

APORTACION DEL METODO GEOELECTRICO AL RECONOCIMIENTO DEL POBLADO PROTOHISTORICO DE LA HOYA, LAGUARDIA (Alava). PRIMEROS RESULTADOS

GONZALEZ DE DURANA J.M.*

LLANOS ACEBO H.J.**

LLANOS A.***

EGUILUZ L.****

- * Dpto. de Electrónica de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial (U.P.V.) Vitoria.
- ** Dpto. de Geología de la Escuela Universitaria del Profesorado (U.P.V.) Vitoria.
- * * * Instituto Alavés de Arqueología. Vitoria.
- **** Dpto. de Geotectónica y Geomorfología. Facultad de Ciencias (U.P.V.) Lejona.

RESUMEN

La utilización de técnicas geoelectricas en corriente continua, proporciona un conocimiento previo no destructivo de la geometría de los restos arqueológicos, que permite la planificación y rentabilización de las campañas de excavación de yacimientos de especial interés.

Como ejemplo se describen los resultados obtenidos en el yacimiento de La Hoya (Laguardia), en los que se ha verificado una muy aceptable correspondencia entre las previsiones geofísicas y los resultados reales, gracias a la modificación específica de un equipo convencional de S.E.V. mediante un dispositivo electródico adecuado con las características físicas del entorno del yacimiento a estudiar.

A la vista de las posibilidades de esta técnica se han acometido estudios de otros yacimientos en el Territorio Foral, tras la conveniente adecuación de la misma que, por otra parte, está siendo perfeccionada para la automatización de la toma de datos.

SUMMARY

The use of geoelectric techniques in D.C. gives a previous non destructive knowledge of the archaeological remains geometry, that allows to plan and to profit from the excavation expeditions in interesting beds.

As an example it is described the results from the Yacimiento de La Hoya (Laguardia), we could find in them a very important connection between the geophysics foresights and the real results, it happened because of the specific modification of a S.E.V. conventional equipment by a electrodic mechanism suitable for the physic characteristics of the bed situation we have under consideration.

On the face of this technique possibilities, it has been undertaken studies about another interesting beds in the Area Foral after being this technique properly adapted; on the other hand it is being improved in order to automate the data logging.

RESUME

L'utilisation des techniques géoélectriques en courant continu fournit une connaissance préalable, non destructive, de la géométrie des ruines archéologiques, qui permet la planification et la rentabilité des campagnes de fouilles dans les gisements qui presenten un intérêt spécial.

Comme exemple on décrit les résultats obtenus dans le gisement de La Hoya (Laguardia) où l'on a vérifié une tres acceptable correspondance entre les prévisions géophysiques et les résultats réels, grâce à la modification spécifique d'un équipement conventionnel de S.E.V. grâce à un dispositif électrode approprié aux caractéristiques physiques de l'environnement du gisement à étudier.

A la vu des possibilités de cette technique, on a entrepris des études sur d'autres gisements d'intérêt dan la Territoire Foral, après l'adéquation convenable de celle-la, qui, d'ailleurs, est en train d'être perfectionnée pour l'automatisation de la saisie des données.

LABURPENA

Elektrindar etengabeen teknika geoelektikoak erabiliz, aztarna arkeologikoen geometriaren aurre-ezagutza ez-haustailea lortzen da, interes bereziko meatokien haitzurketa lanak planifikatu eta errentabilizatzeko bideak iraikiz.

Adibide gisa, la Hoyako meatokian (Biasteri) lorturikoak eskaintzen dira, non prebisio geofisikoen eta emaitza errealeen arteko korrespondentzi nahiko egokia egiaztatu baita, S.E.V. delakoaren talde konbentzional baten aldaketa espezifikiko bati esker, azterkizun zen meatokiaren ingurunearen ezagugarri fisikoetara dispositibo elektrodiko bat egokituz.

Teknika honen posibilitateak ikusiz, Foru Lurraldean beste interes handiko azterketa batzuk ere hasiak dira, behar diren egokierak eman ondoren, teknikok hobegotze bidean baitira, datuak hartzea automatizatu ahal izateko.

INTRODUCCION

El poblado de La Hoya, situado en las afueras de la localidad alavesa de Laguardia, se conoce desde 1935 en que D. Alejandro Sampedro Martínez, al encontrar un elevado número de fragmentos de cerámica, comunica el hallazgo a D. Carlos Saenz de Tejada y D. Alvaro de Gortazar, quienes publican un breve estudio con las observaciones más significativas.

A partir de los años 50, se suceden diversos estudios y excavaciones que culminan en la década de los 70 en la que el Instituto Alavés de Arqueología, dependiente del Consejo de Cultura de la Excma Diputación Foral de Alava, aborda bajo la dirección de D. Armando Llanos, el análisis y excavación exhaustivos de este singular yacimiento (LLANOS A., 1976).

Los trabajos, que se suceden de forma continua hasta el presente, han dado como resultado la sucesión histórica que sigue:

- FASE IV. (Bronce medio tardío-Bronce final).

Se trata de las construcciones de los primeros grupos que se asientan sobre el lugar y corresponden a edificaciones de madera de planta rectangular, fácilmente identificables por los agujeros horadados sobre la roca, atribuibles a un urbanismo perimetral.

- FASE III (Bronce final continental).

Superpuestos a la anterior, se observan grupos de construcciones con zócalo de piedra y divisiones interiores de madera y suelos pintados, edificadas de forma aislada. Aparece abundante material cerámico con ornamentaciones de tipo anguloso, atribuibles a la segunda mitad del siglo XIV a.C.

- FASE II. (Hierro I).

Se superpone a la anterior y coincide con un cambio en el trazado de las viviendas, que ahora pasan a agruparse, con muros medianiles y presentan, en consecuencia, un mayor desarrollo de la zapata de piedra (1,77 mts).

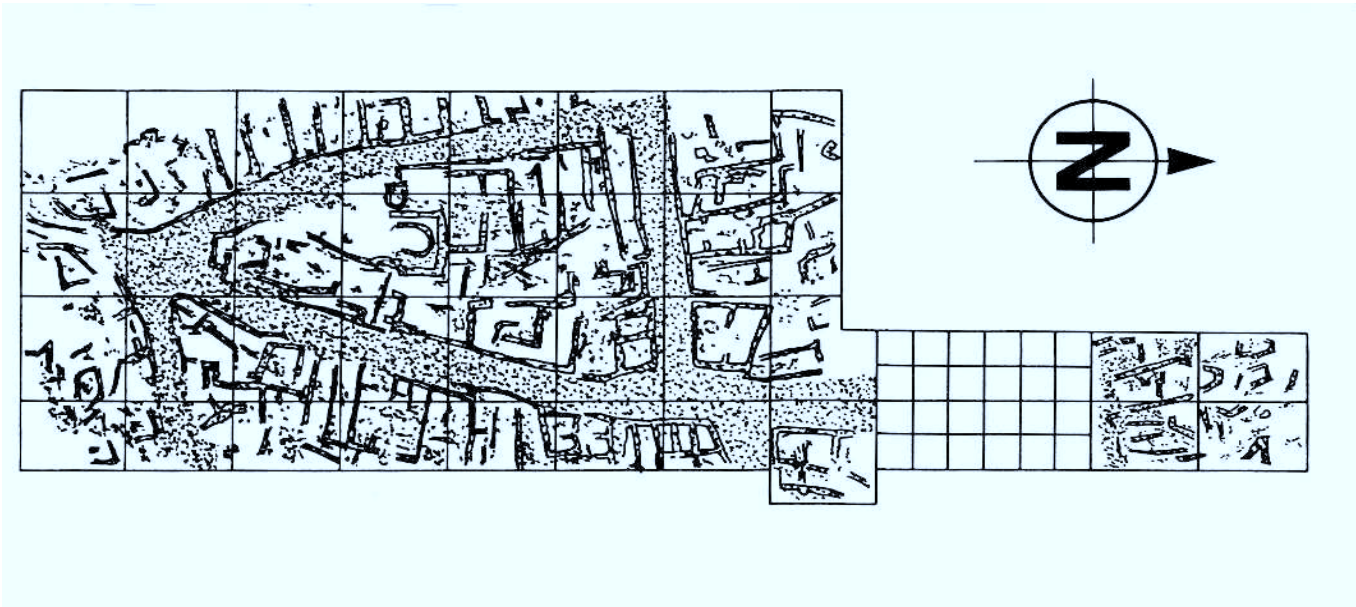


Figura 1. Esquema Parcial de las Excavaciones y del Area Investigada. Escala 1:250.

Su fechación ha sido establecida entre 2.530+ 85 a.a.C. y 580+ 85 a.a.C. y los finales de este nivel coinciden con el importante cambio originado por la iberización del poblado (finales del siglo V a.C.) en la que, entre otras cosas se instaura la práctica de enterramientos infantiles.

- FASE I. (Hierro II.)

Es la última fase y está dominada por el desarrollo del periodo celtibérico. Se caracteriza por el urbanismo reticular en manzanas, la potenciación de la agricultura cerealista, la utilización de la cerámica de torno y el desarrollo de la metalurgia con fabricación de piezas de hierro, etc.

En los momentos de mayor desarrollo se aprecia una clara definición del modelo urbano reticular con calles pavimentadas, viviendas medianiles, tiendas, etc. Tras la destrucción del poblado a finales del siglo V a. C., se acomete la reconstrucción respetando el trazado inicial, si bien se introducen pequeñas modificaciones en detrimento de la calidad de construcción y de los volúmenes habitables (siglo III a.C.). Posiblemente en coincidencia con la toma de la región por Sertorio (año 76 a.C) se produce el abandono del poblado del que sólo quedan algunas construcciones sobre escombros anteriores.

ENTORNO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO

Dentro del recinto amurallado, que al parecer incluye la totalidad del antiguo poblamiento, se ha investigado exclusivamente un área, aún no reconocida, de unos 400 metros cuadrados de superficie, situada en la mitad septentrional del yacimiento entre los dos sectores hasta ahora mayoritariamente excavados. (Figura 1).

Los niveles geológicos sobre los que se asienta el yacimiento, corresponden a los materiales del Terciario continental que ocupan la totalidad de la depresión del Ebro hasta sus proximidades con los relieves periféricos (Sierras de la Demanda y de Cantabria).

Litológicamente constituye una serie de carácter eminentemente detrítica y de notable espesor, constituida fundamentalmente por una alternancia de niveles de limos calcáreos, argilitas y areniscas de tonos ocre. En conjunto definen un modelo geológico relativamente sencillo de capas horizontales en condiciones óptimas para la aplicación de la teoría del sondeo eléctrico vertical, a excepción de aquellos puntos en los que localmente la existencia de importantes anomalías eléctricas evidencian la presencia de determinadas estructuras sedimentarias ocultas en la sucesión, tales como paleocanales y cambios laterales de facies.

En estas situaciones, cabe decir, sin embargo, que las variaciones de sus propiedades eléctricas no son siempre bruscas, dando lugar, por tanto, a la aparición de anomalías transitorias, de orden decamétrico o hectométrico y con bajos gradientes, como corresponde a la propia geometría interna de los

cuerpos indentados, por lo que, a efectos del presente estudio, el conjunto de materiales terciarios subyacentes debe considerarse teóricamente como un horizonte prácticamente continuo, de resistividad aproximadamente constante y de espesor indefinido.

A partir de estas consideraciones el estudio se ha orientado exclusivamente a la determinación de aquellas anomalías eléctricas, principalmente de tipo lateral, aunque pueden detectarse otras en sentido vertical, generadas por el apilamiento artificial de elementos pétreos y otras piezas arquitectónicas utilizadas por los antiguos moradores del poblado en sus esquemas constructivos.

La naturaleza de estos fragmentos rocosos, habitualmente areniscas provenientes de afloramientos próximos, geoelectricamente se corresponden con materiales, por lo general mecánicamente competentes y altamente resistentes, que suministran el suficiente contraste eléctrico respecto de los niveles, de carácter marcadamente heterogéneo, que constituyen el relleno y el recubrimiento edáfico, que en conjunto fosilizan el yacimiento.

Bajo estas especialísimas condiciones, y con la técnica utilizada, es por tanto posible establecer, como se verá más adelante, de forma relativamente rápida y no destructiva, la existencia de cuerpos o agrupamientos, cuyas formas geométricas deben coincidir sensiblemente con las estructuras y principales directrices del poblado.

METODOLOGIA

A excepción de la fase interpretativa, que se incluye en las labores propiamente de gabinete, toda la información utilizada ha sido recogida durante la campaña de prospección desarrollada en el campo. El trabajo de campo se ha dividido en dos etapas.

La primera consistió en un reconocimiento del entorno geológico y de la morfología del yacimiento, acompañada de una previa prospección geofísica por diversos dispositivos adecuados al problema planteado, comprobando que unos y otros presentan variables posibilidades teóricas de aplicación, capaces de ofrecer una respuesta al contraste de propiedades eléctricas que representa una discontinuidad.

En una segunda fase se procedió a la realización de la propia campaña geofísica en la que se invirtieron siete días de campo. Para el desarrollo de la misma se ha utilizado un equipo de corriente continua constituido por un grupo generador, fuente convertidora, electrodos de corriente y de potencial, estos últimos impolarizables, y aparatos de medida digital con dispositivo de puesta a cero.

Dentro de las diferentes categorías de calicatas eléctricas móviles, en las que los electrodos se desplazan conjuntamente, conservando sus distancias y posiciones mutuas a lo largo de una serie de perfiles, como un todo rígido, se han empleado las del tipo Schlumberger.

La investigación por este método consiste en una serie de determinaciones de resistividad aparente por medio de un dispositivo simétrico de cuatro electrodos, de separación constante.

Así, y con objeto de efectuar un barrido lo más exhaustivo posible del terreno a investigar, se midieron 25 perfiles con un total de 425 estaciones. Además, en todas ellas se adoptaron cuatro amplitudes interelectrónicas con 2, 4, 6 y 8 metros de AB, simétricas respecto al punto de lectura, con lo que han obtenido otros tantos niveles de información correspondientes a diferentes profundidades de investigación de aproximadamente $AB/4$, en cada caso respectivamente, disponiéndose, en definitiva, de un total de 1700 lecturas.

INTERPRETACION

Basicamente el análisis consiste en la inspección de sucesivas representaciones, a partir de los valores obtenidos en la campaña de campo, observando agrupamientos y deduciendo de ello la presencia y posición de los accidentes más significativos.

Para el tratamiento de los datos obtenidos en relación con la superficie investigada, se ha utilizado en una primera fase un equipo informático constituido por un microordenador Comodore 64, la correspondiente unidad de disco modelo 8050 y un plotter digital del tipo CX-ITOTH.

Posteriormente se ha realizado un proceso análogo mediante un ordenador Hewlett-Packard modelo HP-9920 conectado a una impresora Manesmann Tally de tipo matricial de 132 caracteres, que proporciona una resolución gráfica de 1200 x 800 puntos.

Asimismo se han diseñado y elaborado para este caso en concreto una serie de programas escritos en lenguajes Basic (Comodore 64) y Pascal (HP-9000) que han permitido disponer finalmente de diversas salidas gráficas a escala.

Tanto el programa Basic para el Comodore 64 como el escrito en Pascal para el HP-9000, realizan el trazado del lugar geométrico de puntos de iso-resistividad comprendida entre dos valores, mínimo y máximo. El programa permite dividir la celda elemental de la malla (cuadrado de 1 x 1 mts en este caso), en unidades integrantes, cuyo número se establece a voluntad en cada ejecución del programa.

Como es lógico el proceso tiene una duración proporcional al número de integrantes escogidas. En concreto, para el tratamiento de los datos de campo recogidos durante esta campaña, que como ya se ha indicado, corresponde a 425 unidades por nivel, se han considerado para cada una de ellas 2500 divisiones (50 x 50), con lo que el tiempo invertido en los procesos de interpolación e impresión ha sido de aproximadamente 40 minutos con el ordenador HP-9000 y de 6 horas para el Comodore 64.

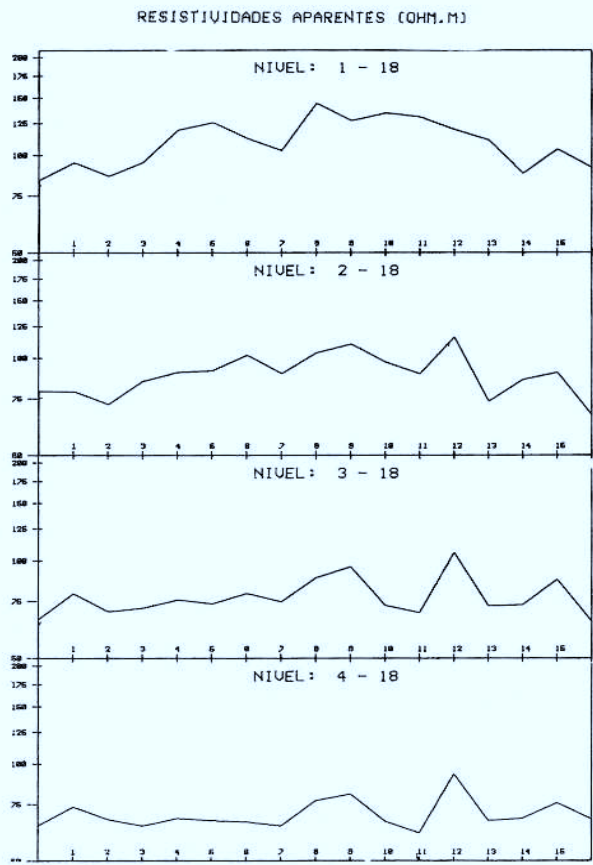
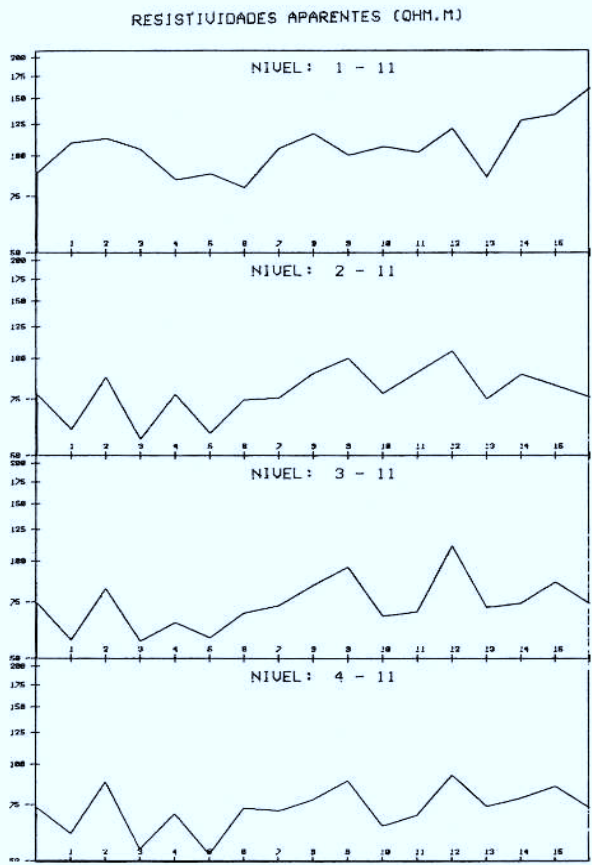


Figura 2. Perfiles de Resistividad Apparente.

Hay que destacar en este sentido el interés de adoptar una matriz general de acogida de datos, así como de utilizar un programa adicional para gráficos, que incorpora determinados comandos, facilitando así visualizaciones en pantalla, lo que ha acarreado un considerable ahorro de tiempo en esta fase interpretativa.

Entre las diversas técnicas de representación elaboradas se han retenido como representativas los perfiles de resistividad aparente. Practicamente en todos los perfiles (figura 2), representados a escala semilogarítmica, se observa una correspondencia entre los diferentes niveles, a excepción del más superficial. Ello parece razonable por cuanto se trata del nivel estructural del yacimiento susceptible de importantes modificaciones externas debidas, entre otras, y principalmente, a las acciones antrópicas.

Los máximos valores de resistividad en la vertical de cada punto, parece razonable pensar que deben coincidir con la existencia de muros de edificación principales, lo que indica que la anomalía máxima, aunque variable, es del orden de 1.5 a 3 veces la resistividad aparente del medio dentro del que se sitúa la heterogeneidad.

Además se han elaborado otras representaciones por niveles que agrupan la totalidad de los perfiles. Tal es el caso de las representaciones en perspectiva axonométrica (figura 3), y los mapas de isorresistividades (figuras 4 y 5), con lo que en este último caso, se ha esbozado un sistema de cartografía automática del yacimiento, considerando intervalos de resistividad variables.

En todos ellos puede apreciarse, de forma areal, la correspondencia entre los principales accidentes y su evolución a diferentes profundidades. No obstante, un análisis más detallado indica la existencia de escasas, pero notables desviaciones puntuales, tanto positivas como negativas, caracterizadas por un elevado contraste.

Ello puede deberse, en primer lugar, a un error en la toma de datos o, por el contrario, a la existencia de una zona hueca e incluso a una acumulación anormalmente alta de material metálico.

Además, en el caso de que se trate de una hoquedad, ésta puede estar llena de agua o de aire, por lo que los valores esperados, en uno y otro caso, son totalmente opuestos. En el supuesto de que un hueco esté lleno de aire, su resistividad será muy alta y viceversa, dando por tanto lugar a una incertidumbre en la interpretación.

Tal incertidumbre podría salvarse con una posterior y somera etapa gravimétrica acompañada, como es natural, de las ideas del personal investigador especializado en las labores de la excavación.

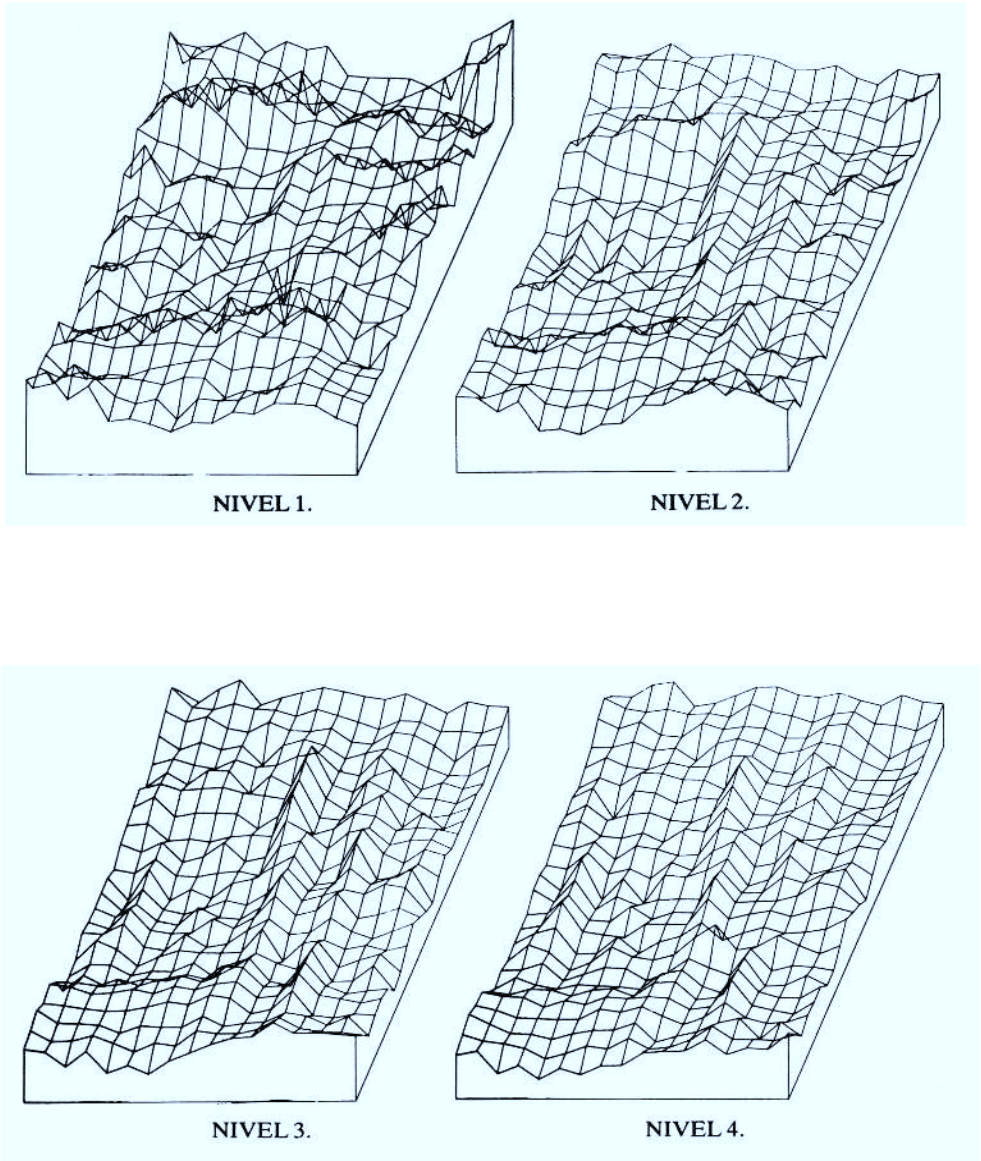
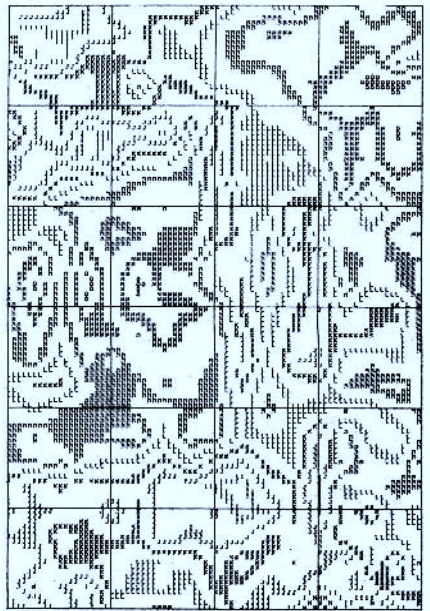


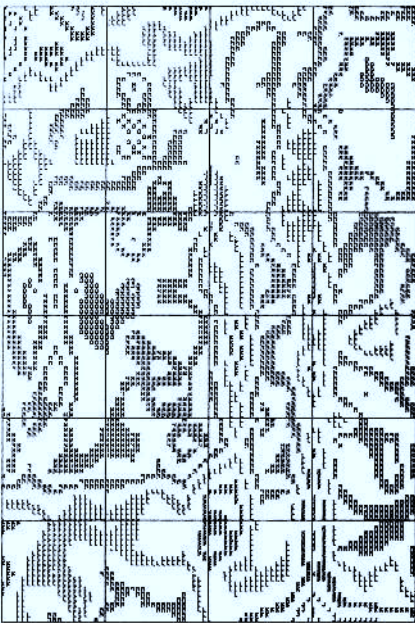
Figura 3. Perspectivas Axonométricas.



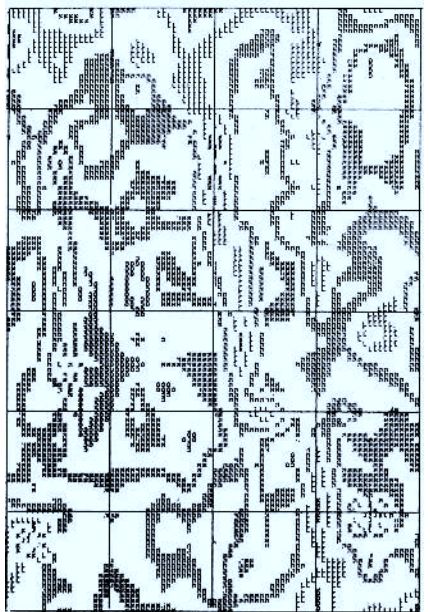
NIVEL 1.



NIVEL 2.

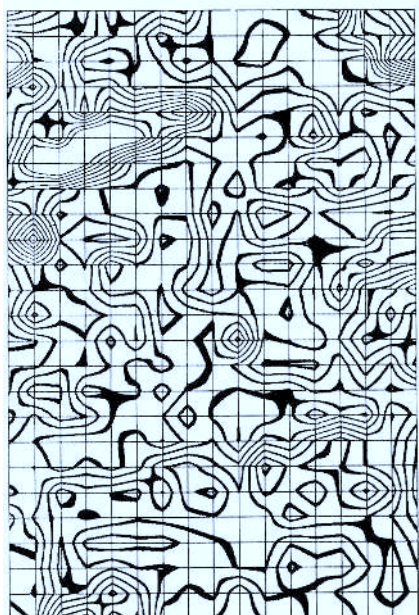


NIVEL 3.

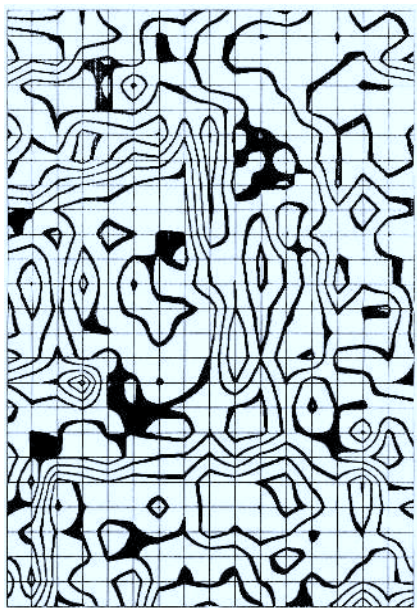


NIVEL 4.

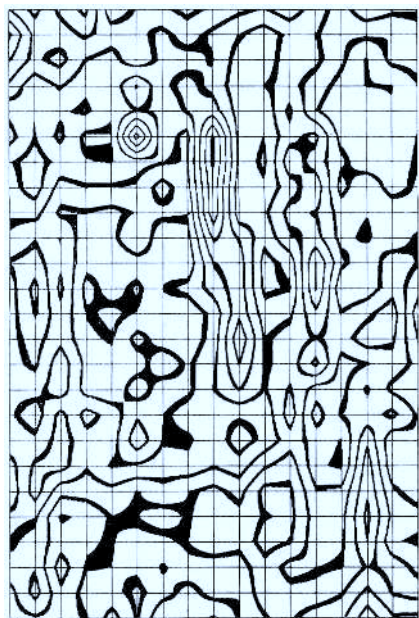
Figura 4. Mapas de Isorresistividades (Comodore 64).



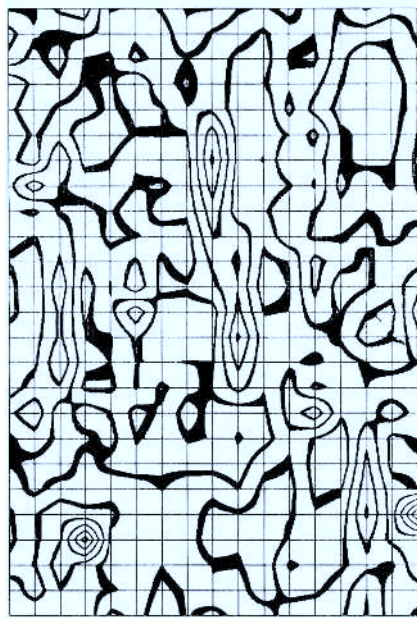
NIVEL 1.



NIVEL 2



NIVEL 3.



NIVEL 4.

Figura 5. Mapas de Isirresistividades (HP 9000).

CONCLUSIONES.

Se ha realizado una campaña de prospección geofísica en corriente continua en un pequeño sector de 400 metros cuadrados del yacimiento arqueológico de la Hoya.

El procedimiento utilizado ha sido el de las calicatas eléctricas móviles de tipo simétrico, con dispositivo de lectura Schlumberger.

La profundidad de investigación en cada punto ha sido variable, adoptando distancias interelectródicas crecientes de 2, 4, 6 y 8 metros de AB.

Un dato a tener en cuenta, puesto de manifiesto en la campaña, es la desigual existencia de corrientes telúricas o residuales, cuya influencia en el método puede ser variable, si bien de escasa entidad, y que pudieran corresponder con acumulaciones de elementos conductores ocultos.

A partir de los datos recogidos en el campo, y previo tratamiento de los mismos, con el concurso del correspondiente ordenador, se han elaborado distintas salidas gráficas de utilidad para la interpretación. En todas ellas, y especialmente en los mapas de isorresistividades y en las proyecciones axonométricas, parece deducirse la presencia de sistemas constructivos sensiblemente ortogonales y otros elementos urbanísticos que podrían coincidir con vías de paso de desigual entidad en el poblado.

Es obligado indicar que se han reconocido igualmente algunos puntos anómalos, que por el momento presentan una incertidumbre en la interpretación.

BIBLIOGRAFIA

- GARCIA GARCIA A.(1986). «Criterios para el desarrollo de instrumentación específica en prospección geofísica para su aplicación en Arqueología». Primeras Jornadas sobre Teledetección y Geofísica aplicadas en Arqueología. Instituto Geográfico Nacional. Madrid. (in edit).
- GONZALEZ DE DURANA et al (1986). «Estudio geofísico preliminar del Yacimiento Arqueológico de La Hoya (Laguardia-Alava)». Primeras Jornadas sobre Teledetección y Geofísica aplicadas en Arqueología. Instituto Geográfico Nacional. Madrid. (in edit).
- HESSE A. (1970). «Manuel de prospection géophysique appliqué a la reconnaissance archeologique». Public. du Centre de Recherches, Bur. Techniques.
- LLANOS A. (1976). «Poblado protohistórico de la Hoya (Laguardia-Alava)». Public. Consejo de Cultura de la Excma. Diputación Foral de Alava. 19 pag. Vitoria-Gasteiz.
- RAMON SANCHEZ S. y GONZALEZ MARTINEZ A. (1984). «Cartografía automática aplicada a la investigación arqueológica». I Congreso Nacional de Geología. Tomo III pag. 607-614. Segovia.