

TECNICAS DE INVESTIGACION MINERA

APLICADAS A LA ARQUEOLOGIA.

- * José María Iraizoz Fernández.
Ingeniero de Minas.
E.U.P. Almadén
- * Octavio Puche Riart.
Ingeniero de Minas.
E.U.P. Almadén
- * Luis Mansilla Plaza.
Ingeniero Técnico de Minas.
E.U.P. Almadén.

1.- RESUMEN.

Hoy nos encontramos a las puertas de una nueva aplicación para una serie de técnicas mineras que hasta ahora habían - tenido su máximo apogeo en una serie de actividades de ca-- racter minero-económico principalmente. Nos estamos refiriendo al campo de la Arqueología, cuya aplicación ha hecho posible la aparición de nuevas ramas de la Ciencia Aplicada como la Arqueofísica, Teledetección en arqueología, etc.

A través de ellas se han logrado resultados espectaculares - posibilitando una planificación mejor a la hora de la excavación. De esta manera el empleo de forma sistemática de la -- Prospección Arqueológica previa a todo tipo de excavación ha dado lugar a una colaboración fructífera interdisciplinaria, con un cambio de mentalidad en las relaciones de las Ciencias Humanas y de las Ciencias Aplicadas.

2.- INTRODUCCION.OBJETIVOS.

Hasta ahora, las facetas de aplicación de las técnicas de Investigación Minera en los distintos campos del saber y de la ciencia eran de todos conocidos (vease la gran tradición y experiencia en el mundo de la minería y de la explotación de hidrocarburos); pero hoy en día estamos asistiendo, de un tiempo a esta parte al nacimiento de nuevos campos de trabajo debido al carácter interdisciplinario que se está desarrollando en la mayoría de las ciencias aplicadas. Un ejemplo de esto lo tenemos en la Arqueología donde se conjugan varias ciencias como la Geofísica, la Informática y la Documentación Histórica.

La falta de medios humanos y económicos que posibiliten el descubrimiento, total o parcial, de los yacimientos arqueológicos que se estudian, es el problema fundamental en las excavaciones de este tipo. Esto sin lugar a dudas, produce un desconocimiento importante en nuestro Patrimonio Cultural y Artístico. No solo esa falta de medios, sino también la realización de una excavación "a ciegas" produce, aunque no se desee, destrucciones de todo tipo, algunas de ellas con pérdidas irreparables.

De estas premisas y otras ha nacido la Arqueofísica que trata de dar una visión global no destructiva del yacimiento a descubrir facilitando su excavación. Es un instrumento de descubrimiento y estudio de yacimientos arqueológicos. La rapidez y elasticidad de los métodos empleados permiten cubrir grandes extensiones de terreno en tiempo limitado, en contraste con la metódica y lenta excavación. En caso de urgencia ante la posible destrucción del yacimiento se puede programar una prospección de este tipo que permita conocer a fondo cuales son las zonas amenazadas y ordenar los trabajos de salvaguardia de aquellos puntos que se estimen importantes.

Así pues el objetivo de esta, no es sustituir a la excavación sino realizar investigación arqueológica aplicando técnicas de -

de investigación muy precisas para el estudio de estructuras enterradas, con la consiguiente obtención del mapa (cartografía -- automática) de los vestigios arqueológicos ocultos; brindando de este modo al arqueólogo una imagen del "substratum" o subsuelo -- que le facilitará la planificación de los trabajos a realizar.

3.- APLICACION DE TECNICAS DE INVESTIGACION MINERAS.

3.1.- METODOS GEOFISICOS.

La Geofísica es una rama de las Ciencias Naturales que estudia la Tierra en sentido amplio mediante métodos y técnicas desarrolladas por la física. Cuando los instrumentos y técnicas se utilizan para analizar la distribución de campos naturales o medir propiedades físicas de las rocas, que tras una elaboración matemática permiten determinar las estructuras y la localización de cuerpos ocultos, nos encontramos dentro de la Geofísica Aplicada que en este caso se circunscribirá al campo de la Arqueología, -- dando origen a la Arqueofísica o Geofísica aplicada a la Arqueología.

Ahora bien, para que todo esto pueda llevarse a cabo es preciso que se den unas condiciones mínimas que definimos a continuación como : condiciones necesarias y condiciones de suficiencia.

- La condición necesaria para que un método pueda aplicarse con éxito en la localización de un yacimiento o en la cartografía de un horizonte litológico es que el parámetro físico que caracteriza a dicho método presente suficiente contraste entre los cuerpos y estructuras que se buscan y los materiales que las rodean.

Estos factores en conjunto definen las posibilidades de empleo del método.

- Las condiciones de suficiencia del método, que son de otra índole más compleja, vienen controladas por hechos tan dispares como la topografía, la climatología de la región, la geometría del

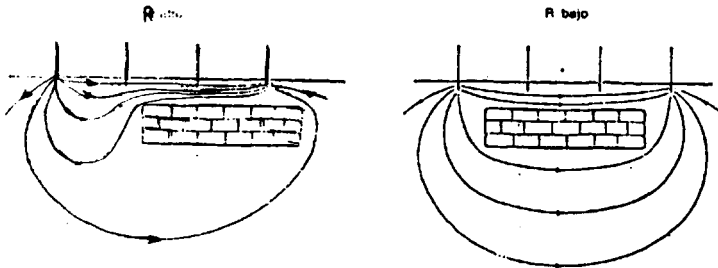
yacimiento, la naturaleza del recubrimiento, el instrumental, etc estableciendo lo que llamamos limitaciones del método.

De la gran cantidad de métodos que se emplean en Geofísica Aplicada, la experiencia acumulada durante años por varios investigadores (Atkinson, 1.946; Hesse, 1.973; Kermovant, 1.975) fuera de nuestro país demuestran que en este campo no todos los métodos - conocidos son válidos para la aplicación arqueológica siendo el método eléctrico (mediante resistividades) y el método magnético los más apropiados.

Los parámetros físicos empleados para distinguir un muro enterrado del terreno que lo envuelve y que nos permita identificarlos son dos, principalmente:

A/ Su diferente comportamiento al paso de una corriente eléctrica. Un material es más conductor que otro. Pongamos un ejemplo.

Las construcciones y el ladrillo proporcionan lecturas de resistividad relativamente altas, mientras que las zanjas y las fosas sedimentarias dan lecturas de resistividad bajas. Ver FIG-1.



Poseen además sus excepciones particulares tales como los valores bajos de resistividad de muros que aparecen como un foso relleno con material de baja resistividad.

METODO MAGNETICO.

Este método está basado en el estudio del campo magnético de la

Tierra. Esta es un gran imán natural y tanto en su interior, como en su superficie o incluso en la atmósfera, este campo se manifiesta constantemente de tal forma que si suspendemos una aguja imantada por su centro de gravedad, de manera que pueda moverse libremente, tomará la posición N-S, obligada por las líneas de fuerza invisibles del campo magnético terrestre.

Pues bien, los materiales (sedimentos, rocas, muros) están formados en su constitución por minúsculas partículas minerales, algunas de ellas con determinadas propiedades magnéticas, las cuales son influenciadas por el campo magnético terrestre y ellas, a su vez, inciden en el modificándolo. Estas variaciones pueden -- ser medidas por magnetómetros que nos dan información que permite detectar y definir los límites de estas anomalías que corresponden a estructuras enterradas.

Las posibilidades de prospección magnética de los yacimientos arqueológicos se basan en dos fenómenos distintos:

- Por un lado, el magnetismo termoremanente de las tierras quemadas, donde se ha hecho fuego repetidamente, permite la localización de hornos y hogares antiguos enterrados. La imantación resulta de una alteración mineralógica como consecuencia del encendido del horno, dependiendo de la temperatura y de la orientación del campo magnético en el momento de la primera cocción.

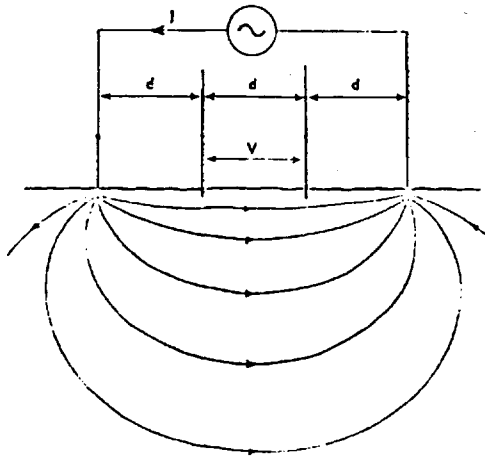
Esta técnica ha sido desarrollada por los geofísicos para obtener datos que permitan establecer las variaciones seculares del campo magnético terrestre.

- Por otro lado, la fuerte susceptibilidad magnética del relleno de estructuras, dan anomalías resultantes del magnetismo inducido.

METODO ELECTRICO.-----

Dentro de los métodos eléctricos, es el de resistividades el de

mayor empleo, consistiendo éste en enviar corriente al terreno - mediante dos electrodos A y B (electrodos de corriente) que se clavan en el suelo y una vez establecido así un campo eléctrico-artificial, se investigan sus condiciones con otros dos electrodos M y N (electrodos de potencial o medida) adicionales, también clavados en el terreno y cuyas distancias se varían convenientemente, según el método empleado.



La corriente que hacemos circular en el subsuelo se hace por medio de los iones del agua contenida en los poros de los sedimentos, siguiendo la ley de Ohm, llamandose a esta conductividad iónica, siendo la resistividad verdadera de un estrato (inversa a la conductividad) igual a :

$$\rho_v = \rho_w \frac{1}{F_t \cdot F_s}$$

Donde :

- ρ_v = resistividad verdadera.
- ρ_w = resistividad del agua.
- F_t = factor de porosidad (%)
- F_s = factor de saturación (0.01 - 1)

Por medio de estos electrodos se puede determinar la resistividad aparente del terreno que vendrá en función de la diferencia-

de potencial medida entre los electrodos M y N y la intensidad de corriente con que se alimenta el terreno. También intervienen en este valor un coeficiente que depende de la distribución geométrica que adoptan los electrodos sobre el terreno.

$$\rho_a = D_v / I \cdot K$$

Donde :

- ρ_a = resistividad aparente.
- D_v = diferencia de potencial.
- I = intensidad.
- K = factor de penetración (%).

De esta forma se suministra información cuantitativa de las propiedades del subsuelo, en este caso del yacimiento arqueológico-enterrado.

Estas mediciones de resistividad del terreno en Arquofísica, se realizan mediante perfiles de resistividad o calicateo eléctrico.

Este se lleva a cabo conservando una separación constante entre los electrodos empleados y desplazando todo el conjunto o estaciones de observación localizadas según itinerarios o alineaciones que cubran la zona a investigar.

3.2.- TELEDETECCION.

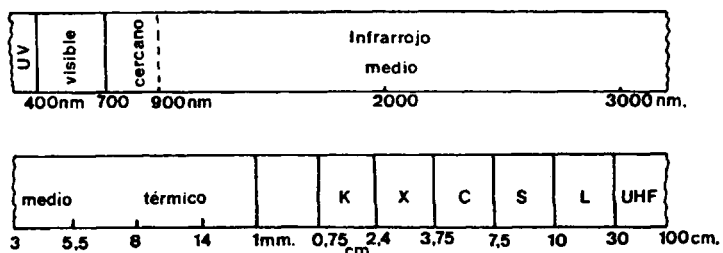
Teledetección es una palabra compuesta de "tele" que en griego significa distancia, y "detección", del inglés "to detect", participio pasado del verbo "detegere", cuya traducción es descubrir. Así pues, teledetección equivale a poner de manifiesto lo que no puede ser observado directamente; para ello se emplearán técnicas basadas en principios químicos y físicos.

Tanto la fotografía aérea como las imágenes espaciales se fundamentan en la observación de la superficie terrestre, mediante un sensor, el cual va a ir registrando parte de la energía elec-

tromagnética que se refleja en el terreno o la energía irradiada por el mismo.

La metodología empleada constituye un sistema pasivo cuando la energía captada ha sido reflejada previamente en la superficie - del terreno, de forma natural ante la actuación de la radiación solar. Y consideramos el sistema activo cuando la energía captada procede de objetos excitados ante la llegada de energía generada en el equipo de detección.

La energía utilizada puede proceder de amplias zonas del espectro electromagnético : visible, infrarrojo próximo, medio y térmico. Esto lo podemos apreciar en la figura adjunta FIG-3.



Podemos considerar que el sensor capta la energía de forma reticular, viéndose la Tierra como una cuadrícula, donde la longitud del lado de cada una de las unidades componentes depende de la - resolución del equipo. Cada unidad reticular recibe la denominación de pixel, la cual nos va a dar un punto de información en - la imagen correspondiente. Cada punto de la imagen presentará -- más o menos brillo, en función de la intensidad de la energía re - flejada en la zona correspondiente de la superficie terrestre, - por otro lado la reflexión es función de las características fí - sicas del terreno, tales como la composición, humedad, estado - de la vegetación, rugosidad, pendiente, etc.

En las zonas próximas del espectro visible la reflexión viene - determinada por la composición química, mientras que en la zona del infrarrojo térmico es función de la capacidad calorífica.

Observemos lo anterior en la figura FIG-4

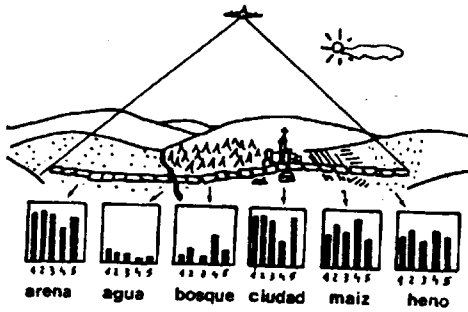


FIG-4

Segun la expresi3n

$$R_{\text{angular}} = \frac{\lambda}{\phi}$$

La resoluci3n espacial es el producto de la resoluci3n angular por la distancia entre el sensor y la superficie terrestre:

$$R_{\text{espacial}} = R_{\text{angular}} \cdot d = \frac{\lambda}{\phi} \cdot d$$

La resoluci3n espacial es mayor (cuadr3cula de lado menor) --- cuando la longitud de onda o la distancia establecida son menores y cuando la abertura es mayor. Para mantener valores de alta resoluci3n con longitudes de onda elevada y vuelos a gran altura se han tenido que dise1nar mecanismos de apertura sint3tica cuyos efectos son equivalentes a los de una gran abertura.

APLICACIONES DE LA TELEDETECCION A LA ARQUEOLOGIA.

A/ Aplicaciones de las fotograf3as a3reas : Hasta el momento presente han venido emple1ndose con mayor asiduidad las fotograf3as a3reas que las im1genes espaciales, principalmente por presentar una mayor resoluci3n pues la longitud de onda y la altura de vuelo eran menores. Hoy en d3a con la creaci3n de los sistemas de abertura sint3ticos se han conseguido, en las im1genes tomadas desde sat3lites, buenas resoluciones espaciales, mejo--

rando así sus posibilidades operativas.

Dentro de las fotografías aéreas la emulsión más usada es la pancromática y sólo ocasionalmente emplearemos el infrarrojo o el falso color. Las fotografías pancromáticas abundan en el mercado, sus aplicaciones son múltiples y su uso universal. Si a esto unimos un bajo costo vemos como estamos ante una herramienta de trabajo importante que nos posibilitará, tras la adquisición de una memoria visual, el reconocimiento de numerosas estructuras.

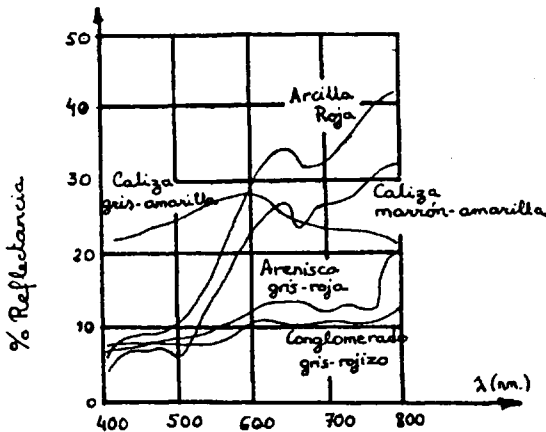


FIG-5

La emulsión pancromática posee buena sensibilidad a lo largo de todo el espectro visible. En cambio la emulsión infrarroja la presenta en la zona del mismo nombre, ésto es importante porque en dicha zona numerosos objetos poseen su máxima reflectancia. Vease FIG-5

De acuerdo a las características enumeradas, no es de extrañar que sea práctica habitual la toma simultánea de imágenes en pancromática e infrarrojo, para así poder establecer comparaciones entre las imágenes obtenidas.

Tanto en el caso de las emulsiones pancromáticas como en las infrarrojas, lo más importante es que las estructuras arqueológicas presenten una elevada reflectancia y buen contraste.

B/ Aplicaciones de las imágenes espaciales : Las zonas más utilizadas del espectro electromagnético, para la búsqueda y análisis de elementos urbanísticos, varios e industriales, se corresponden en el caso de imágenes espaciales con la banda infrarro-

ja baja, media, térmica y microondas, para lo cual se emplean - sensores multiespectrales térmicos y radares.

De entre los programas descritos, seleccionaremos imágenes de buena resolución espacial. Así el sensor T.M (Thematic Mapper)- del satélite Landsat-5, consigue una resolución de 30 metros -- trabajando con siete bandas del espectro, tres de ellas pertenecientes al infrarrojo. El satélite europeo Spot, era portador - de sensores de resolución de 10 metros, en el sistema pancromático y 20 metros en el multibanda.

Por encima de ciertas longitudes de onda, en torno a los -- 1.000 nanómetros, no se pueden utilizar las emulsiones fotográficas. En estos casos podemos - captar la energía irradiada por los objetos existentes sobre la superficie de la Tierra, o bien recopilar la energía reflejada, empleando para ello sistemas de recepción digitales, donde tras procesamiento informático obtenemos las imágenes pertinentes. En la FIG-6 se observa un radar para la toma de imágenes espaciales y su esquema de funcionamiento.

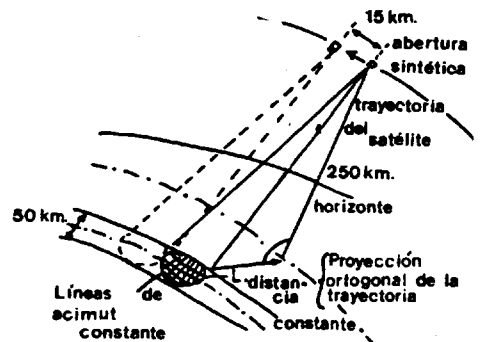


FIG-6

Hasta el momento sólo hemos considerado sistemas pasivos. Los radares espaciales constituyen medios activos. Desde ellos se - envían haces de microondas hacia la superficie terrestre, reco--giendo por otro lado las señales emitidas en la corteza, ante - la llegada de la energía enviada.

Las imágenes recogidas por el SIR-A, en 1.982, por el SIR-B en 1.984, muestran una cierta penetración por debajo de la superfi--cie , habida cuenta de la larga longitud de onda empleada.

El resultado involuntario de estas imágenes ha sido la puesta-

en evidencia de construcciones e instalaciones enterradas. La profundidad de penetración es función de dos parámetros : la longitud de onda y la humedad del suelo, lográndose buenos resultados en zonas áridas, donde se puede llegar a varios metros de profundidad por debajo de la superficie topográfica.

Además este sistema funciona de día o de noche, ya que la emisión de energía procede del propio aparato y con diversas condiciones climáticas, ya que las microondas son capaces de penetrar a través de las nubes de niebla.

En España sólo tenemos un recubrimiento parcial con estas imágenes.

C/ Indices reveladores: Tras haber comentado las posibilidades de cada método, se aprecia como en cada caso existen factores que ayudan a poner en evidencia las estructuras ocultas; a estos factores les denominaremos indices reveladores, los cuales pueden clasificarse de la forma siguiente:

- Indices umbrográficos. Se basan en la existencia de microrrelieves difícilmente apreciables desde el suelo, pero que se visualizan con presteza en los fotogramas por la presencia de sombras las cuales se generan por una toma en perspectiva cónica, o por tonalidades oscuras, debido a la existencia de humedad.

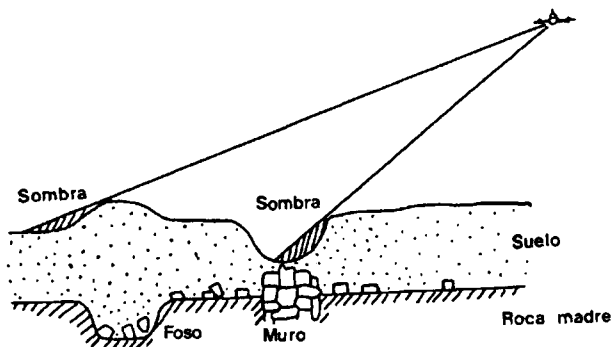


FIG-7

En la zona del foso hay mayor humedad, lo que condiciona un mayor desarrollo de la vegetación y por tanto del suelo, justo encima de él. En la zona de muralla ocurre lo contrario. El resultado final es un microrrelieve.

- Indices litográficos. Se basan en la existencia de variaciones de tono en los fotogramas, debido a cambios litográficos en los suelos generados sobre una formación arqueológica.

- Indices edafográficos. Se basan en cambios de tonalidad en los fotogramas, debido a la existencia de una vegetación diferenciada.

- Indices termográficos. Se basan en variaciones cromáticas, en las imágenes disponibles en función de la emisión térmica, natural o inducida.

Consideraciones finales.

La campaña arqueológica se inicia ,generalmente mediante un estudio topográfico previo que posibilite ubicar sobre el mapa las estructuras desenterradas o , en el caso de realizar una prospección geofísica, proporcionar los perfiles para la determinación de las zonas favorables. El levantamiento topográfico genera un alto costo, sobre todo en campañas desarrolladas en zonas alejadas, por eso, en algunos casos podremos sustituir la cartografía por fotogramas, los cuales serán utilizados como mapas de base.

Una de las facetas fundamentales de la prospección con fotografías aéreas e imágenes espaciales que configuran técnicas de detección no destructivas, contrariamente a lo que ocurre con algunas campañas geofísicas, aportando información directa sobre la posición y situación de estructuras, ahorrando tiempo y dinero en excavaciones inútiles.

En definitiva estas técnicas pueden proporcionar información -- sobre itinerarios en vías de comunicación abandonadas , acueductos, murallas, fosos defensivos, así como la posición y distribución de parcelas estructuradas.

Las limitaciones de estos métodos prospectivos vienen determina

das , en numerosas ocasiones, por los valores espaciales y la es-
cala de las imágenes disponibles, esperando que en un futuro no-
muy lejano se subsanen estas situaciones, mejorando pués, de for-
ma sensible las posibilidades de trabajo.

4.- METODOLOGIA DE TRABAJO.

En este punto vamos a abordar las distintas fases del trabajo -
que se realizan previas a la interpretación de resultados. Es --
una fase de suma importancia para el investigador ya que de su -
buena realización (teniendo siempre en cuenta las condiciones -
en las que se trabaja) dependerán muchas veces los resultados a
obtener.

Algo que se ha mencionado ya en diversas ocasiones y que es -
muy importante a tener en cuenta es el aspecto interdisciplinar-
de las técnicas empleadas. En este apartado se palpan enormemen-
te las propias fases de trabajo empleadas. Estas son las siguien-
tes :

- 1.- Trabajo de Campo.
- 2.- Trabajo de Gabinete.
- 3.- Interpretación.

Pasamos a abordar cada una de ellas.

4.1.- TRABAJO DE CAMPO.

Hemos visto que tres son los métodos más idóneos para emplear -
en Arqueología : el magnético, el eléctrico y la teledetección.

Analizaremos como se realiza la prospección en cada uno de ellos
seguidamente, aunque el último de la Teledetección ya se ha des-
crito con anterioridad.

A/ METODO MAGNETICO. La exploración se realiza en dos fases sucesivas: reconocimiento general y estudio en detalle de las anomalías.

En cuanto a la primera de ellas, la de reconocimiento general, se efectúa por medio de perfiles de grandes distancias y muy separados unos de otros barriendo toda la zona objeto de estudio, siendo sólo interesante para la búsqueda de grandes estructuras.

Para pequeñas estructuras (fondos de cabaña, hornos, muros de viviendas, etc.) se precisa un trabajo de detalle y se disponen las estaciones de medida sobre una malla cuadrada de magnitud -- apropiada según las dimensiones de las estructuras que se pretenda investigar, las cuales puedan ser de un metro, o incluso menos. Los tiempos de cada medida son muy pequeños, hasta de 4 o 5 segundos y las medidas se realizan con un magnetómetro de protones provisto de dos sondas, una de referencia (para conseguir la variación diurna del campo magnético terrestre), y otra de medida, que se desplaza a lo largo de los perfiles para la detección de anomalías.

B/ METODO ELECTRICO. La prospección se realiza al igual que con el método magnético sobre la base de la prospección en malla -- cuadrada de un metro de lado más o menos, insertando en el terreno los cuatro electrodos, regularmente espaciados en línea según el dispositivo electrodico adoptado (aproximadamente 0.65 m. de distancia es suficiente para prospectar la mayoría de los yacimientos arqueológicos. Para mayores profundidades se procederá a mayores separaciones de electrodos, aunque en este caso la nitidez de interpretación se va perdiendo) Wenner, Schlumberger, etc y fijados a un soporte aislante y poco pesado que se denomina -- onda.

Las medidas se efectúan con un resistivímetro analógico o digital de corriente alterna en los nudos de la red y el resto de -- los componentes del equipo de medición lo formarán los cables de

medida, cuerdas de formación de la malla de prospección graduada, etc.

4.2.- TRABAJO DE GABINETE.

Este tiene por objeto la realización y obtención de cartografías automáticas definitivas. Es un trabajo de gabinete donde el tratamiento de datos obtenidos en la fase anterior de campo y un proceso de filtraje y mejoramiento cartográfico contribuyen notablemente a la interpretación geofísica de éstas. Los pasos a seguir en esta fase son:

- Archivo o almacenaje de la información de campo. Se realiza en banda magnética con un sistema informático como puede ser por ejemplo un Pc u ordenador personal de 640 K de memoria RAM con impresora y/o plotter.

- Cartografía bruta. Se puede obtener en el campo. Constituye la restitución sobre el plano de todos los datos tomados en el campo. Para ello se siguen diversos tipos de representación cartográfica aunque los más extendidos son los métodos de isolíneas y los simbólicos. Por ejemplo el método del punto con caracteres.

Podemos observar lo anterior en las figuras 8 y 9 en las cuales se tiene una interpretación cartográfica de datos brutos en una prospección eléctrica (FIG-8) y -



así mismo en la figura adjunta FIG-9 tenemos una representación de una cartografía de datos brutos diferenciales en prospección magnética.



FIG-9

- Filtraje. Consiste en la eliminación de anomalías parásitas dejando en el plano prácticamente sólo los cambios de resistividad que se deben a muros y límites horizontales de suelos y niveles.

Como en casos anteriores, representamos una cartografía de datos filtrados procedentes de una prospección eléctrica y preparada para su interpretación arqueológica.

Vease la figura FIG-10.

4.3.- INTERPRETACION.

Después de la fase de tratamiento informático con la obtención de los diferentes tipos de cartografías surge el problema fundamental: la interpretación de los resultados.

A veces es difícil establecer la correlación entre los resultados de prospección y las estructuras correspondientes sobre el terreno. Una prospección llegará a su fin primordial si permite la interpretación de todas las anomalías que detecta. En geofísica --



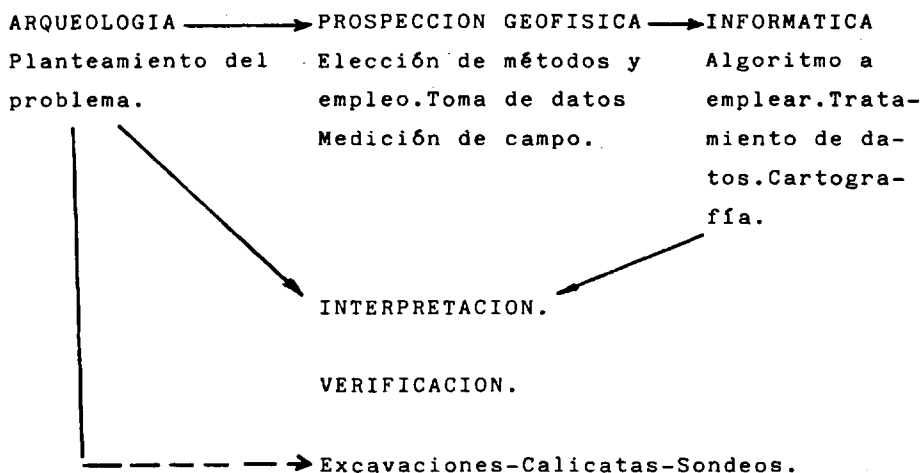
FIG-10

tradicional , la interpretación plantea problemas de estimación cuantitativa, mientras que los criterios de interpretación arqueológicos son esencialmente cualitativos. De hecho, se trata de una estimación a partir de la representación sobre un plano de una superficie prospectada, para ver cuales son las estructuras probables y las causas de las anomalías obtenidas.

Esta labor de interpretación requiere, a su vez, para que pueda realizarse lo más completa posible, la colaboración del arqueólogo y unos conocimientos mínimos de arqueología por parte del investigador minero, es decir la interpretación no es cosa de uno sino de varios, es interdisciplinar.

Tampoco podemos olvidar a la hora de interpretar que cada yacimiento arqueológico es un caso particular, tanto por el estado de conservación y el tipo de vestigios enterrados como por las relaciones con los demás, y que no se pueden dar unas reglas precisas de interpretación de carácter general.

De forma resumida y aclaratoria, vemos el esquema final del proceso de las Técnicas de Investigación Mineras aplicadas a la Arqueología.



BIBLIOGRAFIA

=====

- **AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY**
"Manual of remote sensing".
Tomo I, II 1.983
- **SCANVIC, J.Y.**
"Utilisation de la Teledetecti6n dans les sciences de la -
Terre".
B.R.G.M. Paris 1.983
- **HESSE A.**
"Prospections G6ophysiques a Faible Profondeur applications
a l'arch6ologie".
DUNOD. Paris 1.966
- **CLARK. A.**
"Ciencia en Arqueologia".
Fondo de Cultura Economica.
Mexico 1.980
- **Grupo Arqueofisico de La Rábida.**
"Documentos e Informes".
Huelva 1.985/1.986
- **IRAIZOZ FERNANDEZ, JOSE MARIA y MANSILLA PLAZA LUIS.**
"La Geofisica aplicada a la Arqueologia".
Xaragall. MANRESA: 1.987
- **PUCHE RIART, OCTAVIO**
"La teledetecci6n aplicada a la Arqueologia".
Xaragall. Manresa. 1.987