

Aplicación de la prospección sísmica MASW para identificar los rellenos de lodos en un vertedero

Application of MASW seismic surveys to identify sludge deposits in a landfill

Enrique Aracil Ávila^(1,2), Alfredo Álvarez Gutiérrez⁽³⁾, Unai Maruri Brouard⁽²⁾, José Antonio Martínez Grande⁽²⁾ y Ana Rivera Gallardo⁽²⁾

⁽¹⁾Depto. Geodinámica, Facultad CC. Geológicas, Universidad Complutense, calle José Antonio Novais, 12, 28040-Madrid

⁽²⁾Análisis y Gestión del Subsuelo, S.L. (AGS), calle Luxemburgo, 4, portal 1, oficina 3. 28224-Pozuelo de Alarcón, Madrid.

⁽³⁾GEOCISA, Jefe de División de Actuaciones Ambientales. Calle de los Llanos de Jerez, 10, 28823 Coslada, Madrid

Presentado por Enrique Aracil: e.aracil@ags-geofisica.com

RESUMEN/RESUMO

En este artículo se pretende destacar la bondad de los resultados que han aportado unos trabajos que se han llevado a cabo en un vertedero en el que había que localizar la extensión actual de unos antiguos vertidos de lodos de depuradora en dos balsas principales del vertedero. El posterior recubrimiento de estas balsas con vertidos de distinta naturaleza (RSU) ha provocado, por el peso de estos, asientos significativos, así como el desplazamiento de las masas de lodos. Ante la imposibilidad de hacer la prospección con el método geofísico más adecuado y contrastado, la tomografía eléctrica, por el efecto de pantalla de las barreras geosintéticas y para evitar dañarla, se empleó el método de sísmica MASW como experiencia piloto en virtud de su teórica menor velocidad de propagación de la Onda S.

Los resultados destacaron la viabilidad de esta técnica para este propósito ya que la presencia de las anomalías de baja velocidad (60-100 m/s), atribuibles a las masas de lodos, se presentaban en extensión y en profundidad en lugares de las balsas coincidentes con las antiguas localizaciones estimadas. Además de esta ventaja de la localización en el subsuelo, los datos obtenidos permitieron generar los módulos dinámicos a partir del procesado de las velocidades obtenidas en la prospección sísmica y los datos de densidades estimadas, facilitando delimitar la problemática y poder plantear las medidas correctoras sin afectar a la impermeabilización basal.

ABSTRACT

This paper shows the good quality of results provided by several geophysical studies developed in a landfill where sewage sludge deposits were buried some years ago and there was no record of its true location. The weight of the subsequent covering of various layers caused the movement and displacement of these sludge deposits. The presence of a dielectric membrane in the surface prevents the use of the most suitable geophysical method, the electric resistivity tomography (ERT) profiles. For this reason, MASW seismic prospecting has been used to study the presence and depths of these sludge masses because of its slower S waves rates.

The results improved the viability of this geophysical technique, allowing the study of this kind of elements due to its very low S waves rates (estimated between 60 and 100 m/s). This is the reason why the proposed extension and depth for these buried sludge deposits is very coherent from a historical point of view and in line of prevision. In addition to this advantage of location in the subsoil, the data obtained allowed to get the dynamic modules, generated from processing between S waves rates measured in seismic prospecting and estimated data densities.

Calibración de modelos utilizando tomografía eléctrica (ERT) y métodos electromagnéticos de dominio frecuencial (FEM) para estimar la humedad, la conductividad eléctrica y los aniones y cationes de un suelo.

Calibration of models with ERT (electrical resistivity tomography) and FEM (frequency domain electromagnetism) to estimate soil moisture, electrical conductivity, anions and cations in the soil profile.

Martínez-Segura, M.A.⁽¹⁾, Zornoza Belmonte, R.⁽²⁾, Santesteban, Luis G.⁽³⁾ y Martínez Pagán, P.⁽⁴⁾

⁽¹⁾Dpto. Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52, EICM. 30203. Cartagena (Murcia).

⁽²⁾Dpto. Química Agrícola y Edafología, Universidad de Córdoba, Campus Rabanales 14071,

⁽³⁾Dpto. Prod. Agraria, U. Pública Navarra, 31006 Pamplona, Navarra

⁽⁴⁾Dpto. Ingeniería Minera, Geológica y Cartográfica. Universidad Politécnica de Cartagena

marcos.martinez@upct.es

RESUMEN/RESUMO

Con la aplicación de un déficit de riego a un suelo agrícola la humedad con la profundidad y la filtración de agua decrecen. Además, como la incorporación de fertilizantes es aplicada conjuntamente con el riego se reducirá la probabilidad de contaminación de las aguas subterráneas por nitratos. Diferentes técnicas geofísicas se han utilizado para caracterizar los suelos de una zona de cultivo en un área en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en términos de humedad, profundidad del agua filtrada después del riego y contenidos en sales. Las técnicas geofísicas utilizadas son tomografía eléctrica (ERT) y métodos electromagnéticos de dominio frecuencial (FEM). El método de ERT ha consistido en la colocación de perfiles compuestos por 36 electrodos separados unos 30 cm. El método FEM ha utilizado para las medidas una bobina emisora y dos bobinas receptoras con las que ha registrado el campo electromagnético. La resistividad eléctrica se ha obtenido a diferentes profundidades. Los datos han sido representados en secciones 2D de resistividad obtenidos con ERT y en mapas 2D de conductividad eléctrica para FEM. Se tomaron a su vez muestras de suelo en algunos puntos seleccionados donde se llevó a cabo tanto la campaña de ERT como de FEM. En las muestras de suelo se determinó la humedad, la conductividad eléctrica y las concentraciones de NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} . Los resultados analíticos del suelo se han calibrado con los resultados de los métodos geofísicos, obteniendo modelos satisfactorios para estimar el contenido de humedad en el perfil del suelo, y por tanto monitorizar su infiltración hacia el subsuelo.

ABSTRACT

The application of deficit irrigation reduces soil moisture in depth and water leaching. In addition, since fertilization is applied in the irrigation water, lower quantities of mineral fertilizers will be applied. Lower fertilizer application and minimized leaching will reduce the likely pollution of groundwater by nitrates. Different geophysical techniques were used to characterize the soil profile in different agricultural orchards from the Murcia Region in terms of soil moisture, depth of water leaching after irrigation, and salts contents. These techniques are the electrical resistivity tomography (ERT) and the frequency domain electromagnetic (FEM). Every ERT profile is composed of 36 electrodes with inter-electrode spacing of 30 cm. The FEM measures are made with an emitter coil and two receiver coils which record any electromagnetic field established. Electrical conductivity values are collected from three different depth. These data are presented under 2D electrical resistivity sections for the data obtained with the ERT method and are depicted under 2D electrical conductivity maps for the data obtained with the FEM method. Soil samples were collected at two different depths in some selected spots where the ERT and FEM campaigns were developed. In the soil samples, we determined the moisture content, the electrical conductivity and the concentrations of NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} . The soil analytical results were calibrated with the geophysical methods results obtaining accurate models to estimate the moisture content in the soil profile. This permits the monitoring of water leaching throughout the profile.

Estudio geofísico de las Saladas de Chiprana ***Geophysical study of the Saladas of Chiprana***

Rubio F.M.^(1,4), Lamban L.J.⁽²⁾, Ibarra P.⁽¹⁾ and Turu V.⁽³⁾

⁽¹⁾Instituto Geológico y Minero de España, c/ La Calera 1, 28760 Tres Cantos (Madrid)

⁽²⁾Instituto Geológico y Minero de España, Unidad de Zaragoza.

⁽³⁾Marcel Chevalier Earth Science Foundation, Andorra.

⁽⁴⁾Autor que presenta la comunicación

fm.rubio@igme.es

RESUMEN/RESUMO

El complejo lagunar de las Saladas de Chiprana se ubica en el sector suroriental de la provincia de Zaragoza. Para su estudio hidrogeológico, se han efectuado una serie de campañas geofísicas entre agosto y noviembre de 2015. Se midieron 13 perfiles eléctricos en 8 emplazamientos alrededor de la Laguna, proporcionando una idea de la distribución y extensión de los materiales existentes en función de su resistividad, y resultando de interés para discriminar zonas de baja resistividad (ligadas a aportes de aguas saladas y salmueras) y por tanto deducir la dirección de aportes y recargas de las lagunas. Se realizaron 5 Sondeos Electromagnéticos en el Dominio del Tiempo (SEDt), el principal problema encontrado en su realización ha sido la presencia de numerosas líneas de alta tensión que han introducido ruido en las medidas, y la presencia de zonas altamente conductoras que ha limitado mucho la profundidad de investigación. Por último se han realizado 4 Sondeos de Resonancia Magnética (SRM) que, a pesar del ruido electromagnético existente, han distinguido dos acuíferos, uno superficial y otro más profundo posiblemente relacionado con un importante depocentro sedimentario situado en el sector occidental de la Salada. Integrando toda la información, se constata que existen zonas con una alta salinidad en superficie, la presencia de agua se observa en la zona suroccidental del complejo, posiblemente ligada a la existencia de paleocanales. En el resto, zona nororiental, parece que la presencia de agua es nula o con poca continuidad, aunque sería conveniente la realización de campañas complementarias para poder confirmarlo.

ABSTRACT

The lagoons of Saladas of Chiprana are located in Chiprana, in the southeastern sector of Zaragoza province. Inside its hydrogeological study, several geophysical surveys have been made through August to November of 2015. Up to 13 Electrical Resistivity Profiles (ERT) were measured in 8 locations around the lagoons. This method was suitable to discriminate low resistivity zones (brines and salty zones), and helpful to trace directions of contribution and recharge of the lagoons, giving an image of the extent and distribution of the existing materials as a function of their resistivity. 5 Time Domain Electromagnetic Soundings (TDES), located close to the ERT were measured as well, but the very high electromagnetic noise produced by

the presence of several high voltage power lines, and the high conductivity layers that limited its penetration in depth. Finally 4 Magnetic Resonance Soundings (MRS) were measured, in spite of the electromagnetic noise, helping to distinguish two aquifers, a shallow one, and a deeper one possibly in relation with a sedimentary depocenter located to the west of the Saladas. Integrating the whole information from all the methods, superficial zones with a high salinity, have been found. Water is detected in the SW area of the Saladas, and is related with the existence of paleochannels. In the rest of the area, no water or without continuity is detected, although it would be desirable carried out additional surveys to confirm.

Evaluación de Time-lapse ERT para controlar los efectos de riego con agua desalada en una parcela experimental instrumentada.

Assessing Time-lapse ERT for monitoring the effects of irrigation with desalinated groundwater on an instrumented experimental plot

M. Himi⁽¹⁾, J. Valdés⁽²⁾, R. Lovera⁽¹⁾, J.C. Tapias⁽³⁾, L. Candela⁽⁴⁾, A. Casas⁽¹⁾

⁽¹⁾Dep. de Mineralogía, Petrología y Geología Alpica. Universitat de Barcelona

⁽²⁾Dep. de Ingeniería Civil. Universitat de Alicante

⁽³⁾Unidad de Edafología. Facultad de Farmacia. Universitat de Barcelona

⁽⁴⁾Dep. de Ingeniería Geotécnica y Geociencias. U. Politécnica de Catalunya

albert.casas@ub.edu

RESUMEN

El riego con agua no convencional (agua residual tratada o agua desalinizada) en regiones áridas y semiáridas es una práctica cada vez más generalizada en la gestión agrícola. Sin embargo su uso intensivo puede afectar de forma irreversible propiedades del suelo. Para evaluar el efecto del uso de agua desalinizada en el riego se ha preparado una parcela experimental instrumentada en el Campus de la Universidad de Alicante que se riega con agua desalada procedente del acuífero salino subyacente. Además de los sensores típicos para medir la temperatura, humedad y salinidad del suelo a diferentes profundidades, se han llevado a cabo medidas seriadas en el tiempo (Time-lapse) para controlar las variaciones laterales y en profundidad de las propiedades del subsuelo con la finalidad de cuantificar mejor los procesos que tienen lugar en el subsuelo. Los resultados obtenidos a partir de la inversión de las medidas time-lapse han permitido identificar las vías de infiltración preferente que afectan a un subsuelo no homogéneo. El frente de agua después de riego hasta capacidad de campo alcanzó una profundidad de aproximadamente un metro y el proceso de secado posterior también fue controlado durante los dos días posteriores.

ABSTRACT

Irrigation with non-conventional or low-quality water: treated wastewater and desalinated water in arid and semi-arid regions is an increasingly widespread practise in agricultural management however this leads to deteriorated water quality and impacts on soil properties. For assessing the effect of long term use of desalinated water for irrigation an instrumented experimental plot has been set at the University of Alicante Campus. Besides the standard soil sensors, a time-lapse electrical resistivity survey has been conducted for monitoring changes in subsurface properties in an effort to understand and quantify subsurface processes. The results derived from time-lapse inversion enabled us to identify infiltration pathways in a non-homogeneous subsurface. The water front after irrigation reached a depth of about 1 meter and the dryness process was well monitored during the following two days.

Tomografía Eléctrica aplicada a la caracterización de una escombrera ***Electrical Resistivity Tomography applied to the characterization of a mine dump***

J. Saladich⁽¹⁾, L. Rivero⁽¹⁾, I. Queralt⁽²⁾, R. Lovera⁽¹⁾, X. Font⁽¹⁾, M. Himmi⁽¹⁾, A. Sendros⁽¹⁾ and A. Casas⁽¹⁾

⁽¹⁾Departament de Mineralogia, Petrologia y Geologia Aplicada. Facultat de Geologia. Universidad de Barcelona Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, España

⁽²⁾Instituto de Diagnosis Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA-CSIC), 08034 Barcelona, España

lrivero@ub.edu

RESUMEN/RESUMO

La industria metalúrgica genera gran cantidad de residuos, en algunos casos, éstos se almacenan en vertederos, en otros, puede ser reutilizado. Históricamente, estos residuos se depositaron sin ningún control legislativo. Desde 1978 hasta 1983, la gestión de la empresa de Minersa de la mina de Osor (la Selva, Girona) decide depositar todos los residuos estériles resultantes de las actividades mineras en una zona cercana a la mina. Se propone un estudio de los residuos vertidos utilizando una metodología para calcular el volumen de estéril en el vertedero, consistente en la combinación de instrumentos geofísicos de campo (tomografía eléctrica) con herramientas SIG. Los pasos seguidos son: Obtener los datos de la tomografía del vertedero, procesamiento de los datos adquiridos, establecimiento de las potencias del vertido, creación de una matriz digital del terreno fina y cálculo del volumen del depósito vertido. Del mismo modo se ha evaluado el potencial contaminante de este depósito en función de este volumen y la composición del mismo.

ABSTRACT

The metallurgical industry generates large amounts of waste, in some cases, these are stored in dumps, in others, can be reused. Historically, these wastes are deposited without any legislative control. From 1978 to 1983, the management company Minersa mine Osor (la Selva, Girona) decide to deposit all waste resulting from mining activities in an area near the mine. We propose a study of the landfilled waste using a methodology for calculating the volume of the landfill materials, consisting a combination of geophysical field method (electrical tomography) and GIS tools package. The steps in this process was : take tomography data in the landfill, processing acquired data, calculate different deposits thickness, creating a digital matrix of fine ground and calculating the volume of the mine dump. Similarly it has evaluated the polluting potential of this deposit depending on the volume and composition thereof.

Nueva visión estructural, hidrogeológica e hidrotermal mediante potencial espontáneo en Cumbre Vieja (La Palma, Islas Canarias)
New structural, hydrogeological and hydrothermal insights by self potential on Cumbre Vieja (La Palma, Canary Islands, Spain)

S. Barde-Cabusson⁽¹⁾, V. Villasante-Marcos⁽²⁾, P. Ibarra⁽³⁾, A. Finizola⁽⁴⁾, R. Abella⁽²⁾, P. Torres⁽⁵⁾, S. Silvia Aragón⁽¹⁾, C. Berthod⁽⁴⁾, H. Lamolda⁽²⁾, S. Meletlidis⁽²⁾, A. Geyer⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institute of Earth Sciences Jaume Almera, ICTJA-CSIC, Lluís Solé i Sabarís s/n, Barcelona, Spain

⁽²⁾ Observatorio Geofísico Central, Instituto Geográfico Nacional, C/ Alfonso XII, 3, 28014 Madrid, Spain

⁽³⁾ Instituto Geológico y Minero de España (IGME), La Calera 1, 28760. Tres Cantos. Madrid, Spain

⁽⁴⁾ Laboratoire GéoSciences Réunion, Université de la Réunion, Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris-Cité, CNRS UMR 7154, La Réunion, Indian Ocean, France

⁽⁵⁾ Centro Geofísico de Canarias, Instituto Geográfico Nacional, C/ La Marina, 20, 38001 Santa Cruz de Tenerife, Spain

p.ibarra@igme.es, s.barde.cabusson@gmail.com

RESUMEN/RESUMO

En el último millón de años, la actividad volcánica de la isla de La Palma, se concentra en su mitad sur, en la fisura volcánica de Cumbre Vieja. Durante la erupción de 1949, se abrió un sistema de fallas N-S, desarrollado en el flanco oeste, cerca de la cumbre, lo que indicaría una zona de potencial deformación que podría provocar deslizamientos de tierra en el futuro. En este contexto, se realizó un estudio geofísico de Potencial Espontáneo (SP) con el objeto de caracterizar los límites estructurales que influyen en la actividad hidrotermal volcánica y la infiltración meteórica. El estudio, proporciona nueva información basada en la circulación de fluidos hacia arriba o hacia abajo, lo que se muestra como un cambio en la polaridad de SP. Se encontró una clara asimetría de la señal SP entre la cara este y la oeste de la Cumbre Vieja, donde la fuerte infiltración de agua meteórica parece afectar a la mayor parte del eje cumbre. En el flanco oriental, los valores de SP negativos sugieren una infiltración de agua vertical. Sin embargo, la escasa variación en los valores de SP observados en el flanco occidental podría explicarse por un espesor constante de su zona no saturada, limitada por la presencia de una capa impermeable que controla el flujo según una dirección paralela a la superficie. Este límite podría estar vinculado con la interfaz entre roca sólida y la de derrubio procedente del colapso del anterior edificio de Cumbre Vieja, por encima del cual la nueva Cumbre Vieja se está formando actualmente. Sin embargo, el estudio no aclara si el sistema de fallas es resultante de una extensión local o de inestabilidad a mayor escala.

ABSTRACT

Since last 1 Ma, the La Palma island volcanic activity concentrates at its southern half, on the Cumbre Vieja volcanic rift-zone. During the 1949 San Juan eruption a N-S fault system, facing west, developed close to the rift summit area, indicating a potential zone of deformation on the western flank that may provoke future failures and landslides. In this context, a geophysical Self Potential (SP) study was carried out with the aim of to characterize major structural limits influencing volcanic hydrothermal activity and underground meteoric circulations. Our study, which integrates also the soil temperature measurements, provides new information to characterize and place the limits guiding upward or downward fluid circulation shown as a change in SP polarity and intensity. A clear asymmetry of the self-potential signal was found between the eastern and the western flanks of Cumbre Vieja, where strong infiltration of meteoric water seems to affect most of the summit axis. On the eastern flank, a negative SP values suggest a usual vertical water infiltration. However, the poor variation in the self-potential values observed on the western flank could be explained by a constant thickness of its vadose zone, limited by the presence of an impermeable layer controlling the water inflow in a parallel direction relative to the surface. This boundary could be linked with the interface debris-solid rock created after the previous Cumbre Nueva edifice collapse, above which the new Cumbre Vieja is currently growing. However, if the fault system results from a local extension or from larger scale instability, it remains unclear.

La exploración gravimétrica en su centenario: Nuevas aplicaciones y retos en España

Gravity exploration in his centenary: New applications and challenges in Spain

A. Casas⁽¹⁾, L. Rivero⁽¹⁾, M. Himi⁽¹⁾, V. Pinto⁽¹⁾, A. Sendrós⁽¹⁾, R. Lovera⁽¹⁾

⁽¹⁾Dep. de Mineralogía, Petrología y Geología Alpícada. Universitat de Barcelona
e-mail: albert.casas@ub.edu

RESUMEN

El método de gravimétrico fue la primera técnica geofísica que demostró su utilidad para en la exploración petrolífera hace ahora un siglo con la delimitación de la estructura anticlinal de Egbell en 1916 a partir de las medidas con balanza de torsión por R. von Eötvös, a la que siguió el descubrimiento del yacimiento asociado al diapir salino de Nash (Texas, USA). A pesar del desarrollo de las demás técnicas geofísicas, la prospección gravimétrica continúa aportando significativa y a veces fundamental en muchos proyectos de exploración. En las últimas décadas, la aparición de una nueva generación de gravímetros digitales que han permitido aumentar la precisión de las medidas, el apoyo de la técnica GPS para el posicionamiento y medida de la altura de la estación, así como la disponibilidad de modelos digitales del terreno, han renovado el interés por esta técnica. En esta comunicación se presentan algunas aplicaciones recientes de esta técnica que demuestran su vigencia y utilidad después de cien años.

ABSTRACT

Gravity method was the first geophysical technique that demonstrated its usefulness for oil exploration one century ago with the delimitation of the anticlinal structure of Egbell in 1916 from the measurements by Roland von Eötvös using a torsion balance, which was followed by the discovery of the oil field related to the salt diapir of Nash (Texas USA). Despite the development of other geophysical techniques, gravity prospecting continues to make significant and sometimes essential in many exploration projects. In recent decades, the emergence of a new generation of digital gravimeter which allowed increasing the precision of the measurements, the support of GPS technique for the accurate location and height of the station, as well as the availability of digital terrain models, have renewed interest in this technique. This communication presents some recent applications of this technique that demonstrate its validity and utility after a hundred years.

Ensayos de laboratorio para determinar la viabilidad del estudio de cimentaciones mediante radar de subsuelo

Laboratory tests to detect foundations by means of GPR

Viviana Sossa*, Vega Perez-Gracia

Dpt. Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería, EUETIB/CEIB,
Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona

Autor presentador: vivisossa@gmail.com

Otros autores: vega.perez@upc.edu

RESUMEN/RESUMO

El radar de subsuelo se utiliza cada vez más en estudios no destructivos de edificios, con el objetivo de determinar información estructural, siendo un estudio previo al análisis estructural. En muchos casos se requiere conocer el estado del edificio, ya que pueden existir daños que afecten a su comportamiento. En otros casos es necesario obtener información estructural ya que la documentación es inexacta o incompleta. Sin embargo, no existen recomendaciones o normativas de uso estatales para la aplicación de esta técnica no destructiva, lo que hace que los resultados se basen en una interpretación que depende en gran medida de los operarios. En muchas ocasiones los resultados tampoco permiten una interpretación clara.

En este trabajo se presentan unos ensayos de laboratorio preliminares diseñados para analizar la capacidad del método en el caso de la evaluación de diferentes tipos de cimentación, estudiadas en condiciones de suelos saturados y de suelos no saturados. Los ensayos se han realizado en una cubeta, en laboratorio, utilizando modelos a escala de zapatas armadas y sin armadura. Para el estudio se ha utilizado una antena de 1.6 MHz, compatible con las dimensiones de las maquetas y de la cubeta utilizada.

ABSTRACT

Ground penetrating radar has been widely used in the assessment of buildings, as a previous study used to obtain information about the structure. This information is used in further structural analysis, mainly in two cases: when the existence of damage could affect to the behaviour of the structure, and when documentation is not available, is insufficient or incomplete. In the first case, GPR allows to determine damage and in the second case is used to detect structural and hidden elements and –in some cases– constructive techniques. However, in Spain, there are not recommendations or guidelines to assure the correct use of this non-destructive technique and to simplify the interpretation of data. This interpretation is, in many cases, a subjective task. In other cases, there is not a unique model that explain the results obtained in the survey.

In this work, some laboratory test are presented. These tests were designed in order to analyse the viability of the methodology to study foundations in different ground conditions: saturated soils and unsaturated soils. The tests were carried out with a 1.6 MHz nominal centre frequency antenna in a sand-box, with models of foundations (reinforced and without rebar) designed at the scale of that box.

Ensayos de laboratorio para determinar corrosión con GPR ***Laboratory tests to detect corrosion with GPR***

Viviana Sossa*, Fernando Sossa, Vega Perez-Gracia

Dpt. Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería, EUETIB/CEIB,
Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona

Dpt. Ingeniería Civil y Medioambiental, Universidad Politécnica de Cataluña,
Barcelona

Autor presentador: vivisossa@gmail.com

Otros autores: 12.f.sossa@gmail.com / vega.perez@upc.edu

RESUMEN/RESUMO

Actualmente no existe un ensayo no destructivo que se pueda utilizar para detectar la corrosión de elementos estructurales de forma extensiva, es decir, abarcando una gran superficie amplia y pudiendo realizar un diagnóstico rápido del grado de deterioro de la estructura. Los métodos que se emplean actualmente, aparte de proporcionar resultados incompletos, son muy puntuales, ya precisan analizar el grado de oxidación de un armado barra por barra. Estos métodos no son adecuados en muchos problemas, sobre todo cuando es necesario definir rápidamente la zona donde se produce oxidación en las armaduras para tomar medidas de prevención y evitar que este fenómeno se propague.

Por este motivo se ha diseñado un ensayo de laboratorio con el que se han evaluado diferentes factores que interfieren en el comportamiento de una onda electromagnética debido a la corrosión de barras metálicas embebidas en hormigón. El ensayo consiste en analizar, utilizando un GPR, dos probetas de las mismas dimensiones y con la misma dosificación de hormigón, una de ellas con una varilla metálica sana embebida y la otra con una varilla afectada por corrosión. Ambas varillas tienen el mismo diámetro. El ensayo muestra los resultados preliminares obtenidos al comparar datos de cada una de las probetas, estudiando cómo la alteración del acero afecta a la señal electromagnética.

ABSTRACT

The study of corrosion in reinforced concrete is based currently in punctual and invasive measurements. There is not any non-destructive methodology that could be applied to extensive surfaces. The current methods provide incomplete results and are also time consuming because the study must be done in each one of the bars of the rebar. However, in most cases, it is important to determine in a quick and efficient way the extension of damage, in order to prevent or solve the problem.

This study presents the preliminary laboratory tests designed to study the corrosion with non-destructive methodologies. The measurements were carried out with GPR,

using two different concrete specimens. Both specimens have the same dimensions and are prepared with the same materials. However, a corrode bar is embedded in one of the specimens, while in the other one the bar is not corroded. The diameter of the bars is the same. The results allowed comparing the B-scans obtained in both cases, in order to determine the parameters of the signal that could be associated to the damage.

Plataforma de Monitorização Sísmica e Ambiental de Baixo Consumo e Baixo Custo

Low-Power Low-Cost Sensor Platform for Seismic and Environmental Monitoring

M. Manso⁽¹⁾, M. Bezzeghoud⁽²⁾, J. F. Borges⁽²⁾ and B. Caldeira⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora, marco@marcomanso.com, Évora

⁽²⁾ Departamento de Física, Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora

marco@marcomanso.com

RESUMO

A tecnologia aplicada a sensores e a plataformas de sensores tem evoluído rapidamente nos últimos anos, resultando na melhoria de desempenho, redução de consumo de energia, melhoria na conectividade, miniaturização e redução de custo. Estas inovações trazem às comunidades científicas prospectos promissores tais como a instalação de redes de sensores de elevado número para recolha de dados de elevada resolução espacial.

Apresentamos aqui os nossos primeiros passos no desenvolvimento de uma plataforma de monitorização ambiental e sísmica de baixo custo e baixo consumo. Começamos por apresentar a arquitetura genérica da plataforma que descreve os seus componentes funcionais – que incluem sensores, processador, comunicações, armazenamento e outros auxiliares – seguido da primeira implementação da plataforma na forma de um protótipo funcional onde os vários componentes são selecionados e integrados. Este protótipo tem a capacidade de monitorizar temperatura, humidade relativa e aceleração do solo (usado para medir movimento do solo para fins de sismologia). Apresentamos então os nossos primeiros resultados experimentais, juntamente com os resultados em termos de consumo energético e custo. Concluimos com a apresentação dos principais resultados e trabalho futuro.

ABSTRACT

The technology applied to sensors and sensor platforms has evolved in a strong and fast pace over the last years, resulting in increased performance, reduced energy consumption, improved connectivity, miniaturization and reduced cost. These innovations bring to scientific communities of experimenters promising prospects such as deployment of large sensor networks for high spatial resolution data collection.

In this paper, we present our first steps in developing a low-power low-cost sensor platform prototype fit for seismic and environmental monitoring purposes. We define the platform general architecture, which includes the platform's main functional components – that includes sensors, processor, communications, storage and other ancillary components – followed by our first implementation of the platform that realises the design, in the form of a functional prototype, where several components are selected and integrated. This prototype is capable to monitor temperature, relative humidity and ground acceleration (used to measure ground movement for seismology purposes). The prototype is demonstrated by showing our first experimental results, together with our results on energy consumption and cost. We conclude by presenting our main findings and future work.

Sísmica Pasiva (ReMi) para el cálculo dinámico de la cimentación de una turbina en una refinería.

Passive Seismic (ReMi) for the dynamic design of the foundation of a turbine inside an oil refinery.

Pérez-Santisteban, I.⁽¹⁾, Dorronsoro Pérez, J.⁽¹⁾, Marín Loeches, J.⁽¹⁾ y Puell Marín, F.⁽²⁾

⁽¹⁾ Departamento de Geofísica Aplicada y Ensayos In Situ, Orbis Terrarum Projects.
C/ Albasanz, 79 Nave 1, 28037, Madrid.

⁽²⁾ Orbis Terrarum Projects.

iperezs@orbisterrarum.es

RESUMEN

La cimentación de equipos dinámicos que inducen movimientos y vibraciones en el terreno, tales como compresores, turbinas, torres eólicas, etc., requiere una caracterización de los parámetros dinámicos del subsuelo que permita conocer y modelizar la interacción entre el suelo y las estructuras. Los elementos necesarios para diseñar la cimentación de estos equipos son: el perfil estratigráfico del terreno y sus propiedades estáticas y dinámicas. Estos datos permitirán limitar las vibraciones y desplazamientos a niveles tolerables.

La técnica ReMi (*Refraction Microtremor*) ha destacado como una herramienta muy útil para la determinación de la interacción suelo-estructura debido a su rapidez de ejecución y su elevada resolución. Mediante este método sísmico se obtiene el perfil de distribución de velocidad de ondas S (Vs) en profundidad lo que permite conocer la estratigrafía del subsuelo y cuantificar sus propiedades de rigidez y deformación. A partir de los valores de Vs y junto con los parámetros aportados por otros ensayos geotécnicos se pueden construir las curvas de degradación de la rigidez con el nivel de deformación para cada tipo de suelo y calcular los coeficientes dinámicos de rigidez y amortiguamiento de las cimentaciones.

ABSTRACT

The foundation of dynamic machinery that induces movements and vibrations in the ground, such as compressors, turbines, aerogenerators, etc., requires the characterization of the dynamic parameters of subsoil to recognize and model the soil-structure interaction. The parameters required to design the dynamic foundation are the stratigraphic cross section of the ground and its static and dynamic properties. This information will limit soil vibrations and movements to acceptable levels.

ReMi (*Refraction Microtremor*) technique has proven to be a very useful method to determine the soil-structure interaction because of its fast execution and high

resolution. Data interpretation of this seismic method provides shear-wave velocity (V_s) distribution in depth, which allows the recognition of the subsoil stratigraphy, and quantifies the stiffness and deformation properties of the ground. With the V_s values, in addition to the parameters provided by other geotechnical tests, stiffness degradation curves for each soil type can be built, and spring and damping coefficients for dynamic foundations can be calculated.

Índice Potencial de Licuefacción (LPI) en el Área Metropolitana de Granada (España)

Liquefaction Potencial Index in Metropolitan Area of Granada (Spain)

I. Valverde-Palacios⁽¹⁾, F. Vidal⁽²⁾, D. Pradel⁽³⁾, I. Valverde-Espinosa⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universidad de Granada, Granada (España).

⁽²⁾Instituto Andaluz de Geofísica. Universidad de Granada, Granada (España).

⁽³⁾Department of Civil & Environmental Engineering at the University of California, Los Angeles (UCLA, EEUU)

nachoval@ugr.es

RESUMEN

El Área Metropolitana de Granada (AMG) está situada en el SE de España. En esta Área se localizan 47 ciudades y pueblos, incluida Granada capital. En esta zona predominan los depósitos aluviales, coluviales, limosos y arcillosos con intercalaciones de suelos granulares con diferentes espesores así como variable profundidad de nivel freático. El AMG puede identificarse como la zona sísmica más activa de España y en aquella donde han tenido lugar fenómenos de licuefacción durante terremotos moderados, como el de 1806, y otros históricos de carácter local ($M_w \geq 7$) como el de 1431. En los últimos 20 años, la superficie construida se ha incrementado un 30% (sobre todo en depósitos sedimentarios), además, la población de la AMG se ha doblado. Estos notables incrementos hacen necesario analizar este fenómeno de licuefacción, en este caso mediante el Índice Potencial de Licuefacción (LPI). Se ha calculado el LPI en un total de 104 emplazamientos en función de los valores de $(N_1)_{60}$, contenido en finos y profundidad del nivel freático, en todos ellos para el caso de dos terremotos de referencia, con magnitudes de $M_w = 6.5$ y $M_w = 7.0$. La cartografía geotécnica de suelos y sus parámetros mecánico-geotécnicos se han implementado en un GIS. Finalmente, los resultados muestran que el sector E del AMG tiene, fundamentalmente, valores muy bajos de LPI (no licuable). Por el contrario, en la zona W existen dos grandes zonas con valores de LPI moderados y altos. La distribución de licuefacción obtenida para el Área Metropolitana de Granada es un resultado muy relevante para la prevención del riesgo sísmico.

ABSTRACT

The Metropolitan Area of Granada (MAG) is located in the SE of Spain. 47 villages and towns, including Granada city, are sited on this area. In this zone the mainly soils are alluvial, colluvial, silt and clay deposits with different thicknesses of granular soils and varying water table depths. The MAG is acknowledged to be the most seismically active zone in Spain and seismically-induced phenomena such as liquefaction were reported in specific zones during moderate (1806) and strong (1431) historical local earthquakes. In the last twenty years, the built-up land increased a 30% (mainly on sedimentary deposits) and the population of the MAG

has doubled. Accordingly, the assessment of these earthquake-induced hazards is necessary, in this case, with the help of liquefaction potential index (LPI). We have estimated LPI at 104 sites on the basis of (N1)60 values, fines content, water table depth, for two reference earthquakes of magnitude Mw 6.5 and 7.0. All soil and geotechnical parameters joint to LPI values have been implemented in a GIS and mapped. The results show that the eastern part of the MAG has predominantly very low LPI values (not liquefiable) whereas in the western one there are two large zones with moderate and high LPI values. The spatial distribution of liquefaction here obtained for the Metropolitan Area of Granada is a relevant results for risk prevention.

Detección de filtraciones mediante técnicas geofísicas en canales de suministro de centrales hidroeléctricas.

Detection of seepages through geophysical techniques in the supply canals of hydroelectric power stations.

J.M. Ruiz Fonticiella⁽¹⁾, R. Ruiz Bravo⁽¹⁾, S.Lopez Rodriguez⁽²⁾ A.Martin Vacas.⁽²⁾

⁽¹⁾Laboratorio de Geotecnia (CEDEX), C/Alfonso XII, 28014 Madrid.

⁽²⁾IBERDROLA, C/ Tomás Redondo 1, 28033 Madrid.

jmruiz@cedex.es, Ruben.Ruiz@cedex.es,
slopezro@iberdrola.es, abmartin@iberdrola.es

RESUMEN/RESUMO

IBERDROLA dispone de una red de canales de toma de agua para sus centrales hidroeléctricas de tipología variada. En general estos canales son de construcción antigua, con una edad media superior a los 50 años, lo que conlleva unos gastos de mantenimiento que pueden ser elevados primando, además, la perspectiva de la seguridad en su explotación, ya que algunos de ellos pasan a través de cascos urbanos.

La necesidad de disponer de una o varias tecnologías que le proporcionen a IBERDROLA una evaluación del estado de los canales y la identificación de los puntos prioritarios de actuación llevo a la empresa a considerar la realización de un proyecto I+D con financiación del CDTI, cuyo objetivo era el de encontrar una metodología rápida, sencilla y eficaz para la detección de anomalías estructurales y filtraciones en cualquier tipología de canal. Este proyecto se concretó en diversas actuaciones una de las cuales fue encargada al CEDEX.

El Laboratorio de Geotecnia tenía experiencia previa en el uso de técnicas eléctricas y electromagnéticas aplicadas al estudio de las cerradas de presas por lo que aplico estas al estudio de los canales.

Este artículo describe los trabajos realizados y un estudio crítico de las ventajas e inconvenientes de cada una de las técnicas.

ABSTRACT

IBERDROLA has a network of canals with different typologies to transport water to its hydroelectric power stations. In general these canals are old, on average around 50 years old. This means that the maintenance costs may be higher and more so when considering the security point of view because some of them pass through urban areas.

IBERDROLA needs to have access to one or several technologies, which present an evaluation of the canals status and the determination of the priority action points. This led IBERDROLA to do a research and development project with CDTI financing with the objective of finding a quick, simple and effective piece of technology to detect the structural anomalies and seepages in any canal typology. This led to different projects, some of which were developed by the Geotechnical Laboratory of CEDEX.

The Geotechnical Laboratory had already applied electric and electromagnetic devices in order to study the downstream boundaries and for this reason they were used for the canals studies.

This article describes the work carried out and a critical study about the advantages and drawbacks of each technique.

Caracterización de la calidad del balasto en vías de ferrocarril mediante geo-radar tridimensional multifrecuencia

Characterization of ballast quality on railway tracks by three-dimensional multifrequency ground penetrating radar

David Paredes^(1,2), Senén Sandoval⁽²⁾ and Raúl Mínguez⁽²⁾

⁽¹⁾Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica, UCM. Madrid,

⁽²⁾Geofísica Aplicada Consultores.

davipare@ucm.es

RESUMEN

La banqueta de balasto de una línea de ferrocarril debe cumplir tres objetivos básicos: absorber los esfuerzos horizontales impidiendo el desplazamiento de la vía, distribuir las cargas verticales sobre la plataforma y permitir un drenaje adecuado. Para ello, el balasto tiene que poseer unas características adecuadas y la propia banqueta deberá cumplir con unas especificaciones geométricas concretas. El espesor de la capa de balasto, así como los índices de contaminación y de humedad constituyen los principales parámetros que permiten determinar la calidad del balasto. Las características de la radiación emitida por las antenas de geo-radar 3D multifrecuencia hacen posible la caracterización de estos parámetros, con un grado de resolución y una velocidad en el proceso de adquisición de datos que supera las posibilidades de cualquier metodología existente a día de hoy. Este tipo de antenas permiten obtener un modelo tridimensional del terreno facilitando la identificación de estructuras en su interior. Otra ventaja de las antenas de geo-radar 3D es que utilizan el sistema Step-Frequency de barrido de frecuencias, generando un espectro de emisión mucho más amplio que las antenas tradicionales. Gracias a estas características se puede estudiar con alta precisión el contacto entre la banqueta de balasto y la plataforma y calcular los mencionados índices de contaminación y de humedad. El índice de humedad y la contaminación se pueden estimar a partir de un análisis espectral y el análisis de atributos de la señal registrada. La combinación de estos dos índices permite determinar in situ la calidad del balasto.

ABSTRACT

The ballast bedding of a railway platform has three basic functions: absorb the horizontal stresses preventing movement of the track, distribute the vertical loads on the platform and drain water efficiently away from the track. For this purpose, the ballast must possess adequate characteristics and the bedding itself must fulfill with specific geometric specifications. The thickness of the ballast layer, ballast fouling and moisture content index are the main parameters for determining the quality of the ballast. The characteristics of the radiation emitted by Ground Penetrating Radar (GPR) 3D multifrequency antennas enable the characterization of these parameters with a degree of resolution and speed on the process of data acquisition that goes

beyond the possibilities of any other existing methodology today. This type of antennas allows obtaining a three-dimensional terrain model facilitating the identification of near surface structures. Another advantage of 3D multifrequency GPR antennas is the use of a so called Step-Frequency method to perform the frequency scanning, thereby generating a much wider emission spectrum than traditional antennas. Because of these features the contact between the ballast bedding and the platform and the abovementioned indexes of fouling and water content can be studied with high detail. The water content index and the fouling can be estimated from the spectral content of the data and the waveform attribute analysis on the recorded signal. The combination of these two indexes allows determining *in situ* the quality of the ballast.

Efecto de materiales heterogéneos del subsuelo en las señales de GPR ***Effect of ground heterogeneous materials in GPR images***

Nerea Munuera*, Vega Perez-Gracia, Victor Salinas, Viviana Sossa

Dpt. Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería, EUETIB/CEIB,
Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona

Autor presentador: nerea.3a@gmail.com

Otros autores: vega.perez@upc.edu / victor.salinas@upc.edu / vivisossa@gmail.com

RESUMEN/RESUMO

Las imágenes que se obtienen en prospección con GPR (radargramas) muestran los cambios en la amplitud de la señal registrada debido a las reflexiones que se han producido en superficies que separan medios con propiedades electromagnéticas diferentes. Estas reflexiones se producen cuando el tamaño de las superficies reflectoras es mayor al límite resolutivo en cada caso (la resolución depende de los materiales del medio, de las características de la señal emitida y de los parámetros del ensayo). En el caso de pequeños elementos cuyo tamaño es inferior a la resolución, no se produce una reflexión de la energía y el elemento no se detecta. Sin embargo, en estos elementos se produce dispersión de la señal. Cuando en un medio existen agrupaciones de estos pequeños objetos, en esas zonas, la dispersión de la señal genera un ruido de fondo en cada una de las trazas que puede permitir detectar los cambios en la heterogeneidad del medio. Este efecto se ha utilizado para detectar la presencia de agrupaciones de materiales en el subsuelo de Barcelona, asociados a la existencia de rieras subterráneas estacionales y de paleocanales. En este trabajo se explican los resultados obtenidos en una zona de la ciudad, comparándolos con la información disponible, actual e histórica. La amplitud del ruido de fondo de las trazas se analiza en una ventana temporal, tras efectuar diversas correcciones. Los resultados se comparan a lo largo de todo el perfil, definiendo las zonas anómalas en función del valor promedio de la amplitud de ruido normalizada.

ABSTRACT

Ground penetrating radar images (B-scans) are consequence of the changes on the A-scans due to the reflections on surfaces that separate two media with different electromagnetic properties. These reflections are produced on surfaces higher than the limit of resolution defined in each particular case (resolution depends on the properties of the medium materials, on the emitted signal characteristics and also on the parameters used during the survey). In the case of small targets, under the limits of resolution, the energy is not reflected but scattered randomly. As consequence, the target is not detected in the radar images. Notwithstanding, in the case of clusters of small targets, the scattered energy increases the noise in the A-scans. As consequence, the analysis of the changes on the noise amplitude could be used to detect the most heterogeneous zones. This effect has been used in several surveys in Barcelona city, in order to detect heterogeneous zones associated to seasonal and subterranean

streams, as well as paleochannels. In this work the results obtained in a specific zone of the city are explained, compared to the available current and historical information. The amplitude of the noise due to this kind of clutter is determined in a specific time-window after processing. An average value is defined for each trace, and compared along a radar line, detecting those zones where scattering is higher.

**Estudo geofísico na Villa Romana de Horta da Torre (Frenteira,
Alentejo - Portugal)**
***Geophysical study in the Roman Villa of Horta da Torre (Frenteira,
Alentejo - Portugal)***

R. J. Oliveira⁽¹⁾, B. Caldeira^(1,2), T. Teixidó⁽³⁾ and J. F. Borges^(1,2)

⁽¹⁾Instituto de Ciências da Terra, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal

⁽²⁾Departamento de Física, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal

⁽³⁾Instituto Andaluz de Geofísica e Prevenção de Desastres Sísmicos, Universidade de Granada, Campus Universitario de Cartuja. C.P. 18071 Granada, Espanha

ruio@uevora.pt

RESUMO

Horta da Torre é uma Villa Romana monumental, localizada nas imediações de Cabeço de Vide (Frenteira, Portugal). Em 2014 e 2015, foram realizadas campanhas de prospeção geofísica, nomeadamente, georradar (GPR), magnetometria e *laser scanning*. Todas as áreas de estudo dos ensaios de GPR e magnética estão parcialmente sobrepostas, permitindo estabelecer comparações entre os resultados dos diferentes métodos. Os resultados de GPR da primeira campanha, conduziram o Arqueólogo na escavação posterior, o que permitiu confirmar a existência e localização de estruturas identificadas nos ensaios. Os resultados de GPR da etapa seguinte permitiram inferir a existência de mais estruturas, em continuidade lateral com as existentes e confirmadas. Neste trabalho apresentam-se também os resultados dos primeiros testes de modelação realizados com o objetivo de desenvolver um esquema de inversão capaz de reproduzir a imagem da subsuperfície a partir de radargramas adquiridos em sítios arqueológicos. O procedimento envolveu uma estimativa dos parâmetros físicos dos materiais e das suas geometrias, a partir dos quais são modelados radargramas sintéticos por forma a se assemelharem o melhor possível com os correspondentes reais, também considerados nos ensaios. O objetivo desta primeira fase do estudo consistiu em avaliar a sensibilidade dos radargramas teóricos a cada um dos parâmetros do modelo sintético. Os testes foram efetuados não apenas considerando situações laboratoriais, mas também situações em ambiente arqueológico real.

ABSTRACT

Horta da Torre is a monumental Roman Villa located near Cabeço de Vide (Frenteira, Portugal). In 2014 and 2015, were carried out geophysical prospecting campaigns, namely georadar (GPR), magnetometry and laser scanning. All study areas of GPR and magnetic surveys are partially overlapped, allowing the comparison between results of different methods. The results of the first GPR

campaign, conducted the Archaeologist in subsequent excavation, which confirmed the existence and location of structures identified in the surveys. The GPR results of the next stage allowed to infer the existence of more structures, with lateral continuity with the existing and verified structures. This paper presents also the results of the first modelling tests in order to develop an inversion scheme capable of reproducing the image of the subsurface from radargrams acquired in archaeological sites. The procedure involves an estimation of the physical parameters of the materials and their geometries, from which are modelled synthetic radargrams so as to resemble the best possible with the corresponding real also considered in the tests. The goal of this first phase of the study is to evaluate the sensitivity of the theoretical radargrams each of the synthetic model parameters. The tests were performed not only based laboratory situations, but also situations in real archaeological environment.

Influencia de la matriz sedimentaria en el estudio de estructuras arqueológicas mediante georradar multicanal

Influence of sedimentary matrix in the study of archaeological structures by multichannel GPR

Javier Vallés-Iriso⁽¹⁾, Teresa Chapa Brunet⁽¹⁾, Miguel A. Maté-González⁽¹⁾ and Jorge Matesanz-Vicente⁽¹⁾

⁽¹⁾C.A.I de Arqueometría y Análisis Arqueológico, Universidad Complutense. Madrid, C/Prof. Aranguren s/n, 28040, Madrid (Spain).

javall01@ucm.es

RESUMEN

En los últimos años se han desarrollado con gran éxito los equipos de georradar multicanal para el que los fabricantes han desarrollado diversos programas informáticos de proceso de datos. Debido a la mínima distancia entre los dipolos de las antenas que intenta mantener el teorema de Nyquist (distancia entre dipolos de un cuarto de la longitud de onda transmitida) para obtener la máxima resolución se pueden obtener resultados de gran calidad. Esto permite detectar elementos o anomalías de pequeño tamaño que con los equipos mono canal podrían pasar desapercibidos, salvo que se multiplicasen las adquisiciones de datos y el tiempo empleado. Dado que el pulso electromagnético del georradar viaja de forma diferente según sea el medio en el que se realizan las adquisiciones, pueden obtenerse diferentes resultados para estructuras equivalentes. El C.A.I de Arqueometría y Análisis Arqueológico de la Universidad Complutense de Madrid cuenta con un equipo georradar Stream X de la casa IDS con una antena multicanal de 600 MHz y 12 dipolos con un espaciado de 8 cm. Se han realizado estudios en cuatro yacimientos arqueológicos con estructuras similares en diferentes sedimentos y se han procesado los datos con el programa GPR Slice manteniendo la misma secuencia para obtener un estudio comparativo. Los resultados han sido positivos en todos ellos, pero muestran importantes diferencias en la calidad de los datos.

ABSTRACT

Multichannel GPR equipments have been developed with great success. In recent years and manufacturers have developed different computer softwares for data processing. Great quality results can be obtained due to the minimal distance between the dipoles of the antennas, that tries to maintain the theorem of Nyquist (distance between a quarter of transmitted wavelength dipoles) in order to obtain the highest resolution. This allows to detect elements or anomalies of small size that could pass unnoticed with the mono-channel teams, unless the data acquisition and the time spent would be increased notably. Since the GPR electromagnetic pulse travels differently depending on the

medium in which acquisitions are made, different results will be obtained for similar structures. The C.A.I of Archaeometry and Archaeological Analysis of the Complutense University of Madrid works with a IDS Stream X GPR with a multi-channel antenna of 600 MHz and 12 dipoles with a spacing of 8 cm. Studies have been conducted in four archaeological sites with similar structures buried in different sediments and the data have been processed with the GPR Slice software, keeping the same sequence for a comparative study. The results have been positive in all of them, but show significant differences in the quality of the data.

Explorando con bajo contraste GPR. Caso de estudio: el Yacimiento de Utica (Túnez) / Explorando com baixo contraste GPR. Caso de estudio: o Sitio de Utica (Tunísia)

Searching with low GPR contrasts. A case study in Site of Utica (Tunisia)

T. Teixidó⁽¹⁾, J.A. Peña^(1,2), J.L. Lopez-Castro⁽³⁾, Ahmed Ferjaoui⁽⁴⁾

⁽¹⁾Teresa Teixidó, Instituto Andaluz de Geofísica-Universidad de Granada, Campo Universitario de Cartuja sn, 18071Granada

⁽²⁾Departamento de Arqueología y Prehistoria de la Universidad de Granada

⁽³⁾Departamento de Geografía, Historia y Humanidades de la Universidad de Almería

⁽⁴⁾ Institute national du Patrimoine, Tunis

tteixido@ugr.es

RESUMEN/RESUMO

Utica era una importante ciudad situada a 40 km al noroeste de la antigua Cartago, en Túnez, fue fundada por los fenicios en el siglo IX a.C. y posteriormente ocupada por púnicos y romanos. En el marco del proyecto internacional “Proyecto-Utica. Excavaciones en la ciudad fenicio-púnica” se efectuó una exploración GPR (2012) en varias áreas de este yacimiento para detectar dichas estructuras; y en 2013-2014 se realizaron sendas excavaciones arqueológicas a partir de los modelos de reflectividad 3D obtenidos.

Las zonas exploradas se caracterizan por poseer un bajo contraste dieléctrico entre el material encajante y las estructuras (rellenos – sillares calizos), de forma que el flujo de procesamiento de los datos tuvo que elaborarse con una combinación de algoritmos que maximizase en lo posible, la baja relación señal/ruido.

ABSTRACT

The archaeological site of Utica, in Tunisia, was an important city located 40 km northwest of ancient Carthage. It was founded by the Phoenicians in IX century b.C. and later it was occupied by Carthaginians and Romans. Within the international research project "Project-Utica. Excavations at the Phoenician-Punic city" a GPR prospection (2012) was performed in several areas of the site to detect these structures. Through 3D-GPR obtained models, archaeological excavations were carried out in 2013-2014.

The study areas are characterized by a low dielectric contrast between the structures and the surrounding materials (fillings-limestone ashlar), so that the processing data



Madrid, 2016

flow had to be made with combination of algorithms that increases the low signal/noise ratio.

Tomografía Eléctrica Aplicada al Estudio de Las Motillas de La Mancha y su entorno Hidrogeológico
Electrical Resistivity Tomography Applied To The Study Of Motillas Of La Mancha And Its Hydrogeological Environment

Ibarra P.⁽¹⁾, Benítez de Lugo L.⁽²⁾ and Mejías M.⁽¹⁾

⁽¹⁾Instituto Geológico y Minero de España, c/ La Calera 1, 28760 Tres Cantos (Madrid)

⁽²⁾Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Prehistoria y Arqueología. Ctra. de Colmenar Viejo, Km. 15 - Campus de Cantoblanco - 28049 Madrid

p.ibarra@igme.es luís.benitezdelugo@uam.es

RESUMEN/RESUMO

Las motillas son yacimientos arqueológicos del Calcolítico y la Edad del Bronce situados en La Mancha (España), usualmente ubicados en zonas bajas junto a los ríos. En este estudio se contempla la hipótesis de que estas construcciones fueran levantadas en torno a pozos excavados que podrían suponer el más antiguo sistema de captación de agua subterránea en la Península Ibérica. Para comprobar la posible existencia de pozos en el interior y por debajo de las motillas, se ha realizado una investigación geoarqueológica a escala regional, utilizando la tomografía de resistividad eléctrica (ERT) en 4 de ellas. Los perfiles de resistividad 2D resultantes verifican la existencia de valores compatibles con pozos excavados en el interior de las estructuras, y además ponen en relación el sustrato geológico y la ubicación espacial de las motillas, las cuales fueron levantadas (y excavadas) allí donde el agua subterránea era accesible con tecnología prehistórica. Estos perfiles además permiten identificar el entorno hidrogeológico que refuerza la hipótesis. Todas las motillas fueron construidas durante el Evento Climático 4.2 ka cal BP, en un periodo de severa y prolongada sequía, superior a la actual, que obligó a sus constructores a la búsqueda del agua en los lugares más accesibles con la construcción de estos pozos y a su eventual defensa. Estas soluciones se prolongaron cerca de mil años, siendo abandonadas justo cuando las condiciones de humedad mejoraron. La existencia de estos sistemas debió formar parte principal de los procesos de cambio hacia una sociedad, de tipo agrícola, más compleja y jerarquizada.

ABSTRACT

The motillas are some archaeological sites of the Chalcolithic Age and the Bronze located in La Mancha (Spain), which are usually placed in low-lying areas along rivers. In this study the hypothesis that these buildings were erected around the dug wells is contemplated. It could suppose the oldest groundwater collection system in

the Iberian Peninsula. To check the possible existence of wells within and below the motillas, it has been carried out a extensive archaeological research using electrical resistivity tomography (ERT) in 4 of them. The obtained 2D resistivity profiles verify the existence of values that are compatible with wells drilled within the structures. Also, it is possible to relate the geological substrate and the spatial location of motillas, as they were built (and excavated), where groundwater was accessible with the prehistoric technology. These profiles also contribute to the knowledge of the hydrogeological environment that reinforces the hypothesis. All motillas were built during the Climate Event 4.2 cal ka BP, in a period of severe and prolonged drought, higher than the current times, forcing builders to find water in the most accessible places with the construction of these wells and its eventual defense. These solutions lasted nearly a thousand years, being abandoned just when climate conditions improved. The existence of these systems suggest to be a main part of the processes of change towards an agricultural society, more complex and hierarchical.

Evaluación no destructiva de columnas de mampostería ***Non-destructive assessment of masonry columns***

V. Perez-Gracia*, S. Santos-Assunção, R. González-Drigo, V. Sossa

Dpt. Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería, EUETIB/CEIB,
Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona

Autor presentador: vega.perez@upc.edu

Otros autores: sonicsantos03@gmail.com / jose.ramon.gonzalez@upc.edu /

vivisossa@gmail.com

RESUMEN/RESUMO

El GPR se ha utilizado de forma habitual en el estudio de estructuras de ingeniería civil. Sin embargo, en muchos casos, se realiza sobre elementos de geometría sencilla. En este trabajo se utiliza en radar de subsuelo para estudiar columnas de mampostería con dos tipos de geometría diferentes: sección circular y sección hexagonal. El estudio se combina con los resultados de una tomografía sísmica. Los resultados que se obtienen en los dos casos se comparan con los datos que se conocen de la estructura. Se muestran dos ejemplos pertenecientes al patrimonio cultural. Uno de ellos es el estudio de columnas de un edificio gótico, formadas por sillares de piedra caliza de grandes dimensiones. El otro es el estudio de columnas de un edificio modernista, construidas con ladrillos de arcilla cocida y con elementos metálicos embebidos, en algunos casos afectados considerablemente por corrosión.

Los registros obtenidos sobre elementos de mampostería presentan un elevado número de anomalías que pueden dificultar su interpretación. Se observa que una correcta interpretación de los registros requiere en gran medida un procesado que permita adecuar los datos a la geometría de los elementos estudiados. Por otro lado, comparando los dos ensayos (tomografía sísmica y GPR) puede comprobarse como los resultados son complementarios, ya que, aunque en algunos casos parece obtenerse una información redundante, en cada caso se determinan parámetros y características diferentes.

ABSTRACT

Ground penetrating radar has been widely applied in the assessment of civil engineering structures. Notwithstanding, in many cases, the assessed elements present a simple shape, being usually flat members. In this work, GPR has been used in the evaluation of masonry columns with two different types of geometry: circular section and hexagonal section. The study is combined with the results of a seismic tomography. The results obtained in both cases are compared to known data about the structure. Two different examples from the Cultural Heritage are described. One of them is the assessment of columns belonging to a Gothic building. Those columns are built with big limestone ashlar. The second case is the study of columns of a *modernista* (art nouveau) building, built with burned clay bricks and with metallic

elements embedded. In some cases those metallic elements are highly affected by corrosion.

The B-scans obtained from those masonry elements present a large number of anomalies that could difficult their interpretation. The study demonstrates that an appropriate data interpretation is easier in the case of an accurate data processing to shape the results to the geometry of the elements. On the other hand, The comparison of both tests (seismic and GPR surveys) highlights the supplementary information provided by each one of them, although in some cases the information could be redundant.

Combinação de métodos de Georradar e Indução Eletromagnética para o mapeamento de gruta cárstica numa área protegida da Serra da Arrábida- Portugal

Combination of Georadar and Electromagnetic Induction of methods for mapping a karst cave in a protected area of the Arrábida- Portugal

B. Caldeira⁽¹⁾, R. J. Oliveira⁽²⁾ and J. F. Borges⁽¹⁾

⁽¹⁾ Instituto de Ciências da Terra e Departamento de Física da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal

⁽²⁾ Instituto de Ciências da Terra da Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal

bafcc@uevora.pt

RESUMO

O Georradar (GPR) e Indução Eletromagnética de baixa frequência (EM) são duas técnicas frequentemente utilizadas na prospeção da subsuperfície nas mais diversas situações. A sua aplicação faz-se mediante padrões de prospeção bem definidos, que envolvem geralmente a cobertura integral das áreas a investigar. Este trabalho relata a experiência e apresenta os resultados do ensaio efetuado com o objetivo de estimar a dimensão de uma cavidade cárstica na Serra da Arrábida (Sesimbra) parcialmente obstruída por sedimentos que ocultam os restos funerários da época do Neolítico antigo. O difícil estado do terreno e os condicionalismos impostos em defesa da natureza impediram a implementação de um programa convencional. Os resultados apurados procedem de uma análise exaustiva sobre um limitado número de perfis processados segundo distintas metodologias. A partir dessa análise foi possível delinear os limites da gruta principal inserida num meio manifestamente fragmentado, principalmente nas áreas de cobertura. Também se recolheram indícios de outras cavidades menores contíguas à gruta principal que podem estar a ela ligadas através de estreitas galerias preenchidas por sedimentos. A partir da interpretação dos resultados foi feita a avaliação da espessura de sedimentos acumuladas na periferia da gruta, sob os perfis amostrados.

ABSTRACT

The Georadar (GPR) and Electromagnetic Induction (low frequency) are two Geophysical techniques used in a broad group of situations of subsurface prospection. The application of these techniques is made by well-defined exploration standards, which usually involves the full coverage of areas to investigate. In the present work we have applied these two techniques for mapping a section of Lapa do Sono - Arrábida (Sesimbra), known to have had funeral occupation at the time of the ancient Neolithic and currently presents quite obstructed by sediment. The difficult condition of the terrain and constraints imposed in defence of nature protection

prevented the implementation of a conventional program of data acquisition. The results obtained come from a comprehensive analysis of a limited number of profiles using different methodologies. The results allow defining the main cave inserted in a medium Karst clearly fragmented, especially in the cave's coverage areas. Also collected indications of other smaller cavities contiguous to the main cave that can be connected to it through smaller galleries filled by sediment. From the interpretation of the results was made the evaluation of the thickness of accumulated sediment on the periphery of the cave under the sampled profiles.

**Caracterización conjunta del basamento en Hontomín (España)
empleando datos sísmicos y microgravimétricos**
*Microgravimetric and seismic joint characterisation of the basement in
Hontomín (Spain)*

J. Andrés^(1,3), J. Alcalde⁽²⁾, P. Ayarza⁽³⁾, E. Saura⁽¹⁾, I. Marzán⁽¹⁾, D. Martí⁽¹⁾, J.R. Martínez Catalán⁽³⁾, R. Carbonell⁽¹⁾, A. Pérez-Estaún⁽¹⁾, J.L. García-Lobón⁽⁴⁾, F.M. Rubio⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Instituto de Ciencias de la Tierra ‘Jaume Almera’ ICTJA-CSIC, España

⁽²⁾ Department of Geology and Petroleum Geology, University of Aberdeen, UK

⁽³⁾ Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, España

⁽⁴⁾ Instituto Geológico y Minero de España - IGME, Spain

juvenalandrescabrera@gmail.com

RESUMEN

Hontomín acoge la primera planta de investigación de almacenamiento de CO² español. La caracterización geofísica conjunta incluye la adquisición de 36 km² de sísmica 3D y unos 16 km² de microgravimetría 3D. La integración de estos datos se ha usado para: (1) reproducir la estructura profunda y la topografía del basamento; (2) cuantificar el espesor de las evaporitas del Keuper Triásico, situado entre la sucesión sedimentarias y el basamento; y (3) establecer relaciones entre las fallas interpretadas en los datos sísmicos y las inferidas a partir de los datos gravimétricos. La geometría de las capas sedimentarias y las estructuras interpretadas a partir de la sísmica se utilizan para limitar la inversión de los datos microgravimétricos: es decir, se calculó su señal gravimétrica y luego se sustrajo de la anomalía de Bouguer. La topografía del basamento junto al techo del Keuper Triásico se emplearon para calcular el espesor de sal. La estructura del basamento se caracteriza por un semigraben, con configuración thick-skinned rellenado por un importante espesor de evaporitas del Keuper (hasta 2000 m de espesor) que forma un pliegue de extensión forzada. Los dos conjuntos de datos identificaron dos sistemas de fallas principales que compartimentarían el dominio estructural en tres bloques diferenciados: los bloques centrales, Sur y Este. Por otra parte, se ha propuesto otra falla de basamento para acomodar el engrosamiento de las sales Keuper Triásico hacia el NW de la zona. Estas fallas se han interpretado como fallas reactivadas normales que llevaron al desarrollo del domo de Hontomín.

ABSTRACT

Hontomín hosts the first Spanish CO² storage research plant. The geophysical characterisation of the site included the acquisition of a 36 km² 3D seismic and a 16 km² 3D microgravimetric datasets. The integration of these data is here used to: (1) reproduce the deep structure and topography of the basement; (2) quantify the thickness of the Triassic Keuper evaporites, located between the sedimentary succession and the metamorphic basement; and (3) establish relationships between

the faults interpreted in the seismic data and those inferred from the gravimetric data in the basement. The geometry of the sedimentary succession and structures interpreted from the seismic volume were used to constrain the inversion of the microgravity data: i.e. their gravimetric signature was calculated and then removed it from the Bouguer Anomaly. The top of the basement geometry was used, along that of the top of the Triassic Keuper, to calculate the salt thickness. The basement structure is characterized by a half-graben, thick-skinned setting filled with thick Keuper evaporites (up to 2000 m thick) forming an extensional forced fold. The two datasets identified two main fault systems compartmentalizing the structural domain into three differentiated blocks: the Central, South and East blocks. Furthermore, another inferred basement fault has been proposed to accommodate the thickening of the Triassic Keuper salts towards the NW of the area. These faults have been interpreted to be reactivated normal faults that led to the development of the Hontomín dome.

Exploración Geofísica en el Sistema de Fallas Alhama-Murcia (FAM).

Parte I: Transecto La Torrecilla.

Geophysics exploration in Alhama- Murcia System Fault (AMF). Part I: La Torrecilla Transect.

J.P. Camacho¹, T. Teixidó², D. Martí³, J.J. Martínez-Díaz⁴, R. Carbonell³

⁽¹⁾Instituto Costarricense de Electricidad, San José (Costa Rica).

⁽²⁾Instituto Andaluz de Geofísica, Granada (Spain).

⁽³⁾Institut de Ciències de la Terra “Jaume Almera” - CSIC, Barcelona (Spain).

⁽⁴⁾Universidad Complutense de Madrid-Instituto de Geociencias CSIC, Madrid (Spain).

jcamachoga@ice.go.cr

RESUMEN/RESUMO

El sistema de fallas Alhama-Murcia (FAM) se halla en la cordillera Bética, al sur de la Península Ibérica. Con orientación NE-SW tiene una extensión de unos 100 km y ha sido ampliamente cartografiada para caracterizar su estructura superficial, pero hay poca información sobre su estructura y geometría en profundidad. El terremoto destructivo de Lorca (Mw 5.2) ocurrido en 2011 se asocia a esta falla. En el marco del proyecto de investigación InterGEO que tiene por objetivo el desarrollo de Observatorios cercanos a fallas activas (NFO), se obtuvieron una serie de modelos geofísicos 2D en distintos transectos del sistema. En esta comunicación se presentan los modelos sísmicos (refracción, reflexión y MASW) y un perfil eléctrico (ERT) profundo obtenidos para el transecto de la Torrecilla, situados a 3 km al SW de Lorca donde la zona de falla está más concentrada. Los resultados de estos modelos se correlacionan con un sondeo de investigación de 175 m de profundidad perforado cerca de la rambla de La Torrecilla.

ABSTRACT

The Alhama-Murcia system fault (AMF) is placed in Betic mountain range to the south of the Iberian Peninsula. This NE-SW oblique fault, extended up to 100 km, has been extensively mapped to characterize its surface structure but almost no information is available of the structure and geometry at depth. The destructive earthquake of Lorca (Mw 5.2) occurred on 2011 is associated with this fault. Within the InterGEO research project with the aim to be the seed for the development of a future Near Fault Observatories (NFO), 2D geophysical models were carried out cutting the AMF at several segments. In this communication we present the seismic models (refraction, reflection and MASW) and the 2D electrical resistivity profile (ERT) obtained in the Torrecilla transect, three km SW of Lorca where the fault zone shearing is more concentrated. The results of these 2D models are correlated with the results of the scientific borehole FAM-1 a 175 m depth drilled close to La Torrecilla rambla.

Estudio geoelectrico integrado de la zona del diapiro La Rosa (Murcia) ***Integrated geoelectrical study of the diapir La Rosa area (Murcia, Spain)***

**Alex Marcuello⁽¹⁾, Estefania Gorriz⁽¹⁾, Frederic Escosa⁽¹⁾, Pilar Queralt⁽¹⁾,
Juanjo Ledo⁽¹⁾, Anna Martí⁽¹⁾, Conxi Ayala⁽²⁾, Félix Rubio⁽²⁾, Pedro Martínez
Pagán⁽³⁾, Beatriz Benjumea⁽⁴⁾, Anna Gabàs⁽⁴⁾ and Eduard Roca⁽¹⁾**

⁽¹⁾Institut Geomodels. Dept. Dinàmica de la Terra i de l'Oceà, Universitat de Barcelona. c/ Martí i Franquès, s/n, 08028 Barcelona

⁽²⁾Instituto Geológico y Minero de España

⁽³⁾Universidad Politécnica de Cartagena

⁽⁴⁾ Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

alex.marcuello@ub.edu

RESUMEN

Las estructuras salinas pueden constituir ubicaciones adecuadas para almacenes geológicos, por lo que la comprensión de la tectónica salina representa un reto actual. Las singulares propiedades físicas de sal confieren a estas estructuras unas particularidades que son atractivas para la aplicación de diferentes técnicas geofísicas como las geoelectricas, las sísmicas o la gravimétrica, cuya integración puede ayudar a su caracterización. En el Prebético Externo Oriental se localizan numerosas estructuras salinas que pueden servir como análogos de potenciales almacenes geológicos de gas. Uno de estos ejemplos es el diapiro La Rosa (Jumilla, Murcia). En este trabajo se presenta la interpretación de una primera campaña magnetotelúrica (MT) realizada en la zona integrando también los datos de sondeos eléctricos verticales adquiridos hace más de 25 años, así como una reciente cartografía geológica. La campaña de MT se realizó a lo largo de un perfil de 10,6 km de longitud, en la dirección NW-SE, con un total de 16 estaciones. Los resultados obtenidos muestran la necesidad de atenuar el efecto del ruido electromagnético y confirman que la estructura geoelectrica es 3D, por lo que se presenta una primera interpretación tridimensional de la zona de estudio.

ABSTRACT

The salt structures may be suitable for geological storage locations, so understanding the salt tectonics represents a current challenge. The unique physical properties of the salt confer some peculiarities that are attractive for the application of different geophysical techniques as geoelectrics, seismics or gravimetry, whose integration can help characterize these structures. In Eastern external Prebetics External appears several salt structures that can serve as potential analogs for gas geological reservoirs. One of such example is the area of diapir La Rosa (Jumilla, Murcia). In this work the interpretation of a first magnetotelluric (MT) filed work performed in the area, integrating vintage vertical electrical soundings and a recent geological mapping is presented. MT campaign was conducted along a profile of 10.6 km long with 16 stations in the NW-SE direction. The results showed the need to attenuate the effect of electromagnetic noise and confirmed that the geoelectrical structure is 3D, and a first three-dimensional interpretation of the study area is presented.

Sobre o Fluxo de Calor no Sul de Portugal ***About the Heat Flow in the South of Portugal***

M.R. Duque⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Física, ECT, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho 59, Évora

email de contacto : mrad@uevora.pt

RESUMEN/RESUMO

Os trabalhos publicados sobre estudos conducentes a obtenção de propriedades da litosfera na Península Ibérica, indicam uma anomalia na espessura da litosfera no SW da Península referida. Um dos parâmetros utilizados nos modelos referidos, é o valor do fluxo de calor característico da região. O trabalho que propomos apresentar consiste na análise detalhada dos dados de fluxo de calor obtidos no sul de Portugal (Zona Sul Portuguesa e parte da Zona de Ossa Morena). Os valores obtidos são relativamente elevados, devido a gradientes de temperatura elevados e/ou valores elevados de condutividade térmica, não sendo possível obter um valor de fluxo de calor característico de toda a região estudada. Será feita uma análise detalhada dos valores obtidos, tentando relacioná-los com características próprias dos locais onde foram realizadas as medições.

ABSTRACT

Published works related with studies about properties of the lithosphere in the Iberian Peninsula indicate a Thickness anomaly in the SW of the Peninsula. One of the parameters used in these models is the heat flow value in the region. The work we intend to present is a detailed analysis of the heat flow data obtained in the South of Portugal (South Portuguese Zone and part of the Ossa Morena Zone). The values obtained are relatively high, due to high values of thermal gradient and / or high thermal conductivity values. A heat flow value characteristic of all de region cannot be considered. We will make a detailed analysis of the values, trying to relate them with the characteristics of the place where measurements were done.

Modelos Térmicos e Espessura da Litosfera no Sul de Portugal *Thermal Models and Thickness of the Lithosphere in the South of Portugal*

M.R. Duque⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Física, ECT, Universidade de Évora, Rua Romão Ramalho 59, Évora

mrاد@uevora.pt

RESUMEN/RESUMO

Os trabalhos publicados sobre estudos relacionados com a obtenção de propriedades da Litosfera na Península Ibérica, indicam uma anomalia na espessura da litosfera no SW da Península referida. Para estes estudos são utilizados valores de altitude, elevação do geóide, anomalias gravíticas e estrutura térmica da região. O trabalho que pretendemos apresentar, consiste em fazer o estudo referido, tendo em conta as características específicas da região em estudo. Serão consideradas as variações de alguns parâmetros na região, como, por exemplo, o fluxo de calor e a profundidade da Moho, tendo em vista a obtenção de informação sobre a estrutura térmica da região e implicações nos resultados dos modelos, nomeadamente na espessura da Litosfera.

ABSTRACT

Published works related with studies about properties of the lithosphere in the Iberian Peninsula, indicate a thickness anomaly in the SW of the Peninsula. Data used in these studies includes surface altitude, geoid heights, gravity anomalies and thermal structure of the region. The work we intend to present consists in doing the study mentioned, taking into account the specific characteristics of the region. We will consider variations of some parameters, such as heat flow density and Moho depth, trying to obtain more detailed information about thermal structure of the region and implications in lithospheric thickness and depth.

Análisis de la estructura superficial y procesos activos en el margen submarino septentrional de La Española (República Dominicana) a partir de nuevos datos geofísicos: Resultados preliminares
Analysis of the shallower structure and active process in the northern Hispaniola offshore margin (Dominican Republic) based on new geophysical data: Preliminary results

A. Rodríguez-Zurrunero⁽¹⁾, J. L. Granja Bruña⁽¹⁾, A. Muñoz-Martín^(1,2), A. Carbó-Gorosabel⁽¹⁾, L. Gómez de la Peña⁽³⁾, M. Gómez Ballesteros⁽⁴⁾, J.M. Gorosabel-Araus⁽¹⁾, A. Pazos⁽⁴⁾, M. Catalán⁽⁴⁾, M. Druet⁽⁶⁾ y P. Llanes⁽¹⁾

⁽¹⁾Grupo de Tectonofísica Aplicada. Depto. de Geodinámica. Univ. Complutense, 28040 Madrid (arzurrunero@ucm.es).

⁽²⁾Instituto de Geociencias (UCM, CSIC), 28040 Madrid.

⁽³⁾CSI. Instituto de Ciencias del Mar (CSIC)-Barcelona. Passeig Marítim de la Barceloneta 37-49, 08003 Barcelona.

⁽⁴⁾Instituto Español de Oceanografía.C/ Corazón de María 8, 28002 Madrid.

⁽⁵⁾Real Instituto y Observatorio de la Armada. San Fernando, 11100 Cádiz.

⁽⁶⁾Instituto Geológico y Minero de España. C/ La Calera 1, Tres Cantos, 28760 Madrid.

arzurrunero@ucm.es

RESUMEN/RESUMO

El margen submarino del norte de La Española registra el proceso de colisión activa entre los Bancos de las Bahamas y el arco isla. Esta colisión ha producido numerosos terremotos causando cuantiosos daños en la costa norte de la isla. La campaña NORCARIBE (2013) combinó la adquisición sistemática de datos geofísicos de todo el margen de colisión, especialmente en la zona de República Dominicana, proporcionando una información continua y de alta resolución. Esta información ha permitido estudiar con detalle la variación transversal y longitudinal del margen de colisión caracterizado por la Fosa de la Española (FE) y el Cinturón Deformado Septentrional (CDS). Este margen compresivo presenta una estructura imbricada con vergencia hacia el norte y segmentada por zonas de transferencia limitando la longitud máxima de las fallas inversas. Existen numerosas evidencias de deformación activa que deben ser consideradas en futuros estudios sobre la evaluación de la peligrosidad sísmica y tsunamigénica en la región, así como para la evaluación de recursos marinos y la ordenación del territorio de la República Dominicana.

ABSTRACT

The northern Hispaniola offshore margin records the active collision between the Bahamas Banks and island arc. This collision is associated to the occurrence of

numerous earthquakes that caused significant damages in the northern coast of the island. The NORCARIBE cruise carried out in 2013 combined the systematic acquisition of geophysical data in the whole collisional margin, mainly focused in Dominican Republic, providing continuous and high resolution information. This new information has allowed to study with more detail the along- and across-strike structure of the collisional margin characterized by the Hispaniola trench and the Northern Deformed Belt. This compressive margin shows a N-verging imbricate structure segmented along strike by transfer zones limiting the maximum fault length. There are numerous evidences of active deformation that have to be considered in future studies on the seismic and tsunamigenic assessment in the region, as well as for the assessment on marine resources and development planning of Dominican Republic.

Estudio Electromagnético Marino en el Norte del Golfo de California, México

Electromagnetic Marine Survey in the Northern Gulf of California, México

T. Avilés-Esquivel^(1,3), V. Reyes-Ortega^(1,3), S. Constable⁽²⁾, C. Flores-Luna^(1,3) and A. González-Fernández^(1,3)

⁽¹⁾ División de Ciencias de la Tierra, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ensenada, México

⁽²⁾ Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, 92093, USA.

⁽³⁾ Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CeMIE-Geo), 22860 Ensenada, Baja California, México

taviles@cicese.edu.mx

RESUMEN/RESUMO

El Golfo de California es una zona de transición entre la Placa de Norteamérica y del Pacífico. En el centro y sur del Golfo se conoce las zonas de dispersión. Sin embargo, en el norte del Golfo no se conoce con precisión la localización de esta zona utilizando sísmica de reflexión, porque una gruesa secuencia sedimentaria impiden observar su respuesta. En este proyecto se utiliza el método magnetotelúrico (MT) para delimitar el contraste de resistividades entre el límite de las placas. En Mayo del 2015, se realizó una campaña de exploración utilizando métodos electromagnéticos de fuente controlada y magnetotelúricos (MT) marinos con el fin de caracterizar potencial geotérmico en zonas donde existen altos gradientes geotérmicos, asociados a centros de dispersión. En la Cuenca Wagner, al norte del Golfo de California se desplegaron 14 receptores marinos de MT para medir la conductividad a lo largo de dos perfiles. Los datos fueron adquiridos en un periodo de 0.1 a 5000s. Después del procesamiento, se realizó un análisis de los modos transversos magnético y transversos eléctricos a partir de los cuales se realizaron las inversiones 2D. Los dos perfiles muestran una capa de 5 km de espesor y cuya resistividad varía de 1 a 4 Ωm , esta capa está asociada a sedimentos saturados depositados en la Cuenca Wagner. A 15 km de profundidad se observa una estructura conductora la cual se extiende hasta alcanzar los sedimentos, se encuentra dentro de un sistema de fallas normal, y se asocia al centro de dispersión. Al oeste del área de estudio se observa una estructura resistiva de 1000 Ωm la cual se interpreta como corteza oceánica.

ABSTRACT

The Gulf of California is a transition zone between the North American Plate and the Pacific Plate. In the central and southern zones the accretion of new crust is clearly evident. However, in the northern area the exact location of the spreading center is poorly known, due to a thick sedimentary sequence that obscures the reflection

seismicity response. Magnetotelluric (MT) methods are capable of delineating the resistivity structure of this plate boundary. In May of 2015, a joint controlled source electromagnetic and marine MT survey was performed to characterize geothermal potential in areas where high geothermal gradients are associated with the spreading center. In the northern Gulf of California's Wagner Basin, we deployed 14 sea-floor MT receivers to measure the electrical structure along two transects. The data were acquired in the period band from 0.1 to 5000 s. After processing, 2D inversions were made based on sensitivity analyses using the transverse electric and transverse magnetic modes. Both profiles reveal a 5 km thick section with resistivity of 1-4 Ωm , interpreted to be sediments filling the Wagner Basin. A deeper conductive structure was observed at a depth of 15 km which extends into the conductive sediments and is located within a normal fault system in Wagner Basin. This structure is associated with the spreading center. In the deeper western section, we see a resistive structure of 1000 Ωm that can be interpreted as oceanic crust.

Nuevo análisis sedimentario de la Cuenca de San Pedro (margen sudeste de la República Dominicana) en base a datos de sísmica de reflexión

New sedimentary analysis of the San Pedro Basin (South-eastern Dominican Republic margin) based on reflection seismic data

Gorosabel-Araus, J.M. ⁽¹⁾, Granja-Bruña, J.L. ⁽¹⁾, Carbó-Gorosabel, A. ⁽¹⁾, Gómez-Peña, L. ⁽²⁾, Rodríguez-Zurrunero, A. ⁽¹⁾, Muñoz-Martín, A. ^(1,4), Pazos, A. ⁽³⁾

⁽¹⁾Grupo de Tectonofísica Aplicada. Depto. de Geodinámica. Univ. Complutense, 28040 Madrid (arzurrunero@ucm.es).

⁽²⁾CSI. Instituto de Ciencias del Mar (CSIC)-Barcelona. Passeig Marítim de la Barceloneta 37-49, 08003 Barcelona.

⁽³⁾Real Instituto y Observatorio de la Armada. San Fernando, 11100 Cádiz.

⁽⁴⁾Instituto de Geociencias (UCM, CSIC), 28040 Madrid.

Corresponding Author: jmgorosabelaraus@gmail.com

RESUMEN/RESUMO

La cuenca de San Pedro (CSP), es una depresión batimétrica con tendencia E-O localizada en el margen sudeste de la República Dominicana. Ocupa un área aproximada de 6000 km² con una lámina de agua de 1400 m en promedio. La CSP posee un espesor máximo de 3.5 s TWT de sedimentos medianamente deformados enterrando un sistema de retrocabalgamiento conocido como el Cinturón Deformado de los Muertos. Tradicionalmente, a esta cuenca se le ha atribuido una edad miocena.

Durante la campaña NORCARIBE se adquirieron aproximadamente 90 km de datos sísmicos de reflexión multicanal 2D con sistema de posicionamiento GPS diferencial en la CSP. El procesamiento de los datos incluyó corrección NMO, filtrados de frecuencia, CMP stacking y migración post-stack. Además, se han reprocesado y reinterpretado 660 km de antiguos perfiles de sísmica de reflexión multicanal 2D.

Estos nuevos datos han hecho posible una mejor definición de estructuras. El análisis de facies sísmicas ha permitido proponer un nuevo relleno relacionado con los principales eventos tectónicos en las áreas fuente. Dicho relleno ha sido dividido en secuencias relacionadas con sistemas deposicionales: 1) Sedimentación pelágica del Cretácico superior; 2) Sistema de abanicos de fondo de cuenca del Eoceno medio/superior; 3) Sistema canal-levee del Eoceno superior al presente. Nuestros resultados sugieren una edad anterior para la CSP en concordancia con los estudios geológicos desarrollados en la cuenca de San Cristóbal, al oeste de la CSP y considerada como la continuación lateral de la misma.

ABSTRACT

The San Pedro Basin (SPB) is an E-W-trending bathymetric depression located at the south-eastern margin of the Dominican Republic. It occupies an approximately 6000 km² area having an average water column of 1400 m. The SPB shows a maximum sediment thickness of 3 sTWT having little deformation and burying an imbricate back-thrust system, known as the Muertos thrust belt. Traditionally, this basin has been catalogued as Miocene in Age.

Approximately 90 km of differential GPS-navigated 2D multichannel seismic reflection profiles were collected in the SPB during the NORCARIBE cruise. Regular processing included NMO correction, band-pass filtering, CMP stacking and post-stack migration. In addition to new seismic data, we have re-processed and re-interpreted 660 km of vintage 2D multi-channel seismic reflection profiles.

This new data made possible a better definition of structures. Seismic facies analysis allowed us to propose a new infill evolution related to the main tectonic events at the source areas. The infill of the basin has been divided into main sequences that are related to depositional systems: 1) Upper Cretaceous deep-water pelagic sedimentation; 2) Middle-Upper Eocene basin floor fan systems; 3) Upper Eocene-to-Present channel-levee system. Our results suggest an older age for the SBP that are in agreement with the geological studies carried out in the onshore San Cristobal basin located to west of the SPB and considered for some authors as the lateral continuation.

Modelización de la flexión de la litosfera generada por la isla de Tenerife a partir de evidencias geomorfológicas y estratigráficas localizadas en Gran Canaria.

Modeling flexure of the lithosphere caused by Tenerife Island from geomorphological and stratigraphic evidences located in Gran Canaria.

Flora Andrés-Araujo⁽¹⁾, Ángel Rodríguez-Santana⁽²⁾, Francisco J. Pérez-Torrado⁽²⁾ y Francisco J. Santana-Sarmiento⁽¹⁾

⁽¹⁾Departamento de Cartografía y Expresión Gráfica en la Ingeniería, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, ULPGC, Edificio de Ingenierías Industriales y Civiles, Campus Universitario de Tafira, 35017, Las Palmas de Gran Canaria, España

⁽²⁾ Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, ULPGC, Edificio de Ciencias Básicas, Campus Universitario de Tafira, 35017, Las Palmas de Gran Canaria, España

flora.andres@ulpgc.es

RESUMEN

Los afloramientos de la transición de pillow-lavas (submarinas) a lavas pahoehoe (subaéreas) localizados en los sectores NE, N y NO de Gran Canaria han sido datados en torno a los 4 millones de años y su disposición espacial muestra claramente una inclinación hacia Tenerife. Puesto que Gran Canaria se encuentra dentro de la zona de influencia de la flexión generada por Tenerife, hemos estimado el espesor elástico de la litosfera en la zona a partir de dicha disposición espacial y del material emitido por Tenerife en los últimos 4 millones de años aplicando el modelo de placa elástica delgada. La ecuación diferencial que rige dicho modelo se ha resuelto aplicando la Transformada Rápida de Fourier por lo que hemos realizado un análisis de las dimensiones y del intervalo de muestreo que debe tener la cuadrícula para obtener una perfecta reconstrucción de la flexión. El modelo se ha ejecutado utilizando valores de densidad de la carga y del material de relleno y espesor elástico acordes con rangos propuestos por diversos trabajos sobre flexión de la litosfera oceánica producida por cargas superficiales. El valor de espesor elástico que mejor se ajusta a las observaciones se ha estimado entre 35 y 40 km y es acorde a valores obtenidos en anteriores trabajos realizados en la zona. Este trabajo es uno de los pocos sobre flexión de la litosfera oceánica que se apoya en evidencias geomorfológicas y estratigráficas (la mayoría se apoyan en evidencias geofísicas) que ponen de manifiesto movimientos verticales asociados a efectos isostáticos, y el primero en el que dichas evidencias son afloramientos de la transición de pillow-lavas a lavas pahoehoe.

ABSTRACT

Outcrops of transition pillow lavas (submarine) to pahoehoe lavas (subaerial) located in the NE, N and NW sectors of Gran Canaria have been dated to around 4 million

years and its spatial arrangement clearly shows tilt towards Tenerife. Because Gran Canaria is located within the area of influence of the lithospheric flexure generated by Tenerife, we have estimated the elastic thickness of the lithosphere in the area from that spatial arrangement and material issued by Tenerife the last 4 million years applying the thin elastic plate model. We have solved the differential equation governing this model using the Fast Fourier Transform so we have performed an analysis of the dimensions and the sampling interval of the grid for perfect reconstruction of flexion. The model has been run using density of the load and the filling material and elastic thickness values in ranges proposed by several works on flexure of the oceanic lithosphere caused by surface loads. The best fit between the calculated and observed flexure has been estimated between 35 and 40 km and is consistent with values obtained in previous work in this area. This work is one of the few on flexure of the oceanic lithosphere that relies on geomorphological and stratigraphic evidence (most are based on geophysical evidence) that show vertical movements associated with isostatic effects, and the first in which such evidences are outcrops of pillow-lavas transition to pahoehoe lavas.