

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
COMISARIA DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

ESTUDIO GEOMECANICO DE LAS PIZARRAS BITUMINOSAS
DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)

TOMO 0

Diciembre de 1983



ESTUDIO GEOMECANICO DE LAS PIZARRAS BITUMINOSAS
DE PUERTOLLANO (CIUDAD REAL)

El presente trabajo constituye una aportación al estudio de los factores geológicos , geomecánicos y de estabilidad que deben considerarse en una gran explotación por minería de superficie como la iniciada en Puertollano por ENCASUR y a los que se suman problemas de impacto ambiental, subsidencia urbana, drenaje, etc.

Se ha partido de una recopilación de la información dispersa en diversos trabajos anteriores, sintetizando los datos de mayor interés para este Estudio.

Las principales conclusiones pueden resumirse en la forma siguiente:

- La cuenca carbonífera de Puertollano presenta una disposición en cubeta cerrada de unos 12 km de longitud y 3,5 km de anchura máxima, con estructura general de sinclinorio de dirección aproximada E-O.

En la mitad occidental, la cubeta se desdobra en dos sinclinales (óvalo Norte y óvalo Sur) separados por un anticlinal fallado por donde se extruyeron episodios volcánicos y cuyo eje sufre una inmersión, desapareciendo sus efectos hacia el oeste dando como resultado un sólo sinclinal, que por emersión del mismo, se atenúa hacia el oeste.

En el tramo Este predominan las fracturas de borde con saltos importantes, mientras que en el tramo Oeste, la cubeta está atravesada por numerosas fallas de pequeño salto.

Toda la cubeta se encuentra recubierta por sedimentos Miocenos y Pliocuaternarios cuya potencia máxima se sitúa en torno a los 18 m. Por debajo se encuentra el Carbonífero formado por pizarras y areniscas fundamentalmente, entre las que se intercalan diversas capas de carbón (0,1 , 1 bis, 2 , 3 4, 5) y cuyos espesores varían entre 0,80 m en la capa 4ª y 5 m en la capa 1ª. Entre la capa 4ª y la capa 5ª se disponen hasta tres horizontes de pizarras bituminosas de espesores variables (horizontes A,B, C) entre pocos decímetros y 8 m con intercalaciones lutíticas.

- Como características hidrogeológicas del área cabe destacar que el recubrimiento Mioceno y Pliocuaternario es capaz de retener agua dando lugar a un acuífero colgado. Por debajo de aquel se almacena agua debido a la disposición geológico-estructural de la cubeta que induce recargas casi constantes.- El agua queda almacenada, siendo difícil su salida de una forma natural; como consecuencia los aportes por infiltración directa son superiores a las pérdidas y los niveles freáticos aumentan.

Es de destacar la gran cantidad de agua almacenada en explotaciones y minados antiguos que pudieran dar lugar a sobrepresiones localizadas en el entorno de los taludes al ir avanzando y profundizando la corta.

El volumen de agua caído en la cubeta en un año hidrológico considerado normal, asciende a 1-2 Hm³;

cabe destacar también la pérdida por infiltración de unos 65 l/sg en el tramo medio del río Ojailén. La presencia de agua en explotaciones actuales a cielo abierto es observable sobre todo, en las capas de carbón que actúan como niveles menos permeables frente a los semipermeables suprayacentes. Por otra parte se producen rezumes en zonas de fracturas y fallas al quedar éstas cortadas por las explotaciones.

- El área de Puertollano se puede considerar a grandes rasgos como sísmicamente estable al ser una zona cratonizada en donde no se ha localizado históricamente ningún sismo catastrófico ni en la ciudad ni en su entorno.

No obstante y a pesar de ello, se le ha asignado una intensidad máxima de grado VI debido principalmente al efecto que produjo el terremoto de Lisboa (1.755) sobre toda la península. Por otra parte, la zona de mínimos (de la línea Azores-Gibraltar) puede inducir frentes de onda que barren la península de Sursuroeste a Nornoreste con diferentes grados de intensidad según sea la distancia al foco sísmico. En nuestro caso podría llegar a ser del orden de V-VI.

- Con respecto a las inestabilidades observadas se puede afirmar que la montera Pliocuaternaria sufre deslizamientos circulares en casi todos los casos.

En taludes con buzamientos desfavorables -aun que sean bajos ($\sim 20^\circ$)- se producen corrimientos y deslizamientos planos en materiales arcillosos y plásticos. También pueden producirse deslizamientos localizados cuando las explotaciones atraviesan zonas falladas cargadas de agua.

La presencia de grietas de tracción en determinados taludes pudieran dar origen a removilizaciones y deslizamientos curvoplanares en zonas con cretas de las explotaciones.

- Para los estudios de estabilidad se ha hecho una síntesis de propiedades geomecánicas de las formaciones presentes, completadas con ensayos específicos sobre muestras tomadas en sondeos realizados expresamente para este Estudio.

En líneas generales puede indicarse que la resistencia a compresión simple de las areniscas y pizarras varía de 180 kp/cm^2 a 670 kp/cm^2 dependiendo del tamaño de grano, de 150 kp/cm^2 a 600 kp/cm^2 en las pizarras bituminosas, dependiendo de las fisuras presentes en las muestras con valores medios en ambos casos en torno a los 450 kp/cm^2 aunque las pizarras bituminosas rompen con presiones próximas a los 270 kp/cm^2 para carga normal a la estratificación.

Respecto al módulo elástico varía de 80.000 kp/cm^2 a 125.000 kp/cm^2 en las areniscas y pizarras

y de 70.000 kp/cm² a 135.000 Kp/cm² en las pizarras bituminosas, si bien considerando grandes macizos deben esperarse valores del orden del 50% de los anteriores. El módulo de Poisson varía de 0,17 a 0,28 en las areniscas y de 0,18 a 0,26 en pizarras.

La resistencia al corte viene caracterizada por ángulos de rozamiento de 30-35° en pizarras y areniscas, con cohesiones de 3 a 100 t/m², mientras que en las pizarras bituminosas el rozamiento varía de 24° a 26° y las cohesiones de 2 a 70 t/m².

Es de señalar la gran anisotropía de las formaciones pizarrosas.

- Se han estudiado las condiciones de estabilidad de distintos taludes tipo, representativos de diversas zonas de la corta y frente a situaciones muy variadas como son: Rotura general del talud con grieta de tracción en cabeza; problemas especiales en taludes de muro cuando las capas de carbón están próximas al talud; caídas de bloques definidas por la presencia de varias familias de discontinuidades; posible pandeo de estratos y, por último, rotura paralela al talud por corte en el pie.
- Los taludes finales deducidos del cálculo, con coeficientes de seguridad F = 1,20 a F = 1,30 se han comparado con los adoptados en otras cortas a nivel mundial, deduciéndose un criterio de proyecto con taludes entre 26° y 50° en función de la

profundidad de corta y la hipótesis de rotura. En líneas generales el talud medio para grandes profundidades se sitúa en torno a los 32-34°.

- En paralelo se han analizado los problemas de fluencia, fisuración, plastificación, levantamientos de fondo, etc. asociados con grandes taludes, llegando a la conclusión de que estos problemas serán mínimos si se adoptan los moderados taludes que aconsejan las condiciones de estabilidad.
- Problemas más importantes pueden esperarse de la existencia de zonas minadas, generalmente cargadas de agua. Estas zonas reducen la resistencia al pie de los taludes, llegando a afectar en un 20% al coeficiente de seguridad, según cálculos realizados. Por otro lado obligan a un drenaje al avance si se quieren evitar irrupciones en tromba al progresar las excavaciones. Se han definido unas distancias de seguridad para prevenir accidentes por esta causa.
- La influencia de los minados también puede ser importante si quedan bajo fondos de excavación o, caso más probable, si es necesario continuar en subterráneo bajo el fondo de corta. Los problemas se derivan de las grandes presiones de los rellenos superiores y de las cargas de agua. Se han hecho diversas estimaciones al respecto.
- Se ha estudiado también la posible incidencia de las grandes excavaciones sobre la producción de

sismos, llegándose a la conclusión que esta actividad debe ser moderada, aunque no despreciable, al utilizar el método de transferencia y dada la notable estabilidad tectónica de la zona.

- Como orientación se ha hecho una revisión a nivel mundial de cortas que por su geometría y naturaleza pudieran proporcionar información de interés para las explotaciones previstas en Puertollano.- En general las analogías son muy escasas, pudiendo retenerse como más ilustrativas las cortas de Westfield en Escocia y East Kootenay en Canadá.

- Por último se han analizado los fenómenos de interferencia con las zonas urbanas previstas en el Plan General de Puertollano, estudiando la deformabilidad superficial provocada por las grandes excavaciones mediante un programa de elementos finitos. Las zonas de seguridad a respetar varían de 50 a 150 m según la profundidad de corta. No obstante la actual ordenación impide por razones de espacio este tipo de explotación obligando a una minería de tipo subterráneo en la que los eventuales problemas serían de subsidencia, si bien no son de esperar grandes deformaciones en superficie.