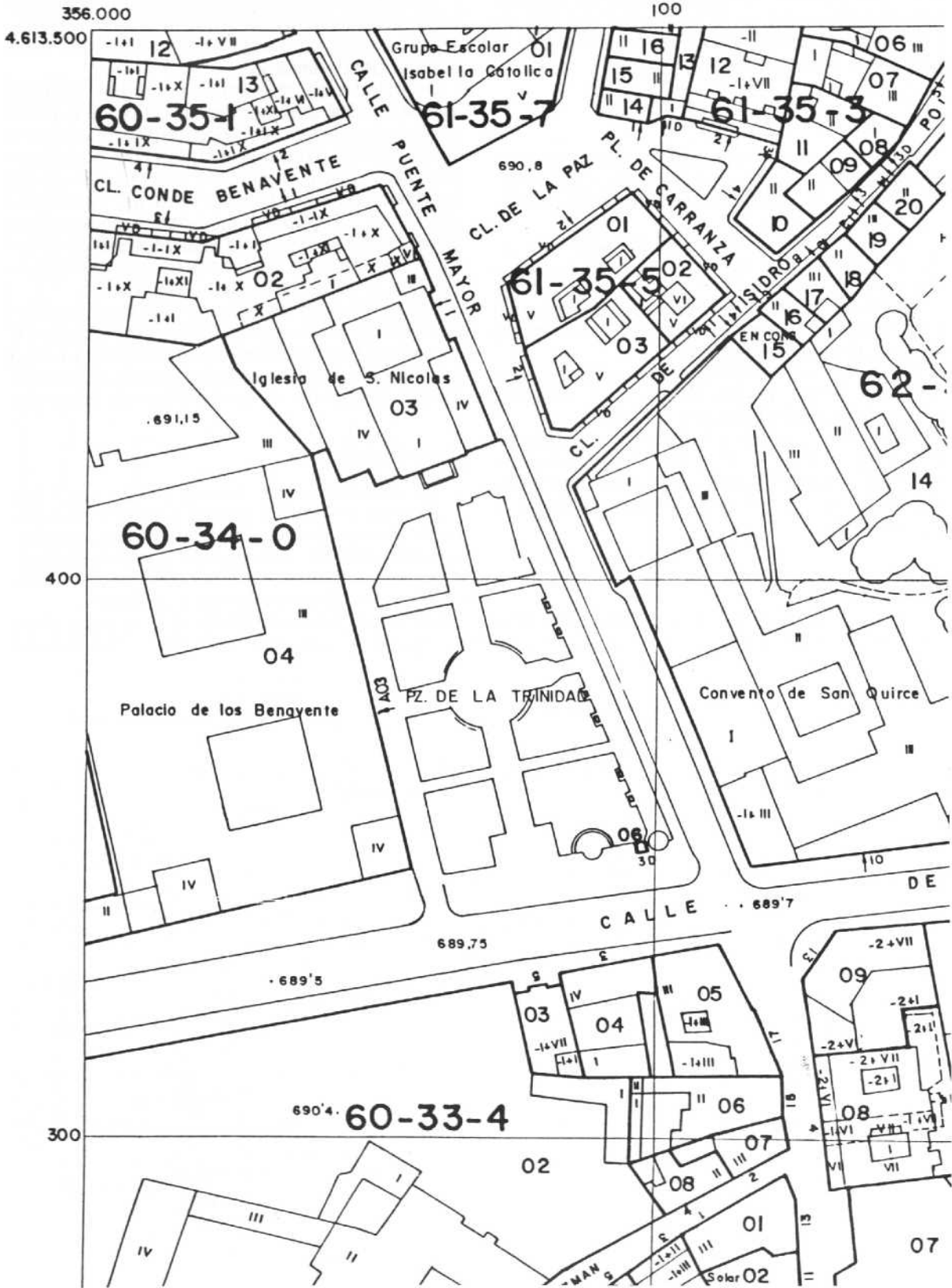
Los detalles de las calles o viales que particularmente interesan a cada Corporación, como los registros de alcantarillas, agua, electricidad, etc., se refieren con abscisas y ordenadas a las líneas de fachada a partir de los detalles más próximos.

#### Plano Minuta

Las dimensiones de la Hoja Minuta son 1.165 x 795 mm, es decir, UNE A0, y es el mismo formato para todos los trabajos de planos parcelarios de Catastro Urbano y de Catastro Rústico, el formato único facilita su nomenclatura, su archivo y el montaje de mosaico de Hojas.

Dentro de este formato las dimensiones útiles de dibujo son siempre de 1.000 x 500 mm. La







distribución dentro del formato de las zonas destinadas a dibujo e información están numeradas en croquis anexo.

Esta numeración se hará por unidades mínimas de división territorial municipal (colonias, urbanizaciones, etc.) dentro de cada barrio.

Las parcelas catastrales que constituyen cada manzana se numeran correlativamente en el sentido de avance de las agujas del reloj, empezando siempre por el uno, en cada manzana, por ejemplo: 127.6 para la parcela 6 de la manzana 127.

#### *Planos de Servicios*

La utilidad más inmediata de esta cartografía parcelaria es su empleo como base para la obtención de planos de los Servicios (redes de alcantarillado, agua, gas, electricidad, etc.), en forma de superponible, así como para estudios temáticos sobre Ordenación del Territorio, Medio Ambiente, Densidad de Población, Estadística, etc.

### **Parcelario Urbano en Entidades de población superiores a los 10.000 habitantes**

La aplicación de la fotogrametría en los planos de población para Entidades de más de 10.000 habitantes para fines parcelario-catastrales o municipales-urbanísticos, con un grado de precisión apto para controlar debidamente la propiedad, tiene muchas limitaciones según las peculiares características urbanas de cada Entidad.

Los planos urbanos de poblaciones antiguas tienen generalmente calles de trazado estrecho y tortuoso. En las zonas urbanas modernas las calles son anchas, pero los edificios pueden tener gran altura, así pues, unas veces las sombras arrojadas, y otras la oblicuidad de los rayos impide ver sobre la fotografía aérea la intersección de muchas fachadas con el suelo.

#### *Método operativo*

- **Vuelo fotogramétrico:**

Se cubre la zona con un vuelo fotogramétrico a escala adecuada según la escala del plano final, que cumpla los requisitos establecidos para estos trabajos. Existen ábacos para determinar los datos técnicos de estos vuelos.

- **Triangulación y puntos de apoyo:**

Son aplicables las normas establecidas al respecto. Los puntos de apoyo serán 6 por cada par estereoscópico en la forma indicada. Para vuelos a escala 1:5.000; 10 cm equivalen a 500 m del terreno, que dibujados a escala 1:1.000, representan 50 cm de anchura en el plano, lo que permite que entren en la Hoja Minuta dos filas de PA de cada par.

#### *Restitución*

En ampliaciones a escala 1:2.000 del vuelo se pinchan los vértices de triangulación, PA y PAC y todos los puntos perfectamente identificados de intersección de fachadas con el suelo, tanto en las calles como en el interior de las manzanas. Por el anverso del fotograma se anotará la nomenclatura de los vértices, los PA y los PAC. Al realizar la restitución se dibujan todos los puntos pinchados y se unen con línea continua los detalles planimétricos bien definidos por ellos; y con trazo discontinuo los detalles de determinación dudosa.

Con una copia azográfica de la Hoja restituida se recorrerá cada una de las calles, tomando las medidas de cinta precisas, para definir el correcto trazado de las líneas discontinuas o bien hacerlo por radiación desde la red poligonal.

Todas las fachadas deberán medirse al centímetro. Asimismo se completarán las medidas para definir correctamente los interiores de las manzanas, y completar de esta forma el plano de la parcela urbana y sus distintos aprovechamientos.

Se completarán los datos de número de plantas, número de referencia postal, nomenclatura de las vías públicas, plazas y edificios representativos, etc.

#### *Plano Minuta. Hoja Minuta*

El Plano Minuta de restitución comprende una superficie ligeramente superior a la Hoja, a fin de evitar el dejar áreas sin restituir. Suele tomarse un margen de 5 cm a escala del plano.

Las Hojas Minutas se realizan calcando del Plano Minuta de restitución, de acuerdo con las normas de rotulación y formatos anteriormente explicados con mismo tipo que Plano Minuta. Es aplicable cuanto se indicó anteriormente.

### **Catastro Parcelario**

#### *Planos catastrales de Catastro Parcelario*

Los trabajos topográficos de Catastro comprenden las operaciones de campo y gabinete necesarias para la representación gráfica de las parcelas, posición respecto a las colindantes y situación geográfica de las parcelas, así como el nombre del dueño o poseedor.

Generalmente la unidad de actuación es el término municipal. Por tanto, es fundamental el levantamiento de la línea límite jurisdiccional con los demás términos municipales colindantes, situando especialmente los mojones existentes en el plano.

Una vez obtenido el plano del término, se divide en polígonos topográficos catastrales, utilizando las líneas físicas y particularidades del terreno de carácter permanente, tales como caminos, carreteras, arroyos, ríos, embalses, ferro-



carriles, perímetros urbanos, etc. A cada polígono con una superficie de unas 350 Ha se le asigna un número ordinal comenzando por el Norte y en el sentido de las agujas del reloj y hacia el centro, comenzando por la unidad.

Dentro de cada polígono se situarán las parcelas que lo formen, por polígonos aislados y siguiendo también una numeración ordinal dentro de cada polígono y paraje. También se situarán las subparcelas de cultivo o aprovechamiento diferenciándolas por las letras del alfabeto.

Se pueden dar algunas definiciones:

«Parcela catastral de rústica» es la porción de terreno limitada por una línea poligonal cerrada que pertenezca a un solo propietario o a varios proindiviso dentro del término municipal.

«Subparcela topográfica de rústica» es la parte de la parcela que tiene cultivos o edificaciones fácilmente apreciables y de carácter permanente.

«Pagos o parajes» son los nombres o topónimos, de uso frecuente por las gentes del lugar, de zonas o áreas en que se encuentran situadas varias parcelas dentro de un polígono.

### Características parcelarias

Las parcelas se definen por sus características físicas, económicas y jurídicas.

Son características de orden físico:

- La forma, dimensiones y situación dentro del término municipal.
- La extensión superficial.
- La calificación provisional o designación de cultivos.

Son características de orden jurídico:

- El nombre del dueño o poseedor de la parcela y el carácter de las limitaciones de dominio.
- El derecho que pueda asistir a los propietarios a gozar de exenciones tributarias.

Son características de orden económico:

- La calificación definitiva del cultivo o aprovechamiento.
- La clasificación o intensidad de producción del cultivo o aprovechamiento.
- La valoración o aplicación del tipo evaluación que corresponda según calificación y clasificación, teniendo además en cuenta las exenciones tributarias concedidas por las leyes.

### Escala de representación y tamaño de los polígonos

La escala de representación de los polígonos se fija para que la parcela de menor tamaño esté representada por una superficie mayor de 1 cm<sup>2</sup> en el plano. En todo caso, la superficie total ocupada por parcelas menores de 1 cm<sup>2</sup> no debe pasar del 25 por 100 de la superficie total del polígono.

Cuando en un polígono existan parcelas que no queden representadas por una superficie mayor de 1 cm<sup>2</sup>, además de figurar dichas parcelas en el plano a su escala, se dibujarán aparte aisladas o en grupos colindantes, a una escala tal que cumpla la condición anterior.

Las escalas deben adoptarse según los siguientes criterios:

Escala 1:2.000: 25 por 100 superficie parcelas menor 0,5 Ha.

Escala 1:5.000: 75 por 100 superficie parcelas entre 0,5 y 10 Ha.

Escala 1:10.000: 75 por 100 superficie parcelas mayor 10 Ha.

El tamaño de los polígonos topográficos debe ser función de la escala de representación.

Superficie total del polígono	Escala de representación
Entre 150-200 Ha.....	1:2.000
Entre 300-350 Ha.....	1:5.000
Entre 400 Ha.....	1:10.000

### Métodos de trabajo

Levantamientos por topografía clásica:

Aunque estos métodos se emplean cada vez menos con carácter general, no por ello han perdido su vigencia, ya que sigue siendo necesaria la topografía, tanto para el apoyo terrestre de los vuelos fotogramétricos como para el levantamiento de pequeñas zonas complementarias, para obtener la representación de aquellos lugares inasequibles al objetivo fotográfico (zonas cubiertas por arbolado, etc.).

### Triangulación topográfica

El trabajo de campo previo a todos los demás es el establecimiento de una red de triangulación que sirva de estructura o apoyo a todo el trabajo topográfico posterior. Esta red se materializa en el terreno mediante señales: unas de carácter permanente (mojones o hitos), y otras, de carácter auxiliar (banderolas). La distancia entre vértices de triangulación es de 2 a 3 km para escalas 1:5.000; de 1 a 2 km para escala 1:2.000; de 500 a 900 m para escala 1:1.000. Los vértices deben ser visibles entre sí y por ello se suelen situar en los puntos más dominantes. Esto constituye el proyecto de la red de triangulación materializándola en el terreno.

A continuación se realizan los trabajos de observación de la citada red, por medio de procedimientos de triangulación generalmente, empleando como método fundamental el de intersección, que es el más preciso.

Aunque ahora deberíamos distinguir los casos de existencia de la Red Geodésica de Tercer Orden o su inexistencia, no vamos a entrar en el segundo caso, ya que dicha red está siendo reob-

servada y reconstruida por el IGN y sus trabajos quedarán ultimados en un plazo breve. Así pues, hay que partir de un lado geodésico incorporándolo a la triangulación topográfica, el cual se toma como base para dar escala y para dar orientación a la red topográfica. Los datos de las coordenadas geográficas de los vértices de la red geodésica de tercer orden, así como la reseña del vértice, coordenadas UTM, etc., se obtienen del Servicio de Geodesia del IGN.

Estos datos, junto con las observaciones de la red de triangulación, permiten obtener las coordenadas geográficas o bien las coordenadas UTM sobre el plano de referencia del huso en que se está trabajando, de los vértices de la red de triangulación topográfica.

### *Poligonación*

Una vez establecida la red de triangulación, se posee un armazón sobre el que se establece una red poligonal de orden topográfico, que se encaja en la red de triangulación. Se trazan una serie de itinerarios primarios sobre los que se apoyan otros itinerarios secundarios formando una malla de poligonación o red topográfica. Al estacionarse en cada punto se dirige una visual de espaldas para orientar y después la visual de frente; al mismo tiempo se toman los detalles topográficos por el método de radiación.

### *Relleno parcelario*

El levantamiento de los detalles o relleno parcelario puede hacerse simultáneamente a los trabajos de poligonación. Esta parte del trabajo no exige tan extremas precauciones como la poligonación o la triangulación; sin embargo, hay que tener presente que su representación gráfica es la más llamativa y la de mayor importancia para cualquier posible usuario.

Los itinerarios de relleno pueden hacerse con brújulas taquimétricas o bien con taquímetros en zonas urbanas o de tendidos eléctricos en que varíe el campo magnético terrestre. La gran ventaja de la brújula es su capacidad de autoorientación con relación al Norte magnético.

Desde cada estación de los itinerarios de relleno por el método de radiación irán tomándose puntos destacados tanto planimétricos como altimétricos, que se sitúan sobre un croquis de campo, el cual posteriormente en gabinete, definirá los pequeños detalles topográficos del terreno y, especialmente, las lindes de las parcelas con sus detalles interiores (edificaciones, norias, ejidos, piscinas, depósitos de agua, etc.) y los límites que marquen los distintos aprovechamientos o cultivos. Todo ello se registrará en las libretas de campo, en las cuales se croquizará todo el conjunto; y sobre otro tipo de registros se anotarán los nombres de los propietarios de las parcelas, los distintos aprovechamientos de las subparcelas, nombres de pagos o para-

jes, y cuantas características de interés a juicio del operador de campo. Esta información se obtiene directamente de los interesados, bien del Municipio o de otras Instituciones.

### *Levantamientos por fotogrametría*

Los trabajos fotogramétricos comprenden las siguientes fases:

- Vuelo fotogramétrico.
- Apoyo de campo.
- Aerotriangulación.
- Ortoproyección.
- Dibujo.
- Planimetración.

#### *Vuelo fotogramétrico*

La realización del vuelo fotogramétrico suele hacerse por compañías especializadas en estos trabajos, a las cuales se les adjudican por contrata.

Esta contratación estará sujeta a unas especificaciones que se concretan en un pliego de condiciones generales, y en cada caso concreto, en un pliego de condiciones específicas.

El pliego de condiciones generales suele establecer los siguientes apartados:

- Distancia focal de la cámara, casi siempre 152 mm.
- Cámara métrica.
- Formato del negativo 230 x 230 mm.
- Certificado de calibración de la cámara.

Toda la superficie deberá estar cubierta estereoscópicamente por bandas rectilíneas y paralelas de fotografías aéreas nadirales. La dirección del vuelo se hace actualmente en dirección este-oeste, siguiendo líneas situadas por el centro de sextas partes de la hoja del Mapa 1:50.000. Antes de realizar el vuelo se dibujan estas líneas de vuelo sobre un mapa escala 1:50.000, cubriendo la zona deseada, y sirve de plano de vuelo al piloto, así como al operador de la cámara. El recubrimiento longitudinal es del 90 por 100, y el recubrimiento transversal, del 32 por 100 al 37 por 100 (según latitud impuesta por el eje del vuelo y la escala).

#### *Apoyo fotogramétrico*

En la actualidad los trabajos de CTP se realizan por métodos de fotogrametría aérea a partir de vuelos de diferentes escalas, en función de la escala de representación final.

La orientación de los pares de fotografías aéreas precisa disponer de las coordenadas de seis puntos por par denominados «puntos de apoyo» (PA).



La obtención de las coordenadas terrestres de estos puntos de apoyo se obtiene por dos sistemas:

- Método de apoyo continuo.
- Método de aerotriangulación.

El Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria utiliza el segundo método preferentemente por ser más económico, aunque precisa de un estereocomparador.

El primer método consiste en obtener todos los PA por métodos topográficos directos (triangulación, poligonación).

El segundo método consiste en obtener un número pequeño de puntos por métodos topográficos directos, y el resto, por aerotriangulación. Se obtienen por trabajo de cálculo los puntos de apoyo de coordenadas desconocidas.

Para realizar este método se seleccionan fotografías con un recubrimiento longitudinal del 60 por 100 y se dibujan sobre una hoja con línea continua los bordes de los fotogramas, que quedan visibles, y de trazos, los que quedan ocultos. Para los puntos de apoyo directo se eligen los puntos que están en mayor número de fotogramas (cada punto aparece en seis fotogramas).

En campo se apoyan dos puntos al principio y al final de cada pasada, así como se toma un punto cada cuatro o cinco modelos. Los puntos de apoyo del perímetro deben estar fuera de la zona a restituir, a fin de evitar toda extrapolación de cálculo o de dibujo.

### Trabajos de campo

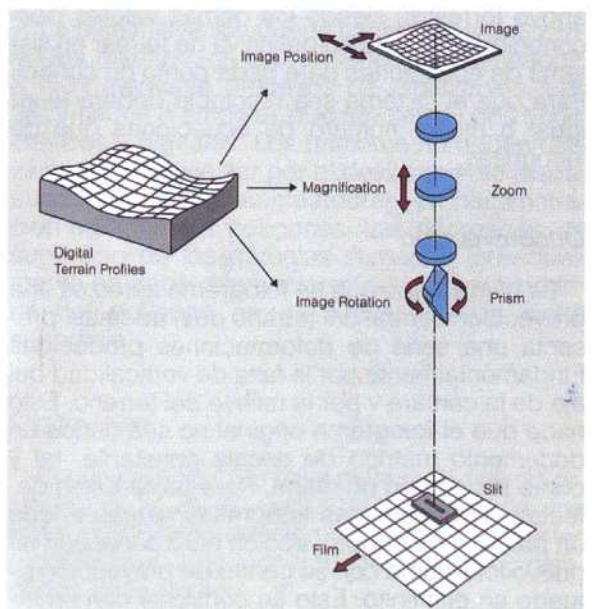
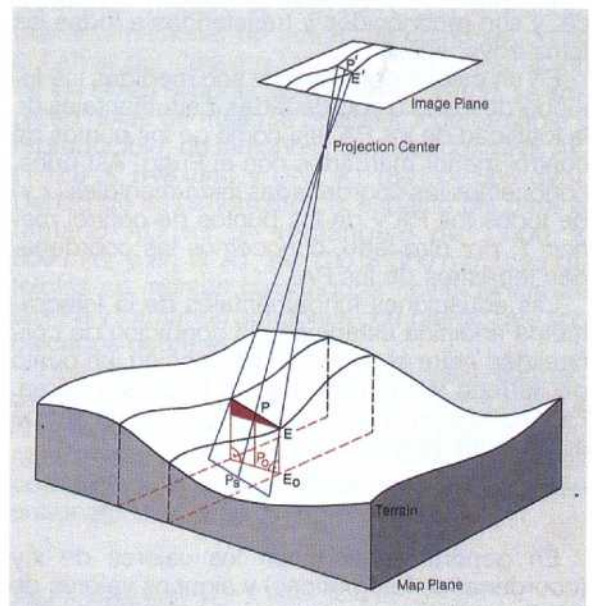
Los trabajos de campo tienen por objeto la determinación, por métodos topográficos, de las coordenadas de los puntos de apoyo PA. El método utilizado es el de poligonación. Los ejes de la poligonal se miden con distanciómetros de alcance hasta 14 km, y los ángulos, con teodolito de segundos. Como base de partida se utilizan los vértices de la red geodésica de tercer orden. Los PA se radian desde los vértices de la poligonal. La medición de distancias se hace entre dos estaciones de la poligonal o bien entre una estación y el PA. Al mismo tiempo se toman los datos meteorológicos (temperatura seca y húmeda del aire, y presión atmosférica), a fin de corregir los valores de las distancias leídas en el distanciómetro, a valores más exactos (precisión dos-tres partes por millón). El número de medidas de cada eje debe ser como mínimo de dos.

### Observaciones angulares

Las observaciones angulares se hacen con teodolito que aprecie segundos. Las observaciones acimutales en cada vértice se realizan con doble vuelta de horizonte (CI y CD). Las observaciones cenitales se observan simultáneamen-

te desde cada vértice (CI y CD) para poder aplicar el método de estaciones recíprocas y simultáneas que permite una corrección muy precisa de la refracción atmosférica. Las observaciones angulares presentan frecuentemente dificultades para la realización de las vueltas completas de horizonte, y entonces se utilizan visuales a referencias que son puntos perfectamente visibles (antenas, postes eléctricos, casas, etc.) y sobre los que se orienta el aparato antes de comenzar cada vuelta, esto posibilita la fusión de las vueltas en una sola vuelta para cada vértice a la hora del cálculo.

Los PA también pueden obtenerse como destacados desde la estación remota, midiendo ángulos y distancias, éstas ahora tomadas generalmente con cinta o con estadía.



Ortoproyección.



## Aerotriangulación

La aerotriangulación, en un sentido genérico, trata de obtener las coordenadas planimétricas y altimétricas de los PA utilizando las fotografías aéreas y reduciendo al mínimo los trabajos de campo. Es decir, trata de reducir el número de modelos a apoyar en campo a unos pocos de ellos. Los puntos cuyas coordenadas son determinadas por métodos topográficos de campo se llaman puntos de control terrestre o PA propiamente dicho. Los puntos determinados en gabinete por proceso de aerotriangulación se denominan puntos de control menor. Los puntos de control menor, una vez seleccionados, se pinchan o mejor dicho marcan en una película copia de la película del vuelo original, mediante unos aparatos llamados Pugg, que permiten realizar marcas muy finas en la emulsión fotográfica, y son reconocidos y transferidos a todas las fotos adyacentes.

En un estereocomparador son medidas las fotocorrespondencias o coordenadas instrumentales de la totalidad de los PA, así como de los puntos de control menor marcados con el Pugg. Así pues, conocemos las coordenadas instrumentales (x,y) de todos los PA y de los puntos de control menor. Y, por otro lado, conocemos las coordenadas terrestres de los PA.

Las ecuaciones fundamentales de la fotogrametría analítica establecen la condición de colinealidad entre el centro de proyección, un punto del terreno y su imagen en la fotografía aérea. Esta condición se expresa a través de un par de ecuaciones proyectivas:

$$\begin{aligned}x &= f(X^o, Y^o, Z^o, q, w, k, X, Y, Z) \\y &= f(X^o, Y^o, Z^o, q, w, k, X, Y, Z)\end{aligned}$$

En general se conocen los valores de x,y (coordenadas fotográficas) y algunos valores de X,Y,Z, coordenadas terreno de los puntos de apoyo terrestre, siendo los demás valores desconocidos. Se trata en definitiva de formar un sistema de ecuaciones para cada punto de control. Para que el sistema sea resoluble deberá tener igual o mayor número de ecuaciones que de incógnitas.

## Ortoproyección

Es bien sabido que un fotograma aéreo es una proyección central del terreno que, además, presenta una serie de deformaciones producidas fundamentalmente por la falta de verticalidad del eje de la cámara y por el relieve del terreno. Esto hace que el fotograma original no sea nunca un documento métrico de escala constante, tal y como sucede en un mapa. Para paliar estos defectos se someten las fotografías aéreas a todo un proceso de ortoproyección para conseguir un nuevo fotograma con su centro de proyección situado en el infinito. Esto se consigue con un ortoprojector en el que el operador controla que el centro de una rendija muy estrecha esté siem-

pre en contacto con la superficie del modelo estereoscópico que es recorrido por bandas paralelas.

Las ortofotos se obtienen impresionando un negativo a través de un haz de luz idéntico a la rendija mencionada, pero deformado en función del relieve del terreno. Los negativos ortofotográficos obtenidos deben tener la misma escala del plano parcelario.

## Identificación parcelaria

Con las ortofotos sobre papel fotográfico realizamos la identificación catastral, entendiéndose como tal la determinación gráfica directamente sobre la ortofoto, de las lindes que definen las parcelas y subparcelas, así como los datos relativos: al nombre del propietario, domicilio, cultivo o aprovechamiento y, en general, de todo aquello que sea necesario según las instrucciones para la formación del Catastro Parcelario.

## Parcelas y subparcelas

Se señalarán con sumo cuidado en la ortofoto, identificando los linderos en el terreno y señalizando mediante puntos o pinchazos los vértices de la poligonal del contorno que define la parcela uniéndolos por líneas continuas.

En los linderos curvos se darán los puntos necesarios de forma que la flecha producida al tomar el lindero como recto, en lugar de curvo, no sea superior al límite de percepción visual de 0,2 mm. El mismo rigor es extensible a todos los detalles planimétricos.

Cada polígono se numerará provisionalmente usando el color rojo para las lindes de la parcela, de la subparcela y para la numeración provisional. Es conveniente llevar un cierto orden y hacer la numeración por parajes empezando por el Norte y terminando barriando el paraje, en la situación diametralmente opuesta. Las subparcelas se designan con una letra dentro de cada parcela (a, b, c, d, ... z, a1, b1, c1, ... a2, b2, c2 ...).

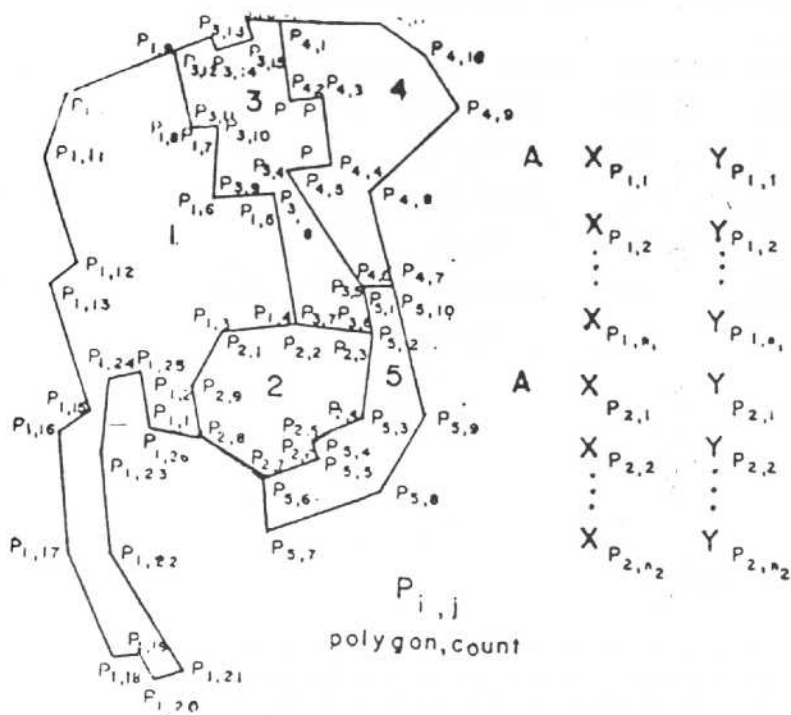
## Pagos o parajes

Dentro de cada polígono se determinarán los pagos o parajes, y se rotularán empleando el color morado. Se procurará llevar el límite de los parajes por límites de parcelas.

## Detalles planimétricos

Tienen tal consideración las carreteras, autopistas, ferrocarriles, canales, acequias madres, zonas costeras y otros detalles análogos. Todos ellos tienen el carácter de parcela y se numeran y rotulan análogamente en color rojo.

# SYMAP LOCATION LIST



## Zonas Urbanas

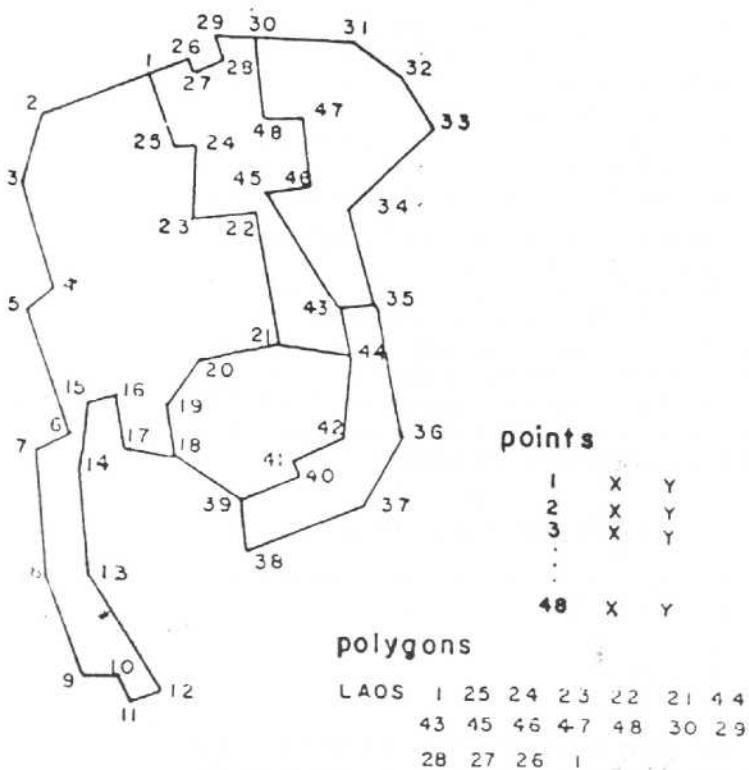
Se plantea aquí la delimitación entre el Catastro de Rústica y el de Urbana. Tanto si existe Plan General de Ordenación Urbana como en caso contrario, se debe integrar también en el Catastro de Rústica el suelo urbanizable. Esto se indica dibujando con trazos más gruesos el contorno de las parcelas que tengan esa condición, e incluso contorneando de color rojo la delimitación precisa de la zona a urbanizar. Esta circunstancia se hace también constar en la documentación literal.

## Formación del Plano Minuta

El sistema de proyección utilizado es el UTM (Universal Transverse Mercator), con la distribución internacional de husos, tal como se indicó al hablar del Catastro Urbano. Para la formación de las Hojas Minutas del Mapa Parcelario, se emplean hojas de material poliéster indeformable y reproducible, de tamaños normalizados UNE AO (1.189 × 843 mm) y UNE A1 (841 × 595 mm). Dentro de estos formatos el espacio útil para el tamaño AO es un rectángulo de 1.000 × 500 mm, y en el A1, de 700 × 300 mm. Las ortofotos se montan cuidando la coincidencia de sus PA y formando polígonos completos, que son calcados sobre el poliéster.

Una vez calcadas todas las parcelas, subparcelas, detalles planimétricos, etc., se procede a la numeración definitiva de las parcelas, por parajes dentro de cada polígono, empezando si es posible por el paraje situado al nordeste del polígono.

# CALFORM POINT DICTIONARY



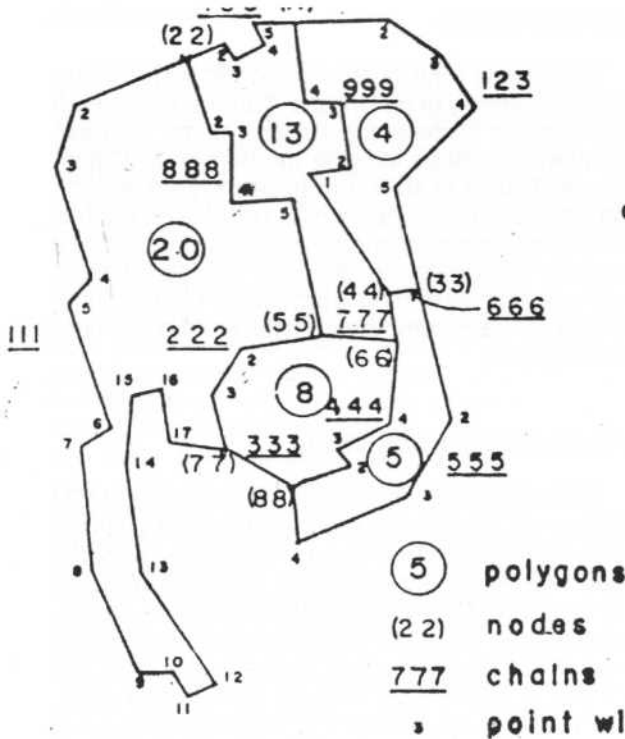
## Planimetración

La planimetración puede hacerse bien utilizando los planímetros sobre planos ya delineados, o bien mediante procesos de digitización. Los planímetros a emplear pueden ser de dos tipos: clásicos y digitales. Los primeros no deben utilizarse sobre poliéster por el deslizamiento inadecuado de las ruedas medidoras. La planimetración se hace por polígonos. Las diferencias de superficie de las parcelas sumadas individualmente no debe diferenciarse de la superficie total del polígono en ±0,5 por 100 de dicha superficie.

## Digitización

El principal objetivo de la digitización de las ortofotos es el de conseguir la creación de una base cartográfica definida por todos los detalles planimétricos anteriormente identificados y reseñados en la ortofoto.

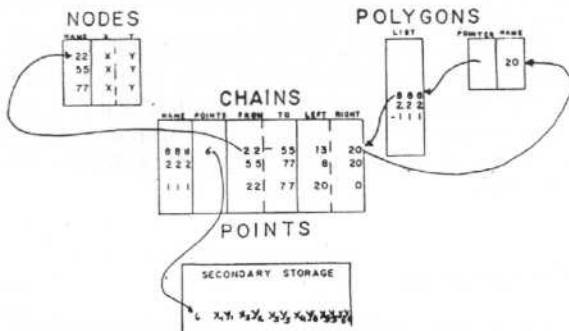
La homogeneidad de esta base cartográfica implica que las coordenadas que se obtengan



## POLYVRT CHAIN FILE (EXTERNAL)

CHAIN	LENGTH	FROM	TO	LEFT	RIGHT
<u>111</u>	18	(22)	(77)	(20)	(0)
		$X_1, Y_1, \dots, X_{18}, Y_{18}$			
<u>999</u>	5	(44)	(11)	(13)	(4)
		$X_1, Y_1, \dots, X_5, Y_5$			
<u>222</u>	4	(55)	(77)	(8)	(20)
		$X_1, Y_1, \dots, X_4, Y_4$			

### POLYVRT CHAIN STRUCTURE (INTERNAL)



por digitización sean coordenadas X,Y UTM, en lugar de coordenadas instrumentales del tablero de digitización.

La solución a dicho problema nos la da una transformación Helmert, es decir, mediante una traslación, un giro y un cambio de escala, en el momento de realizar la digitización. En cada ortofoto tenemos identificados los seis puntos de control procedentes de aerotriangulación y de los cuales conocemos sus coordenadas terrestres en proyección UTM. Si ahora digitizamos estos puntos, obtendremos seis coordenadas instrumentales. Definimos así dos sistemas (X,Y) y (x,y), entre los cuales existe una relación definida por: a) factor de escala; b) ángulo de giro, y c) traslación paralela en x,y. Con los seis puntos disponemos de un sistema de doce ecuaciones y cuatro incógnitas, cuya resolución se realiza aplicando el método de mínimos cuadrados, obteniéndose los residuos para medir la precisión de la transformación.

Como resultado práctico de los trabajos realizados podemos indicar que los residuos medios de los puntos que han intervenido en la transformación no sobrepasan los 0,40 m a escala 1:5.000. La información almacenada en la base de datos puede procesarse mediante un plotter y obtener la representación gráfica deseada.

Como resumen del proceso de digitización de la ortofoto se consiguen los siguientes objetivos:

- Comprobar mediante la transformación Helmert la precisión de la ortofoto obtenida.
- Crear un archivo de coordenadas UTM de todos los puntos digitizados.
- Obtener las áreas de las parcelas y de los aprovechamientos.
- Formar un banco de datos planimétricos.

También debemos destacar que, por el hecho de tener las coordenadas X,Y en coordenadas UTM podemos en todo momento atender la demanda de información en formato de Hojas por polígonos o bien en formato de Hojas CUTM, o bien obtener la información por parcelas individualizadas. También es posible emitir esta información fundida con la información literal y así tendríamos cédulas parcelarias.

### Estructuras de datos para superficies planas

Los tipos de estructuras para representar una superficie plana son:

- Puntos.
- Líneas.
- Áreas.

Los principales sistemas desarrollados para representar estas superficies son los siguientes:

SYMAP, CALFORM, DIME, POLYVRT y otros basados en los anteriores, tales como: GEOGRAF, GIRAS, ARC/INFO, DAM, etc.

Entre estos tipos de estructuras las más importantes para resolver el problema que nos ocupa son el Calform, Dime y Polyvrt, ya que disponen cada uno de ellos de ciertas ventajas, por lo que realizaremos un breve análisis de los mismos.

El sistema CALFORM se basa en la creación de un diccionario de puntos que contiene la designación del punto y sus coordenadas; así como en un diccionario de polígonos que establece los límites para cada dominio o área. Este sistema evita la creación de líneas dobles en dominios colindantes, pero no contempla la posibilidad de almacenar las relaciones de vecindad entre dominios adyacentes.

Uno de los primeros intentos de incorporar estructuras topológicas explícitas en una base de datos geográfica fue el DIME («Dual Independent Map Encoding») del US Bureau of Census. Este sistema se basa en segmentos definidos por dos nodos. El segmento es una línea recta que no es cruzada por ninguna otra línea. Juntamente con los nodos se almacena el nombre de la calle y los números de las manzanas situadas a derecha e izquierda del segmento. Esta estructura ha sido muy utilizada en cartografía urbana automatizada.

En el «Laboratory for Computer Graphics and Spatial» de la Universidad de Harvard fue desarrollado el sistema POLYVRT, basado en estructura de cadena similar al DIME, pero perfeccionando las posibilidades de enlace de los elementos estructurales, así como las relaciones de vecindad entre dominios. Las cadenas están formadas por varios puntos en lugar de dos puntos en el DIME. Contiene un diccionario de nodos con el número del nodo y las coordenadas x,y; un diccionario de cadenas con su denominación, el número de puntos que contiene, nodo inicial y final, y dominio a derecha e izquierda; un diccionario de polígonos que determinan los dominios o áreas con los números de las cadenas que forman el polígono o dominio y un diccionario de dominios o áreas con un puntero hacia el diccionario de polígonos. Finalmente, un diccionario de puntos situado en un almacenamiento secundario con el número de puntos que tiene cada registro y la x,y de cada punto. Peucker y Christmas revisaron el DIME y POLIVRT y crearon el GEOGRAF que introduce el Least Common Geographic Unit (LCGU) como otro elemento básico, y lo definen como un área que no es cortada por ninguna otra.

La cadena ahora es el límite entre dos LCGUs; el límite de cada LCGUs se construye directamente de estas cadenas como en el POLIVRT. La identidad o tipo de varias características contenidas en estas superficies, tales como manzana, distrito, anejo, municipio, provincia en un orden jerárquico administrativo, pueden asociarse con LCGUs. Mientras POLIVRT representa tales áreas por códigos jerárquicos de área, GEOGRAF puede concebirlos como diferentes con-

juntos de datos. Los límites entre dos objetos de un conjunto son descritos por un grupo de cadenas, el cual es a su vez un conjunto ordenado de cadenas. El polígono límite de cada objeto consiste en grupos de cadenas llamadas polígonos GEOGRAF.

El GIMMS es una extensión del POLIVRT y permite códigos compuestos para la extracción de los polígonos GEOGRAF.

El GIRAS realiza la entrada de datos como arcos y polígonos etiquetados y no precisa tomar las referencias de las áreas situadas a la derecha e izquierda de los arcos. Un polígono etiquetado significa que está unido a un punto interior arbitrario del polígono no necesariamente único. Reconoce la existencia de islas o enclavados dentro de los polígonos, ya que realiza una ordenación de arcos en el sentido de las agujas de un reloj en los polígonos y en sentido contrario en las islas o enclavados. El ARC/INFO permite la digitización en «espaguete» y la integración vertical de ficheros, basada en una variedad de criterios topológicos.

#### *Definición de una estructura con fines catastrales*

Un Mapa Topográfico Parcelario tiene una estructura de tipo poligonal, ya que la parcela es una línea poligonal cerrada que pertenece a un solo propietario o a varios proindiviso. La estructura básica es un grafo  $G = (X,U)$  donde:

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

conjunto de vértices

$$U = (u_1, u_2, u_3, \dots, u_p)$$

conjunto de arcos

Definimos el camino como una sucesión de arcos en que el extremo final de cada arco coincide con el extremo inicial del siguiente. Definimos el circuito como un camino cuyo vértice inicial coincide con el vértice final. Definimos la arista como un segmento con arco en los dos sentidos. Cada punto tiene un punto que le precede llamado predecesor, y un punto que le sigue llamado sucesor. Los nodos son puntos con varios sucesores y varios predecesores.

Cada área o dominio está definido por un circuito que define un determinado objeto tal como:

- Parcela.
- Subparcela.
- Paraje.
- Polígono.
- Hoja del mapa.
- Término municipal.
- Anejo.
- Provincia.
- Etc.

Para obtener los distintos dominios basta poder obtener los circuitos que satisfacen ciertas propiedades inherentes a cada objeto.

Los procesos de digitización pueden realizarse bien usando un software del mercado como



# SISTEMA DE INFORMACION CATASTRAL S.I.C.



# SISTEMA SIGCA







ARC/INFO o bien desarrollándose un software propio de acuerdo con las posibilidades del hardware de cada uno. En este sentido daremos algunas ideas que permiten la digitización en «espaguete» y su tratamiento posterior. Este sistema de digitización consiste en digitizar libremente siguiendo líneas de características homogéneas, tales como límites de parcelas, sin necesidad de tomar expresamente los nodos como tales, sino como puntos de la línea. Tampoco es precisa la codificación previa de los puntos de la línea, ya que este proceso hace lentísima la digitización, sino que el sistema asigna numeración ordinal automática tanto a las líneas como a los puntos.

Para este proceso es necesario primeramente pinchar los cruces de líneas o nodos con objeto de que pueda reconocer el ordenador estos puntos al pasar dos veces sobre ellos. También es importante evitar el cruce de líneas o digitizar dos veces la misma línea que conduciría a polígonos complejos que hay que eliminar posteriormente, por proceso informático. Los caminos estrechos hay que digitizarlos por el centro o bien por un borde creando un programa de desdoblamiento de líneas en función del ancho del camino.

El sistema debe permitir después de tomar digitizadas las líneas de cada polígono, reconocer los nodos por ser puntos de igual  $x,y$ , y así «partir» las líneas inicialmente digitizadas en «espaguete» en tantas líneas como existan según los nodos reconocidos, deberá darse automáticamente nueva numeración a las nuevas líneas, puntos y nodos.

El sistema debe también resolver el problema de los enclavados o islas dentro de áreas o do-

minios de mayor extensión. Así como resolver el problema recursivo de enclavados dentro de enclavados, etc.

Estos problemas pueden resolverse mediante códigos dados en el momento de la digitización o bien mediante conexiones o enlaces también en el momento de la digitización o bien por programa de ordenador, generalmente teniendo en cuenta que si recorremos todas las líneas límites de parcelas en el sentido contrario a las agujas de un reloj, habremos recorrido todas las líneas dos veces excepto las líneas de las áreas enclavadas que se habrán recorrido una vez. Ello posibilita el reconocimiento automático de estas líneas. Es posible entonces crear líneas virtuales que conecten los enclavados al dominio circundante, ya que de ese modo se pueden calcular las áreas de los enclavados de una forma genérica.

Al final del proceso podemos disponer de datos tales como:

- Número del punto.
- Número de la línea.
- $x,y$  del punto.
- Azimut línea en nodos.
- Puntero a sucesor.
- Puntero a predecesor.
- Puntero a dominio derecho.
- Puntero a dominio izquierdo.
- Número de la parcela.
- Letra subparcela.
- $x,y$  número parcela o punto interior.
- $x,y$  letra subparcela.
- Area dominio parcela.
- Area dominio subparcela.

Estos datos son susceptibles de incluirse en una base de datos, con otros datos literales, a fin de que las demandas a la Base de Datos pueda realizarse no sólo en la vertiente literal, sino también en la gráfica.

En relación con las bases de datos gráficas debo decir que en el momento actual se está realizando un gran esfuerzo por resolver todos los problemas que la creación y manejo de este tipo de Bases conlleva no sólo a nivel del software, sino también del hardware.

En este sentido indicaré que existen tres tipos principales de Bancos de Datos:

- Jerárquico.
- Relacional.
- Red.

Cada uno de estos Bancos de Datos tiene unas virtudes específicas, debido a su estructura interna, sin embargo, es arriesgado afirmar que por sí solos tienen capacidad para resolver las demandas de un Banco de Datos de gráficos. Según algunos autores, lo ideal sería un Banco de Datos con una estructura mezcla de la de red y la relacional.

En la terminología de los técnicos de Bancos de Datos, el mundo real está formado por objetos («Entidades» en el argot técnico) que tienen una denominación, una clave y unas propieda-



### Number of Visible Satellites vs Time

Station : Madrid

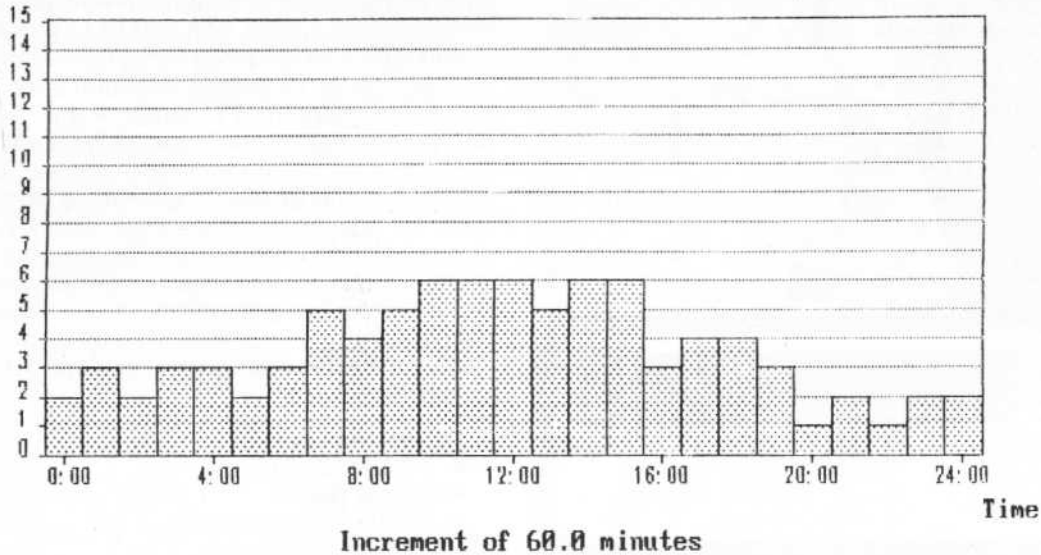
Latitude : 40 23'30"N Longitude : 3 46'43"W

Date : 12 Jun 1990

Zone : 2:00

Cut-off Elevation : 10

#### Number of Satellites



des. Estos objetos están relacionados entre sí a través de lo que se llaman «Relaciones», que tienen un nombre y unas propiedades. El mundo real que deseamos incluir en una Base de Datos espacial debe simplificarse y esquematizarse en un modelo que debe contener las «Entidades» y las «relaciones» que nos interesa tratar tales como: parcelas, ríos, caminos, límites administrativos entre términos municipales, ferrocarriles. Extendiendo el concepto de objetos, Youngmann y Nyerges distinguen entre objetos cartográficos primitivos: nodos, cadenas, áreas; y compuestos: parcelas, lagos, caminos, etc.

Las propiedades de cada objeto pueden ser:

- Geométricas.
- Gráficas.
- Informativas.

Las propiedades de cada objeto sirven para identificarlo, localizarlo y orientarlo. Las propiedades geométricas describen la forma o tamaño del objeto. Las propiedades gráficas describen la localización y orientación del objeto. Las propiedades informativas describen, por ejemplo: nombre del propietario, cultivo, evaluación, etc.

Las «relaciones» entre objetos describen la conexión entre distintas clases de objetos y tienen también propiedades similares. Las propiedades geométricas y gráficas contienen información topológica y métrica, por ejemplo: adyacencia, conectividad. Los aspectos informativos de la relación sirven para relacionar los objetos por su evaluación o por su significado.

Las propiedades deben estar según la teoría del formalismo individual en tercera forma normal, es decir: todas las propiedades combinadas no forman conjuntos, cada propiedad no clave depende sólo de la clave, no hay dependencia transitiva, las propiedades son conceptos atómicos.

Las estructuras basadas en el Hypergraph (HBDS) (Bouillé) pueden tratar las propiedades informativas tanto de los objetos como de las relaciones.

Existen seis unidades fundamentales para definir el HBDS: la clase, el objeto, propiedad de la clase, propiedad del objeto, unión entre clases, unión entre objetos.

La clase es un conjunto de elementos que tienen algunas propiedades comunes.

El objeto es un elemento del conjunto clase. Sus propiedades son las del conjunto clase.

Las propiedades de la clase corresponden con las propiedades de los objetos definidos en la clase.

Las propiedades del objeto son los valores particulares de las propiedades de la clase. Alguna propiedad puede contener un valor nulo para un determinado objeto de la clase.

Unión entre clases indica la posibilidad de relación entre objetos de diferentes clases.

Unión entre objetos define la relación entre objetos de clases diferentes en relación con una determinada información.

Recientemente han recibido considerable atención los llamados «quadrees» como estructura de datos para aplicaciones de sistemas de



información geográfica (Mark y Lauzon, 1985). Un «quadtree» es una estructura de datos basada en la descomposición de una imagen en cuadrantes y subcuadrantes. Este sistema puede representarse mediante una estructura en «árbol», de grado cuatro y de profundidad N, siendo N la resolución. Cada nodo del «árbol» corresponde a un subcuadrante de la región, un polígono puede definirse coloreando de negro el nodo si está dentro, y de blanco, si está fuera del polígono. Una de las características más importantes de los sistemas de información geográficos es que los datos son definidos esencialmente en dos dimensiones, mientras que el almacenamiento en las computadoras es unidimensional.

### **Futuros sistemas de trabajo**

Hemos visto que la informática ha modificado profundamente las técnicas del trabajo cartográfico tanto en su vertiente de campo como en el trabajo de gabinete. Así tenemos en la actualidad desde estaciones totales para trabajos de campo que permiten registrar las medidas de ángulos y distancias sobre un soporte magnético para su ulterior tratamiento en un ordenador con pantalla gráfica y plotter, hasta modernísimos sistemas de restitución numérica conectadas a mesas de digitización, de dibujo automático y a pantallas gráficas interactivas. Sin embargo, estimamos que estamos en el principio de una época de avances tecnológicos que van a impulsar la actual tecnología cartográfica a límites insospechados hace pocos años.

En relación con la topografía y la fotogrametría se esperan grandes avances con la utilización del sistema de posicionamiento por satélites llamado «Global Position system». En el momento actual el sistema dispone de seis satélites en órbitas a una altura de 20.200 m aproximadamente y que emiten señales en:  $L1 = 1.575,42$  MHz y  $L2 = 1.227,60$  MHz moduladas en S = Standard y P = Precise. En 1995 se espera que puedan estar en órbita los 18 satélites que permitirán su utilización a cualquier hora del día o de la noche.

Pero la importancia de este sistema no se circunscribe simplemente a la topografía terrestre, sino que se piensa que puede ser decisiva su influencia en la fotogrametría. ¿Cómo puede influir en la fotogrametría? Puede influir esencialmente en el conocimiento de las coordenadas x,y,z en tiempo real de la cámara fotogramétrica situada sobre el avión que realiza el vuelo. Actualmente existen tres métodos fundamentales de navegación (sistemas), el primero basado en la recepción continua de microondas emitidas desde algún radiofaro. El segundo sistema está basado en sistemas inerciales (INS). El tercero y el más prometedor será el GPS. Mediante la colocación de tres antenas receptoras en el avión no sólo se podrá obtener la x,y,z de la cámara, sino también los ángulos espaciales q,w,k en cada momento. ¿Qué importancia tiene esto? Pues la mayor importancia es que habrá desaparecido el sistema de apoyo y de aerotriangulación, es decir, al realizar el vuelo fotogramétrico se obtienen automáticamente todos los datos que precisa el gabinete de restitución sin realizar trabajos de campo.