



GEOFISICA EN CAPAS

T O M O I

P.E.N.

Abril, 1.985

empresa nacional adaro de
investigaciones mineras, s.a.
enadimsa

50462

GEOFISICA EN CAPAS
INFORME DE RESULTADOS

GEOFISICA EN CAPAS

TOMO I - Informe de resultados

TOMO II - Anexo I : Documento elaborado por HUNOSA: "La técnica
de sísmica en capa".

Anexo II: Documentos complementarios.

I N D I C E

Págs

1.- INTRODUCCION	1
1.1.- JUSTIFICACION	2
1.2.- ANTECEDENTES	3
2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
3.- METODOLOGIA PROPUESTA	6
3.1.- FASE I. INFORMATIVA	6
3.2.- FASE II. EXPERIMENTAL	6
3.3.- FASE III. DESARROLLO TECNOLOGICO PROPIO	7
4.- PROGRAMA DE TRABAJO PROPUESTO	8
4.1.- FASE I. INFORMATIVA	8
4.2.- FASE II. EXPERIMENTAL	9
4.3.- FASE III. DESARROLLO	10
5.- SEGUIMIENTO	12
5.1.- ANALISIS DOCUMENTAL	12
5.2.- SELECCION PREVIA DE COMPAÑIAS	13
5.3.- SEGUIMIENTO IN SITU DE DEMOSTRACIONES PRACTICAS.	13
5.4.- CONCLUSIONES AL TERMINO DE LA FASE I	14
5.5.- ELECCION DE LAS COMPAÑIAS Y MINAS ESPAÑOLAS PARA REALIZACION DE ENSAYO	15
5.6.- TOMA DE DECISION	17

1.- INTRODUCCION

En los últimos años, a partir de la primera crisis del petróleo en 1.973, los programas de exploración y explotación de yacimientos de carbón han recibido un fuerte impulso.

Las técnicas de investigación utilizadas en estos programas constituyen un conjunto muy amplio, y entre ellas, particularmente las técnicas geofísicas, han experimentado un fuerte aumento en su volumen de utilización.

El motivo fundamental es, sin duda, la mejora sustancial de la planificación minera, para reducir en lo posible las pérdidas de carbón, las interrupciones en la producción, prevención de accidentes, etc.

Ello impone un previo conocimiento detallado de las estructuras geológicas de las capas, así como de la evolución de los parámetros que las definen.

Este conocimiento previo adquiere mayor relevancia si cabe cuando se prevé un grado elevado de mecanización en la explotación de paneles de carbón.

Este proyecto se generó precisamente para estudiar la viabilidad de utilización de las técnicas geofísicas, fundamentalmente la tecnología denominada Sísmica en Capa, en la localiza-

ción y seguimiento de discontinuidades tanto cuantitativas como cualitativas, previamente a la explotación mecanizada, de paneles de carbón.

La realización de la primera fase del proyecto denominada GEOFISICA EN CAPAS, fué aprobada por el Comité del Plan Energético Nacional de Abril de 1.983, dando lugar a una serie de actividades, cuyo resultado, dió lugar a la aprobación por el Comité del P.E.N. de Abril, 1.984, de la elaboración del presupuesto de detalle del proyecto de Incorporación de la Técnica de Sísmica en Capas.

El resultado obtenido en ambos es el objeto de este informe.

1.1.- JUSTIFICACION

El reconocimiento previo, anterior a la explotación, de la morfología y características mineras de la capa de carbón, es un axioma fundamental en la planificación de labores mineras y selección del método de explotación. Esto es tanto más importante cuando, como en el caso de la Cuenca Central Asturiana, los yacimientos de carbón están fuertemente tectonizados y, en consecuencia, presentan frecuentes trastornos, esterilidades, variaciones bruscas de espesor, fallas, etc.

En el momento actual, el único método utilizado en nuestro país para reconocer los paneles a explotar es, fundamentalmente, el análisis de la historia minera de las anteriores explotaciones de la capa y la información que suministran las labores en avance de las guías de cabeza y base de la explotación. Los riesgos que, la extrapolación de estos datos al resto del panel traen consigo son, en numerosas ocasiones, incuantifica-

bles.

Se considera que la utilización de la técnica de sísmica en capa, la más evolucionada de todas las técnicas geofísicas, puede ser una herramienta muy útil para el reconocimiento de paneles.

Es de destacar que esta tecnología no sólo se encuentra desarrollada a nivel experimental en algunos países, sino que su utilización como una herramienta más en la planificación de explotación de cuarteles, se ha introducido de forma sistemática en minas altamente mecanizadas.

1.2.- ANTECEDENTES

HUNOSA, consciente de estas limitaciones y ante la urgente necesidad de ir a explotaciones fuertemente mecanizadas, se puso en contacto en el año 1.979, a través de Carbopol, con la empresa polaca KOPEX, comercializadora en el extranjero del método de "sísmica en capa" con el objeto de realizar unas pruebas de reconocimiento en determinados paneles, de sus yacimientos y, a su vez, establecer acuerdos sobre la transmisión de la tecnología, en el caso de obtener resultados positivos.

En este sentido, se firma entre HUNOSA y KOPEX un acuerdo de colaboración, aún vigente, que incluía una oferta concreta por parte de KOPEX para realizar las citadas pruebas.

Para concretar el alcance y condiciones técnico-económicas de los ensayos programados y conocer "in situ" el desarrollo y aplicaciones del método, se desplazó a Polonia en el año 1.981 una misión española formada por técnicos de HUNOSA, ENADIMSA, ENCASUR y DIRECCION GENERAL DE MINAS. En dicho viaje se

tuvo ocasión de valorar el alcance y detalle de los reconocimientos que sistemáticamente se realizan en las explotaciones polacas, y la importancia que podría tener para el desarrollo y optimización de los programas de explotaciones mecanizadas - en nuestras minas en el caso de obtenerse resultados similares en España.

La lentitud que por la parte polaca se prestó al desarrollo de los acuerdos, así como la crisis política que padeció - este país, dieron lugar a una interrupción por tiempo indefinido de las negociaciones. Consecuentemente, dado el interés, a la vista de los resultados obtenidos en Polonia, y la necesidad de disponer de esta técnica predictiva u otra similar en nuestro país, pareció conveniente conocer el estado y desarrollo alcanzado en otros países para llegar, en su caso, a establecer acuerdos y colaboraciones que permitiesen una puesta a punto rápida del método en nuestros yacimientos, lo que dio lugar a la propuesta de realización de este proyecto al P.E.N.

2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

Pueden subdividirse en dos, a tenor de su propio alcance y consecuente duración:

. De una parte, se pretende, a corto plazo, acceder a una tecnología, tanto en su fase de ejecución "in situ" como de posterior interpretación, que permita dar solución a los problemas concretos que se plantean a la hora de optimizar la planificación para la explotación mecanizada de grandes talleres. La naturaleza de estos problemas ha quedado reflejada en el capítulo 1.1.

. De otra parte, y en el supuesto de una constatada eficiencia del método, se pretende adquirir la citada tecnología con el fin de extender su aplicación de una forma generalizada, y resolver así el planteamiento racional de las explotaciones - optimizando los rendimientos y minimizando los recargos.

La adquisición de la tecnología podría implicar el desarrollo de unos equipos propios, tanto materiales como personales.

3.- METODOLOGIA PROPUESTA

Para cubrir los objetivos de este proyecto, se planteó - inicialmente, una metodología de trabajo, que comprende tres - etapas o fases, necesariamente escalonadas, puesto que cada una condiciona en contenido y en tiempo de ejecución la siguiente.

En esquema son las siguientes:

3.1.- FASE I. INFORMATIVA

Esta primera etapa contempla una revisión documental y directa del grado de desarrollo de estas técnicas de investigación, a escala internacional, tanto a nivel de empresas de servicios, como de Institución Docente o Centro de Investigación - oficiales. Esta fase fué aprobada por el Comité del PEN de Abril de 1.983 y ha sido ejecutada por ENADIMSA con la colaboración - de HUNOSA.

3.2.- FASE II. EXPERIMENTAL

En esta fase se realizarán estudios de minas españolas , con los métodos seleccionados anteriormente.

Al concluir esta fase se tendrá una idea clara y concreta de cuál es la utilidad real y previsible de estas técnicas. Co mo consecuencia se realizará una forma de decisión respecto a la necesidad o no de utilizar sistemáticamente estos métodos, y

se concluirá, en su caso, con un estudio de viabilidad de desarrollar una tecnología propia o adquirir la tecnología foránea.

3.3.- FASE III. DESARROLLO TECNOLOGICO PROPIO

Corresponde a la fase final de creación de una tecnología nacional que comprenda total o parcialmente el diseño y construcción de equipos, formación de personal especializado y desarrollo de técnicas de procesado e interpretación.

Esta tercera etapa, está evidentemente muy condicionada a las anteriores y es muy difícil actualmente evaluar su alcance desde el punto de vista técnico y económico, razón por la que sólo se realiza una descripción detallada y cuantificada de los trabajos a realizar en las dos primeras fases.

4.- PROGRAMA DE TRABAJO PROPUESTO

De acuerdo con la metodología descrita en el apartado anterior, se propuso el siguiente programa de trabajo:

4.1.- FASE I. INFORMATIVA

I-1. Análisis documental de todas las técnicas y metodologías existentes actualmente en el ámbito internacional, que "a priori" sean aplicables a la problemática planteada en las minas españolas, la que a su vez será analizada con detalle.

I-2. En base a lo anterior, se realizará una selección - previa de las Compañías o Instituciones que han desarrollado - las técnicas que se consideran útiles.

En esta etapa se procederá a tomar contacto con dichas - Compañías e incluso con clientes para los que hayan realizado trabajos.

Como consecuencia, se seleccionará las Compañías reconocidas como más competentes en este campo.

Esta etapa puede solaparse en el tiempo con la anterior.

I-3. Se realizará el seguimiento "in situ" de un número - determinado de demostraciones prácticas de estas técnicas, realizadas por las compañías seleccionadas, en minas, con problemática y características los más similares posibles a las de las

minas españolas.

I-4. Como consecuencia se procederá a la elección de las Compañías y metodología(s) que demuestre(n) ser más interesantes y adecuadas para resolver los problemas que se plantean en nuestro país.

Es requisito indispensable para la elección, la elaboración de un convenio de cooperación con la Compañía seleccionada que contemple la transmisión de tecnología, en caso de que los ensayos resulten positivos.

Asimismo, se seleccionará una mina o minas españolas en las que se realizarán los ensayos correspondientes.

4.2.- FASE II. EXPERIMENTAL

II-1. Comprende la realización de ensayos de las técnicas elegidas en minas de nuestro país.

En esta etapa, ya deberá ser efectiva la transferencia de tecnología en cuanto a programación y ejecución de los trabajos.

II-2. Análisis e interpretación de resultados de la campaña geofísica, y comparación con los resultados reales encontrados en la explotación.

Esto implica, por una parte, que la zona ensayada se vaya a explotar inmediatamente, y por otro, que se realice un control geológico lo más exhaustivo posible del panel explotado, con objeto de disponer de la mayor información real posible, a fin de contrastar resultados.

II-3. Toma de decisión definitiva, en cuanto a aplicabilidad de estas técnicas que contemple las siguientes alternativas:

a) Las técnicas ensayadas proporcionan una información - cualitativa y cuantitativa, fiable y útil para la programación de las labores.

b) Se obtiene información parcialmente utilizable, pero - se requiere una etapa de mejora en el desarrollo de la técnica que permita aplicarla con fiabilidad a la problemática de nuestras minas.

c) Los resultados no son fiables, ni se prevé una alternativa razonable de desarrollo de estas técnicas.

4.3.- FASE III. DESARROLLO

Las dos primeras alternativas de la subfase anterior darían lugar, respectivamente, a la homologación y adquisición de las técnicas utilizadas, o bien, a un estudio de viabilidad de desarrollo y perfeccionamiento de dichas técnicas. Cualquiera - de las dos darían lugar a la tercera fase, cuyos trabajos, programación y presupuesto no pueden ser contemplados en el estado actual de conocimientos.

Se consideró que el personal técnico necesario para desarrollar los trabajos especificados en las fases I y II, debería tener la necesaria experiencia para cubrir todos los campos que abarca la investigación; es decir, geología y minería del carbón, geofísica, y diseño y homologación de equipos antigrisú.

Con el fin de cubrir estos tres campos de la mejor forma posible, se previó desarrollar el proyecto con técnicos de las

Empresas HUNOSA, ENADIMSA y AITEMIN, de manera que, la principal aportación de HUNOSA sería en el campo de la geología y minería del carbón; la de ENADIMSA en el campo de la geofísica y diseño de equipos; y la de AITEMIN, en la de desarrollo y homologación de equipos.

Estaba previsto, además, la participación de tres titulados superiores, que colaboren con el Jefe de Proyecto, en mayor o menor grado de dedicación según las fases del proyecto.

Como ayuda a la realización de los trabajos a desarrollar en la etapa II-1, que corresponde a la realización por compañías extranjeras de ensayos en minas españolas, serían necesarias, además, una serie de prestaciones de personal de mina y medios auxiliares.

5.- SEGUIMIENTO

De acuerdo con los trabajos propuestos en el Proyecto de desarrollo tecnológico, se han realizado, por un equipo de trabajo integrado por Técnicos de ENADIMSA y HUNOSA, tal y como se preveía en el citado Proyecto, los siguientes trabajos:

5.1.- ANALISIS DOCUMENTAL DE LAS TECNICAS Y METODOLOGIAS EXISTENTES ACTUALMENTE.

. Se ha realizado una recopilación completa de la bibliografía existente (96 publicaciones) y un análisis de aquéllas - más representativas que ha quedado expresado en el documento titulado "La técnica de sísmica en capa" en el que se desarrolla el siguiente índice: Introducción histórica. Descripción del método. Fundamento físico, toma de datos y tratamiento e interpretación de los datos. Aplicaciones prácticas y ejemplos. Estado actual y tendencias. Posibilidades en España y Bibliografía.

. Se han obtenido catálogos, experiencias y ofertas de los equipos y compañías de Servicios más importantes que trabajan en la actualidad en sísmica de capa. En este punto hay que hacer la salvedad de las compañías y métodos empleados en los "Países del Este" (URSS, Polonia, Checoslovaquia, etc.) de los que no ha sido posible obtener información representativa, aunque sí se ha hecho una valoración del estado de la técnica en la citada área.

5.2.- SELECCION PREVIA DE LAS COMPAÑIAS E INSTITUCIONES QUE HAN DESARROLLADO LAS TECNICAS QUE SE CONSIDERAN UTILES

A partir de los trabajos del punto 2.1. se ha centrado la atención en las siguientes compañías:

- . Prakla Seismos Gm bH (R.F. Alemania)
- . National Coal Board a través de British Mining Consultants Limited (R. Unido)
- . Compagnie Generalde Geophysique (Francia)

El criterio que ha fundamentado esta elección es la competencia que se expresa en, la experiencia en sísmica de capa, la calidad en los equipos, el tratamiento de datos y el soporte técnico-científico de la Compañía.

5.3.- SEGUIMIENTO "IN SITU" DE DEMOSTRACIONES PRACTICAS DE ESTAS TECNICAS.

El seguimiento "in situ" se ha limitado a la asistencia durante el mes de Noviembre al ensayo de sísmica en capa realizado por Prakla Seismos Gm bH, en Rheinland - Mina Rhein - Preussen, sobre un problema similar a los que de hecho, se tienen en las minas de carbón españolas y a reuniones técnicas con el Dr. Anetzl y su equipo en la Oficina Central de Hannover.

Se eligió el ensayo de Prakla Seismos Gm bH por considerarlo el más representativo y a la compañía por ser líder en la técnica de sísmica de capa.

Por otra parte, de los trabajos realizados en los epígrafes anteriores, se dedujo que la metodología, instrumentación, y práctica empleadas por las compañías son muy similares, en sus

rasgos generales. De aquí el que se considerase suficiente por el momento la asistencia a un único ensayo, que serviría de patrón para valorar la operatividad del método, en esta fase del proyecto.

Se han podido examinar, no obstante, una serie de trabajos realizados por las compañías de servicios visitadas, en minas alemanas, inglesas y francesas, entre Noviembre 1.983, y Julio 1.984, que por pertenecer a compañías privadas, no es posible disponer de ellos por el momento.

Es necesario señalar que es recomendable, y así se indica en los trabajos a realizar en la FASE II - EXPERIMENTAL, realizar nuevos seguimientos "in situ" de demostraciones prácticas.

5.4.- CONCLUSIONES OBTENIDAS AL TERMINO DE LA FASE I.

De todas las técnicas geofísicas, las más evolucionadas son las sísmicas, y de ellas, las que utilizan las técnicas de medida de las ondas guiadas por las capas de carbón, por transmisión y reflexión, entre o desde, galerías o frentes.

Otros métodos sísmicos entre sondeos, o de sondeo a galería, están menos evolucionados y extendidos, y deberían ser objeto de un análisis más profundo, al igual que otras técnicas geofísicas.

Su principal utilidad es la detección de discontinuidades por delante del frente de arranque de un panel de carbón.

Es un método práctico y muy eficaz para la detección de fallas. La técnica ha sido ensayada con éxito en varios países y se utiliza regularmente.

Otras discontinuidades como flexuras, esterilidades, diques, etc., también son detectables y hay toda una casuística, basada en la naturaleza y geometría de la discontinuidad que permiten en determinados casos la identificación de las mismas.

Se trata de una técnica en evolución y en la que el desarollo se centra fundamentalmente en la mejora de los sistemas de procesado que permita una identificación clara de la naturaleza y magnitud del tipo de discontinuidad, y por tanto, la incidencia en el desarrollo de la explotación.

Abordar directamente la creación de una tecnología nacional que comprenda total o parcialmente el diseño y construcción de equipos, y desarrollo de técnicas de procesado, sería prematuro, y además, dilataría enormemente la entrada en la fase operativa de la técnica.

Para disponer de una información más directa, que permita conocer de cerca el alcance real y la operatividad de la técnica, se considera necesaria la realización de ensayos en minas de nuestro país.

5.5.- SELECCION DE LAS COMPAÑIAS Y MINAS ESPAÑOLAS EN LAS QUE REALIZAR LOS ENSAYOS CORRESPONDIENTES

En base a todo lo anterior se propuso realizar una serie de ensayos intentando cubrir una amplia gama de los casos que se presentan en nuestro país, en el campo de las capas mecanizables, con explotación en avance o retirada, y en capas de características comunes, en cuanto a campo, potencia y buzamiento de diversas cuencas españolas.

En principio se previó realizar los siguientes ensayos:

El primero en el Pozo Samuño, sobre la capa Llamarga de potencia comprendida entre 0,40 y 0,90 m. El ensayo se realizaría utilizando los métodos de transmisión y reflexión desde las guías de cabeza y base, que están avanzadas unos 600 m, y el objetivo es definir los "accidentes" que puedan impedir o dificultar la mecanización del panel. El buzamiento medio es de 35° y la longitud del taller 180 m. La explotación de la capa estaba previsto que se iniciase en el mes de Marzo de 1.984, con una duración estimada de un año, por lo tanto en un plazo breve sería posible disponer de un contraste entre los resultados del ensayo y la realidad del panel.

El segundo ensayo se propuso realizarlo en el denominado campo de La Moral, Pozos Pumarabule y Mosquitera, sobre la capa Fuente de potencia entre 2 y 3 m. El ensayo se realizaría utilizando sísmica de reflexión para reconocer en avance un campo nuevo. El buzamiento oscila entre 15 y 25 y la longitud guiada próxima a los 500 m. La explotación de la capa estaba previsto iniciarla en el plazo de un año, que podría adelantarse caso de confirmarse la continuidad del campo.

Con estos dos ensayos se cubriría una parte importante de las aplicaciones de la técnica de sísmica en capa, tanto en lo que se refiere a metodología, como a los campos de aplicación o problemas planteados.

Ambos ensayos propuestos se sitúan en el campo de los buzamientos de las capas mecanizables con frente largo, así, el panel propuesto en el caso del Pozo Samuño, corresponden a una explotación en retirada de una capa de características comunes a diversas cuencas españolas, Central Asturiana, Narcea, Fabero, Valdernuda-Guardo, etc. El panel propuesto en el campo de La Moral se refiere a una explotación mecanizada en avance, situa-

ción frecuente en diversas minas españolas, asimismo las características del campo, potencia y buzamiento son comunes a diversas cuencas nacionales.

En cuanto a la selección de la compañía para realizar estos ensayos, aunque los equipos y metodología de trabajo de registro son similares en las empresas de Servicios de Geofísica, era Prakla Seismos GmbH a través de su filial, Española de Sísmica, la que parecía más idónea, en base a consideraciones diversas como, una mayor experiencia en este campo, calidad de los equipos, sistemas de procesado avanzados, metodología de registro que hace posible el reprocesado por cualquier otra compañía, agilidad de tramitación del contrato, etc.

5.6.- TOMA DE DECISION

Con las conclusiones reseñadas anteriormente, se elaboró un informe-proyecto, que se remitió al Grupo Asesor del Comité del PEN.

En dicho proyecto se recomendaba la continuación del programa de trabajo original, es decir, la denominada FASE II Experimental, tal como figura en el epígrafe 4.2.

Del estudio conjunto de este informe y después de diversas consideraciones basadas en él, y en las nuevas directrices en cuanto a transferencia de tecnología, dicho grupo asesor propuso algunas rectificaciones en el programa original, con el objeto de agilizar al máximo el proceso de transferencia de la tecnología de SISMICA EN CAPA, sobre la base de que la técnica de sísmica en capa proporciona una información cualitativa y cuantitativa fiable y útil para la planificación de labores mineras en las minas de nuestro país.

Por tanto en base a todo lo anterior y siguiendo las indicaciones del Grupo Asesor del P.E.N., se propuso una segunda fase que consistía en realizar un plan de trabajo detallado, y su correspondiente presupuesto, que responda a la fórmula técnico-económica más favorable para incorporar la tecnología de símica en capa a nuestro país.

En el curso de su elaboración estaba previsto realizar - las siguientes actividades:

. Contactos con diversos Organismos y Compañías, que permitan elaborar el abanico de posibilidades de adquisición de tecnología y por tanto seleccionar aquella(s) entidad(es) que - resulte(n) más ventajosa(s) en cuanto a una transferencia más completa, rápida, económica y continuada en las distintas etapas y especialidades que conlleva.

. Información exhaustiva, de precios de cada uno de los posibles componentes de los equipos de registro, del coste de acondicionamiento de los mismos para realizar este tipo de trabajos de acuerdo con el reglamento minero de nuestro país, de sus condiciones de mantenimiento, plazos de entrega, etc.

. Información exhaustiva sobre las fórmulas de adquisición de paquetes de procesado adecuados, contemplando todas las posibilidades en cuanto a su versatilidad, su compatibilidad e incorporación de mejoras a los mismos.

. Todo lo anterior implicará una serie de actividades tanto en territorio nacional como en el extranjero difíciles de desglosar, en el momento de la realización del plan de trabajo.

. Síntesis y valoración de todo lo anterior, y por último

elaboración del proyecto de detalle.

Dicho proyecto denominado ELABORACION DEL PRESUPUESTO DE DETALLE PARA LA INCORPORACION DE LA TECNICA DE SISMICA EN CAPAS, fué aprobado por el Comité del P.E.N. de Abril de 1.984.

Con esto quedaba cerrada la FASE I, denominada INFORMATIVA del proyecto original denominado GEOFISICA EN CAPAS.