

EL AGUA EN LA MINERIA DE LA HULLA, ESTUDIO DE UNA ZONA PILOTO

Fernández Aller, R.

ABSTRACT : In 1973 has been done a research about the water management in the coal mining area of Nalon river (Asturias coal basin in the nord of Spain). Now it is presented only a resume of such study mentioning the problematic created by the water drainage as well as the waste water from the coal preparation plants in operation during the period of the study. The most important pollutants load is generated in the coal preparation plants. The drainage waters are alkalines so the pollution generated in the river by these waters is not very important, however it must be considered the great flow produced.

RESUME : En 1973 fut réalisée une étude de gestion de qualité de l'eau provenant des activités minières dont les déblais affectent la rivière Nalon. Cette communication est seulement un résumé de ladite étude et tente de représenter la situation créée aussi bien par les eaux de drainage des mines que par les installations de préparation du charbon, en fonctionnement pendant la période d'étude. En vue des résultats, le plus grand problème est présenté par les installations de préparation du charbon, tandis que les eaux de drainage, même si elles supposaient un grand volume, n'étaient pas très contaminantes étant donné leur caractère alcalin.

RESUMEN : En 1973 se realizó un estudio de gestión de calidad del agua proveniente de las actividades mineras cuyos vertidos afectaban al río Nalón. La presente comunicación es sólo un resumen de dicho estudio y trata de reflejar la situación planteada tanto por las aguas de drenaje de mina como por los lavaderos de carbón en funcionamiento durante el período de estudio. A la vista de los resultados, el mayor problema lo presentaban los lavaderos de carbón, mientras que las aguas de drenaje, si bien suponían un gran volumen no eran muy contaminantes, dado su carácter alcalino.

Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras, S. A. (ENADIMSA)
Serrano 116, Madrid - 6 - España.

SIAMOS-78. Granada (España)

INTRODUCCION

La importancia del agua como recurso básico en el desarrollo industrial y urbano en la planificación territorial, hace necesaria una adecuada gestión de su consumo, utilización y vertido de efluentes.

Al Norte de España se encuentra la región asturiana caracterizada por su gran potencial industrial y minero, así como por su incesante evolución demográfica. En dicha región se ubica la cuenca carbonífera (hullera) más importante del país, circunstancia que viene a condicionar en gran medida sus recursos de agua.

La citada cuenca minera está formada por cuencas correspondientes a cuencas hidrográficas en su mayor parte, por lo que se seleccionó una de ellas; la Cuenca o Zona minera del Nalón, como zona piloto para el estudio de la gestión del agua en la minería de la hulla. El mencionado estudio fue realizado en y con datos relativos al periodo de Octubre (1971)-Diciembre (1972). La zona está explotada por minería subterránea y comprende nueve pozos de extracción y cuatro plantas de preparación de carbones o lavaderos, agrupados en una extensión de 26 Km².

METODOLOGIA

En las explotaciones de carbón y, en general, en la de cualquier mineral, cabe distinguir respecto al agua dos categorías de procesos, la extracción y las plantas de preparación, centrándose la problemática de los primeros en las aguas de drenaje, mientras que en las segundas la constituyen los vertidos de efluentes procedentes del flotado y lavado del mineral.

Para estas dos categorías de procesos, y mediante visitas y entrevistas, se obtuvo una detallada información sobre producción, consumos, usos del agua, caudales de agua de drenaje y diágramas de flujo de las aguas de drenaje en los pozos y de las aguas de proceso en los lavaderos, conociendo asimismo los cursos de las corrientes de agua residuales y sus puntos de vertido a los medios receptores.

Se realizaron dos campañas de toma de muestras de agua y se analizaron las características físicas y químicas determinantes de la calidad de las aguas de consumo y vertido.

CONSUMO DE AGUA

El consumo de aguas potables procedentes del sistema de distribución

SIAMOS-78. Granada (España)

se cifra en 3,5 l/persona-día, para las minas y de 12,3 l/t de carbón tratado y los costes (energía y tarifas) no presuponen ninguna incidencia económica sobre la tonelada extraída o lavada.

Los pozos de extracción del carbón precisan agua para usos industriales (maquinaria, talleres, etc.) y para servicios auxiliares (limpieza de vagones, casa de aseos, riego, etc.). En ambos casos no se necesita agua potable y por ello se utiliza, en general, aguas de río, o aguas de desagüe del propio pozo.

El consumo medio de este tipo de agua es de 0,21 m³/t de carbón, siendo los consumos máximo y mínimo de 1,75 m³/t y 0,23 m³/t, respectivamente.

De estas aguas un 62%, aproximadamente, proceden del desagüe de mina, un 36% de los ríos próximos y un 2% de pozos de agua.

En las plantas de preparación la procedencia de aguas destinadas a fines industriales proviene, en un 6% de cursos fluviales y el resto del desagüe de pozos mineros próximos a las citadas plantas. El consumo medio es de 2,8 m³/t de carbón lavado.

Cualquiera que sea su procedencia, las aguas para utilización industrial, no suponen ningún coste por pago de tarifas, pero deben considerarse los costes energéticos en aquellos casos que sea necesario bombear el agua, o por las necesidades de mantenimiento. Los citados costes tuvieron una incidencia sobre el coste de la tonelada tratada de 0,02 pts, salvo para un pozo que fue de 2,04 pts (1972).

En cuanto a la calidad de las aguas a las que hace mención este apartado, y teniendo en cuenta los usos a los que son destinadas, hay que hacer constar las diferencias existentes entre las que proceden de río y las que proceden del drenaje de las minas. Las primeras, en base a las características físicas y químicas analizadas, son aguas de muy buena calidad para utilización industrial o servicios.

Las segundas son aguas de bastante peor calidad que las anteriores, (dureza media de 42°f, contenido medio de sólidos disueltos de 71,4 mg/l, y un contenido de 100 mg/l, 55 mg/l y 4,9 mg/l en calcio, magnesio y sílice, respectivamente). El uso de este tipo de aguas en compresores, refrigeradores, calderas de vapor, etc. presenta graves inconvenientes dado que, por las condiciones de presión y temperatura a las que trabajan estas máquinas térmicas, se producen en ellas arrastres de partículas sólidas, incrustaciones y depósitos que alteran su correcto funcionamiento y que incluso pueden producir graves perjuicios en los pozos, si llegado el caso tales alteraciones produjeran una avería graves (parada del compresor, por ejemplo).

En las plantas de preparación la importancia del uso del agua radica en que interviene directamente en el procesado de lavado de carbón. Si

SIAMOS-78. Granada (España)

TABLA Nº 1

VALORES MEDIO, MÁXIMO Y MÍNIMO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGUAS DE CONSUMO DE LOS PUEBLOS RIBERAS Y LAZAROS DE CÁDIZ (I)

Tipo de Agua	POTABLES						PARA UTILIZACIÓN INDUSTRIAL O ZEBRILES					
	VALOR MEDIO		VALOR MÁXIMO		VALOR MÍNIMO		VALOR MEDIO		VALOR MÁXIMO		VALOR MÍNIMO	
	UNIDAD	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO	UNIDAD	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO	VALOR MÍNIMO	
Temperatura	° C	17,3	12	4	6,2	10	5	13,1	22	9	9	
Conductividad	µmhos/cm	156	837	125	192	265	150	1,115	1,475	69	69	
Resistividad a 20 ° C	cm/cm	6,432,3	6,468,6	811,6	4,337,3	5,294,7	1,269,0	793,9	1,489,4	553,8	553,8	
pH	-	7,5	8	7	8,1	8,3	7,5	7,6	7,9	7,4	7,4	
Dureza	° F	8,7	87,7	5,9	12,1	16,7	10,5	62,7	65,6	29,1	29,1	
Turbidez	mg/l de SiO ₂	1,1	6,6	0,3	1,6	4,3	0,5	-	-	-	-	
Porcentaje de Sólidos	mg/l	139	973	93	100	207	135	854	1,467	201	201	
Coloración a 100 ° C	mg/l	-	-	-	-	-	-	21,5	171,7	44	44	
Coloración en suspensión a 100 ° C	mg/l	-	-	-	-	-	-	68,5	104,2	41,7	41,7	
Coloración en suspensión a 20 ° C	mg/l	-	-	-	-	-	-	106	639	59	59	
SiO ₂	mg/l	10	461	10	29	81	14	29,5	28	21	21	
Cl	mg/l	-	-	-	-	-	-	100	150	49	49	
Ca	mg/l	20	120	27	35	48	30	55	134	33	33	
Mg	mg/l	4	29	1	7,5	17	5	6,16	6,17	0,10	0,10	
Fe (total)	mg/l	-	-	-	-	-	-	0,10	-	-	-	
Mn	mg/l	-	-	-	-	-	-	1,25	-	-	-	
Al	mg/l	-	-	-	-	-	-	6,9	7,6	3,7	3,7	
SiO ₃	mg/l	6,7	6,5	3,7	2,9	6,9	1,6	3,7	6	1,6	1,6	
Sulfatos orgánicos	mg/l de S ₂	1,9	11	1,2	1,8	690,0	1,2	2,9	6,6	0,98	0,98	
Nitrosos	mg/l	2,1	12,5	1,0	1,7	7,8	0,5	6,03	6,6	0,5	0,5	
Nitrosos	mg/l	6,01	6,603	0	0,06	0,615	0	6,03	6,603	0	0	
N ₂ amoniacal	mg/l	0,793	6,500	0,130	1,301	6,625	0	1,06	2,36	6,940	6,940	

SIAMOS-78. Granada (España)

bien no existe una normativa específica que fije la calidad de las aguas en relación con la eficacia del proceso, las aguas de drenaje por su elevada dureza y contenido en sólidos en suspensión no resultan idóneas, siendo por ello aconsejable utilizar las aguas de los ríos a cuyas márgenes se encuentran ubicadas las plantas, después de un proceso de sedimentación (ver tabla nº 1).

AGUAS DE DRENAJE

Las aguas de drenaje constituyen en las minas el capítulo más importante debido a dos razones fundamentales:

- El volumen drenado ascendió a 25 Hm³, lo que significa un volumen importante de agua, en su concepto de recurso hídrico.
- Bajo el punto de vista minero, estas aguas son un factor negativo en la explotación, precisándose para su eliminación: construcción de zanjas y canales, instalaciones de bombeo, personal de control y mantenimiento, todo lo cual se traduce en costes que gravan la producción

a) Aspectos hidrogeológicos

Atendiendo a las características del terreno y dado el sistema de explotación subterránea de estas minas cabe hacerse tres preguntas respecto a estas aguas:

- ¿Cuál es la procedencia de estas aguas en el interior de las minas?, ¿Cuáles son las características de su circulación en el terreno? ¿Cuál es su mecanismo hidrogeológico?.

Por lo que respecta a la hidrogeología de la zona, dadas las características poco permeables de las formaciones que en ella afloran, se puede asegurar la inexistencia de ningún acuífero importante en la misma.

Sin embargo aunque no existan formaciones litológicas permeables que puedan dar lugar a acuíferos en el sentido hidrogeológico de esta palabra, los pozos mineros constituyen verdaderos acuíferos con características muy similares en su estructura, aunque no en su desarrollo a los acuíferos de tipo Kárstico.

La explotación de una mina de carbón en el subsuelo precisa en cualquier caso, bien sea mediante socavón en ladera de montaña bien mediante pozos de extracción, el ir abriendo continuamente nuevos frentes a través de talleres de explotación y construir asimismo galerías y transversales, necesarios para el transporte y los servicios a diferentes profundidades o plantas según el ritmo de la explotación.

Estas construcciones subterráneas y la extracción continua del carbón y de la roca van dejando oquedades más o menos grandes.

Los frentes ya explotados son rellenados de nuevo, mediante relleno

SIAMOS-78. Granada (España)

o hundimiento en un periodo de tiempo variable según el sistema de explotación seguido en las labores mineras.

La zona que nos ocupa, el Valle del Nalón, y en general toda la cuenca carbonífera asturiana, está formada por materiales paleozoicos, que debido a los movimientos tectónicos hercinianos y posteriores está fuertemente plegada tanto en dirección NO-SE como NE-SO, siendo pre dominante la primera a causa de la citada tectónica herciniana.

Estos plegamientos han producido en las formaciones fracturas más o menos grandes y en ocasiones deslizamientos y fallas importantes, que han creado en los materiales una permeabilidad secundaria en mayor o menor grado que permite la infiltración del agua en el subsuelo a través de los terrenos de cobertura.

Partiendo de un terreno de estas características las explotaciones de carbón, según la forma someramente descrita anteriormente, alteran el subsuelo no sólo mecánicamente sino también hidrogeológicamente, ya que en los minados explotados, rellenos o hundidos, se produce un considerable aumento de la permeabilidad y de la capacidad de almacenamiento de agua, así como la infiltración a partir del suelo, bien sea a través de fracturas preexistentes o provocadas por la explotación si ésta no es demasiado profunda.

Tenemos así una superficie más o menos alterada por la que se infiltra el agua a través de las fracturas; unos minados explotados por los que el agua circula con velocidad variable, y la explotación propiamente dicha, formada por una serie de plantas de labores a profundidades diferentes y comunicadas por los frentes de avance según el sistema de explotación, es decir, tenemos tanto en sentido horizontal como en sentido vertical, un gran número de oquedades comunicadas entre sí y por las que el agua circula con gran rapidez.

Buena muestra de ello es que las aguas de la planta primera de las explotaciones son por lo general aguas poco turbias que han sido recolectadas después de una infiltración producida en los terrenos de cobertura o de los minados hundidos y compactados sin haber tenido tiempo de producir arrastres de sólidos.

Sin embargo, y a medida que se va profundizando y el agua va circulando por las labores a los minados recientes, aún sin compactar suficientemente, se observa un aumento considerable del contenido en sólidos.

El aumento que se aprecia en el contenido en sales disueltas con la profundidad, viene asimismo a demostrar la existencia de agua de velocidad lenta que permiten la solubilización de las sales del terreno.

Aun cuando el aumento del contenido en sólidos en suspensión pudiera

SIAMOS-78. Granada (España)

justificarse por el aumento producido en la conducción del agua por las galerías, y por tanto pensar que todas las aguas son de velocidad lenta no se justifica, por el contrario, dada la naturaleza geológica de los terrenos que se encuentran en la zona, ni los caudales desagüados, ni la correspondencia existente entre las puntas de precipitación y las puntas de caudal, cuyo desfase es del orden de uno a cinco días.

Todo lo anterior nos lleva a la deducción de que existen en la mina, aguas de velocidad lenta que circulan a través del terreno inalterado y aguas de velocidad rápida que transcurren a través del terreno alterado.

b) Aspectos cuantitativos y cualitativos

El volumen de agua drenada supone 10 m^3 por tonelada de carbón extraído y el caudal medio desagüado por todos los pozos estudiados, se cifra en $0,8 \text{ m}^3/\text{sg}$, siendo el máximo $1,3 \text{ m}^3/\text{sg}$. El caudal máximo por pozo (considerando la media anual), fue de $0,153 \text{ m}^3/\text{sg}$, oscilando en el resto de los mismos entre $0,042 \text{ m}^3/\text{sg}$ y $0,099 \text{ m}^3/\text{sg}$. Hay que tener en cuenta que las variaciones de caudal son considerables de unas épocas a otras, así para uno de los pozos pudo establecerse entre $0,267 \text{ m}^3/\text{sg}$ en Mayo y $0,070 \text{ m}^3/\text{sg}$ en Septiembre, es decir en una relación de 4 a 1.

Sin contar con la amortización de las instalaciones de bombeo, canales, tuberías, etc., los costes de estas aguas son imputables al consumo energético producido por las bombas y a los costes del personal bombero.

El consumo energético evaluado para el periodo considerado de $31.087.920 \text{ Kwh}$, lo que representa un consumo de $1,18 \text{ Kwh}$ por m^3 de agua desaguada.

Los costes del personal bombero ascendieron a $11.664.000 \text{ pts}$, es decir un 27% del coste total, que fue de $42.752.000 \text{ pts}$ (costes de 1972).

El coste del m^3 de agua desaguada fue en dicho periodo de $1,62 \text{ pts}$ y el coste por tonelada de carbón fue, de acuerdo con lo expuesto, de unas $16,3 \text{ pts}$.

Hay que reseñar que el coste que implica el desagüe, supone un 94,91% del coste total que ocasiona el agua en los pozos estudiados.

Los análisis de las muestras tomadas de estas aguas (tabla nº 2) indican:

- 1º) El contenido en sales disueltas es bastante alto (media de $1.199 \mu \text{ l}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) y aunque por este concepto su calidad es mediocre, son perfectamente utilizables

Tabla No. 2

Valores medios, estándares y coeficientes de variación de las características físicas y químicas de las aguas de Abasco y de las aguas de vertido de los pozos ciegos y letrados de corda

Característica	VALORES DE PUNTO LÍMITE			VALORES DE COEFICIENTES DE VARIACIÓN		
	Valor medio	Valor máximo	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo	Valor mínimo
Temperatura	22	34	17,7	10,2	16,2	6,3
Conductividad	1.189	1.575	1.242	82	1275	27
Acidez total a 20 °C	178,7	1.240,5	67,5	555,3	2.215,6	163,2
pH	7,7	8,2	7,9	7,5	8,3	7,5
Acidez libre a 10 °C	91,6	55,6	91,6	26,9	21,6	6,7
Alcalinidad a 20 °C	903	1.277	976	673	1.087	526
Alcalinidad a 10 °C	64,9	171,7	35,5	37,5	87,253	86,1
Alcalinidad a 20 °C	55,7	104,7	49,5	77,3	51,676	575
Alcalinidad a 10 °C	757	139	726,8	75	54	775
Cloruros	26,7	36	27,4	16	2	15
Sulfatos	1.34	358	85,7	36	14	15
Sólidos totales	62,3	61	62	25	28	6
Sólidos disueltos	1,36	1,36	1,11	1,10	1,65	1,16
Sólidos suspendidos	1,47	1,36	1,11	1,10	1,10	1,10
Calcio	1,47	2,56	1,05	1,25	6,75	1,20
Magnesio	5,7	1,8	5,3	3,7	9,7	1,6
Carbonato cálcico	5,1	6	3,5	1,2	3,008	2,6
Carbonato magnesio	2,2	5,6	1,9	1,5	3,9	1,5
Carbonato total	1,971	1,143	1,16	1,065	9,157	1,525
Carbonato equivalente a CaCO ₃	1,446	1,143	1,049	1,120	6,568	2,300
Carbonato equivalente a MgCO ₃	0	0	0	0	279,9	2,6
Carbonato equivalente a CaCO ₃	0	0	0	0	6,196	1,609

SIAMOS-78. Granada (España)

- 2°) Su dureza es en general alta (media de 47,6°F), lo que las define asimismo de calidad mediocre, en cuanto a sus posibles usos, como ya hemos comentado en el anterior apartado. La dureza de estas aguas en algunos pozos las hace totalmente impropias para cualquier uso.
- 3°) El contenido en sólidos en suspensión, es contrariamente a lo que se podía suponer bastante bajo, siendo la media de éste, de 64,9 mg/l; (hasta un contenido de 70 mg/l las aguas pueden calificarse, en este sentido, como aceptables). Sólo en un pozo esta cantidad se rebasa llegando a 121,7 mg/l.
- 4°) Si bien en general el contenido en sulfatos es bajo (media de 150 mg/l) esta cifra se rebasa ampliamente en varios pozos, no pudiendo por ello establecer una característica común. Hay que tener en cuenta que por encima de los 100 mg/l de contenido en sulfatos, las aguas favorecen la corrosión y que en la mayoría de los usos industriales, el contenido de éstos debe estar comprendido entre 60 y 200 mg/l.
- 5°) Como se deduce de la elevada dureza de estas aguas, los contenidos en calcio y magnesio son también altos, lo que tiene el gran inconveniente de que por esta causa se produzcan depósitos en los circuitos de refrigeración.
- 6°) A partir de 3 mg/l de O₂ de valor al permanganato (materias orgánicas), las aguas pueden calificarse como dudosas, es decir, posiblemente afectadas por una contaminación de origen orgánico. En general esta cifra se supera con creces, llegando a valorarse de 5 ó 6 mg/l de O₂, que son ya signo inequívoco de este tipo de contaminación, a mayor abundamiento, los contenidos en nitritos y amoníaco (en N) con un valor medio de 0,021 mg/l y 0,64 mg/l - respectivamente, refuerzan esta teoría.

Como conclusión podemos definir las aguas de desagüe con respecto a su calidad química, como aguas de mediocre calidad para la mayoría de los posibles usos y afectadas de una ligera contaminación de origen orgánico.

VERTIDO DE AGUAS

a) Pozos de extracción

El volumen anual de aguas vertido a los emisarios por los pozos es de 26,5 Hm³, de los que 90% proceden de las aguas de desagüe, correspondiendo el 10% restante a las aguas residuales de origen doméstico o industrial.

Cada pozo tiene un sistema de vertido diferente; mezclando, por lo general, aguas de diversa procedencia, si bien en la mayoría de ellos, las aguas de desagüe son vertidas de forma separada.

SIAMOS-78. Granada (España)

El caudal medio de vertido para todos los pozos de la zona es de 0,837 m³/sg, este acudal varía considerablemente (teniendo en cuenta la incidencia de las aguas de desagüe) de unas épocas a otras, así mientras en el mes de Mayo el caudal medio total fué de 1,255 m³/sg, aproximadamente, en el mes de Septiembre éste descendió a 0,485 m³/sg.

Las características físicas y químicas de las aguas vertidas son sensiblemente iguales a las de las aguas de desagüe (ver tabla n° 2), si bien se observa en sus valores medios una ligera disminución de su conductividad y contenido en sales, debido a un cierto grado de dilución al mezclarse dichas aguas con otras de menor contenido en sales, y un aumento en materia orgánica, nitritos, N₂ amoniacal y N₂ orgánico, debido a aporte de aguas residuales de origen fecal.

Considerando unicamente los vertidos causados por las aguas de desagüe y sus características químicas, se ha confeccionado la tabla n° 3, en la que figura estimativamente la carga anual vertida.

b) Plantas de preparación

El empleo de agua en las diversas etapas de tratamiento y según los diferentes esquemas o procesos de éstos, precisa de la utilización de un número elevado de aditivos y en cantidades considerables, tal es el caso de la magnetita, utilizada en el proceso de separación por líquidos densos (entre 445 y 590 t/año en algunos lavaderos); de diversos reactivos o creosota, en el tratamiento de finos de flotación, floculantes utilizados en los filtros, etc.

Todos estos aditivos introducen en las aguas, a lo largo de todo el proceso, una gran cantidad de agentes contaminantes difíciles de determinar en la mayoría de los casos por la naturaleza química y comercial de los citados aditivos.

Los efluentes vertidos provienen principalmente de los reboses de esteriles y flotación, así como de las balsas de decantación de finos y esteriles, observándose que en el primer caso el contenido de fenoles y sólidos en suspensión es, aproximadamente, un 50% mayor que en el segundo.

Las plantas de preparación de carbones estudiadas trabajan en circuito abierto; todas ellas reciclan parte del agua, pero aún así los volúmenes de agua aportados y vertidos son sensiblemente iguales. El volumen medio anual de vertido fué de 4 Hm³.

En la tabla n° 2 figuran las características físicas y químicas de estas aguas y en la tabla n° 3 los datos de cargas de contaminantes estimadas, vertidas a los medios receptores.

El perjuicio del vertido de estas aguas es doble, ya que de una parte se contaminan en gran medida los medios receptores, mientras que por otra parte, en el aspecto productivo, las toneladas vertidas de

SIAMOS-78. Granada (España)

TABLA 19 3				
CARGA MEDIA ANUAL VERTIDA (1972) A LOS EFISANTES POR LOS POZOS MINEROS Y LAVADEROS DE CARBON				
CARACTERISTICA	UNIDAD	POZOS MINEROS	LAVADEROS DE CARBON	TOTALES
Sólidos en suspensión	t	1.334	129.370	130.704
Sulfatos	t	7.340	1.466	9.306
Cloruros	t	597	111	708
Calcio	t	2.356	202	2.558
Magnesio	t	1.109	06	1.205
Hierro (total)	Kg	2.906	985	3.991
Manganeso	Kg	2.377	369	2.746
Aluminio	t	19	10	59
Silicio	t	140	19	159
Materia orgánicas	t de O ₂	103	7.012	8.115
Nitratos	t	50	7	57
Nitritos	Kg	396	336	732
ii ₂ amoniacal	t	26,5	17	43,5
ii ₂ orgánico	t		612	
Fenoles	Kg		394	

SIAMOS-78. Granada (España)

sólidos suponen un 6,2% del tonelaje bruto de carbón tratado y un 11,45% del tonelaje de carbón lavado, estimándose que de los citados sólidos un 32% son finos de carbón.

COSTES DEL AGUA

El coste total ocasionado por la gestión del agua en los pozos de la Zona del Nalón, ascendió a 45.000.000 pts (refiriendo todos los datos al año 1972), lo que implica una incidencia sobre la tonelada de carbón extraído de 0,30 \$. El coste producido por el consumo energético ocasionado por el agua, fue para el mismo periodo de un 71% del coste total.

Por lo que respecta a los pozos, en particular, el coste del agua osciló entre 7.500.000 y 1.440.000 pts por año y pozo, siendo, aproximadamente, de 5.000.000 pts el coste medio.

Por tonelada de carbón extraído el coste del agua varía asimismo considerablemente, así mientras dicho coste fue para unos pozos de 9 pts para otros lo fue de 29 pts, según las diferentes circunstancias implicadas en cada caso.

El coste que supuso las aguas del desagüe fue por término medio, un 97,2% del coste total del agua.

Por lo que se refiere a los lavaderos el coste fue tan sólo del 4% de los costes del agua en toda la zona, y el coste de agua por tonelada tratada en éstos descendió a 1,20 pts y considerando el total de costes 40 pts.

POSIBLES PLANTEAMIENTOS EN LA PLANIFICACION DEL AGUA EN LA CUENCA MINERA

A la vista de los resultados del estudio del agua efectuado en los anteriores apartados, se puede llegar a establecer una serie de condiciones y alternativas de modo general:

La problemática actual del agua en las cuencas hulleras presenta tres características primordiales:

- 1º) Un gran volumen de aguas excedentes, procedentes del drenaje en el interior de las minas.
- 2º) Aguas de aporte para usos netamente industriales, de mala calidad, cuando éstas provienen de las aguas de desagüe.
- 3º) Un considerable volumen de aguas de vertido, muy contaminadas en el caso de proceder a los lavaderos de carbón y ligeramente contaminadas si proceden de los pozos, pero que en su conjunto alteran gravemente los medios fluviales.

Las posibles soluciones técnicas que pueden arbitrarse para optimizar la gestión del agua, son de varios tipos y su elección vendrá rela-

SIAMOS-78. Granada (España)

cionada principalmente por factores socio-económicos y medio-ambientales.

En líneas generales y a modo de una posible alternativa técnica podría establecerse:

- a) Eliminación de sólidos mediante decantación y reducción de dureza por un proceso de ablandamiento, para la utilización de aguas de drenaje en usos industriales.
- b) Plantas de preparación de carbones con funcionamiento en circuito cerrado y tratamiento mecánico y físico-químico de los efluentes residuales.

A este respecto, hay que hacer constar que en la zona minera estudiada ya se ha construido un lavadero con circuito cerrado de aguas que irá sustituyendo a las actualmente en funcionamiento, con lo que el problema quedará en gran parte solucionado.

De otra parte y dado que los pozos de extracción y lavaderos se encuentran agrupados en un área de extensión reducida, pueden establecerse alternativas conjuntas, que si bien encarezcan los costes de conducciones y de bombeo en su caso, reducirán en gran medida los costes de instalación y mantenimiento de las necesarias plantas de tratamiento de agua.

El autor del presente trabajo agradece al Instituto Nacional de Industria y a la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A., las facilidades concedidas para la elaboración del mismo.