



**“CARACTERIZACIÓN GEOQUÍMICA Y COMPORTAMIENTO
AMBIENTAL DE BALSAS DE LODOS MINEROS EN DIFERENTES
AMBIENTES”.**

INFORME FINAL

**DOCUMENTO Nº VI. CARACTERIZACIÓN
GEOQUÍMICA Y AMBIENTAL DEL DEPÓSITO DE
LODOS MINEROS REPRESA III (0938-8-0004), EN
ZARANDAS-NAYA, (NERVA-EL CAMPILLO, HUELVA).**



INDICE DEL DOCUMENTO N° VI

1. <u>LOCALIZACIÓN Y ACCESO</u>	1
2. <u>DESCRIPCIÓN DEL MEDIO</u>	3
2.1. GEOLOGÍA	3
2.2. RELIEVE E HIDROLOGÍA	7
2.3. CLIMA	9
2.3.1. <u>Selección de los observatorios</u>	9
2.3.2. <u>Elementos climáticos térmicos</u>	10
2.3.2.1. Temperaturas medias mensuales y estacionales	10
2.3.2.2. Periodo cálido	10
2.3.2.3. Periodo frío, heladas	11
2.3.2.4. Continentalidad. Índice de Gorczyński	11
2.3.3. <u>Elementos climáticos hídricos</u>	12
2.3.3.1. Precipitaciones mensuales y estacionales	12
2.3.3.2. Evapotranspiración potencial mensual y estacional	13
2.3.3.3. Balance hídrico	13
2.3.4. <u>Índices y clasificaciones climáticas</u>	15
2.3.4.1. Índice de aridez de De Martonne	15
2.3.4.2. Índice de aridez de la UNESCO	15
2.3.4.3. Clasificación climática de Thorthwaite	17
2.3.4.4. Clasificación bioclimática de Rivas Martínez	17
2.4. SUELOS	19
2.5. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO	22
3. <u>EXPLOTACIÓN MINERA</u>	23
4. <u>DESCRIPCIÓN DEL DEPÓSITO DE RESIDUOS</u>	25
5. <u>DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS</u>	30
6. <u>RESULTADOS</u>	37
6.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICA	37
6.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA	41



6.2.1. <u>pH, azufre y Contabilidad Ácido-Base</u>	41
6.2.2. <u>Elementos medidos en extracciones secuenciales</u>	44
6.2.3. <u>Análisis ambiental del depósito</u>	48
6.3 CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA	50
7. <u>CONCLUSIONES</u>	51
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	53
ANEXO I. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO	57



1. LOCALIZACIÓN Y ACCESO

La división más aceptada de la franja central de la provincia de Huelva distingue dos comarcas: el Andévalo Occidental y el Andévalo Oriental o Cuenca Minera. Desde el punto de vista del relieve y la vegetación original, ambas comarcas son muy semejantes, si no fuera por la extraordinaria impronta que los paisajes mineros han dejado en la Cuenca Minera, justificando su diferenciación. El depósito de lodos objeto de estudio, denominado Represa III, se sitúa en la zona oriental de la misma, a unos dos kilómetros y medio al sur tanto de Minas de Riotinto como de Nerva (hoja 938-IV a escala 1:25.000 del IGN), a caballo entre los términos municipales de El Campillo y Nerva. En la **figura 1** se aprecia la situación del depósito de lodos estudiado y de las poblaciones más cercanas, y en la **figura 2** se observa con mayor detalle la distribución de las diferentes estructuras mineras y el entorno inmediato.

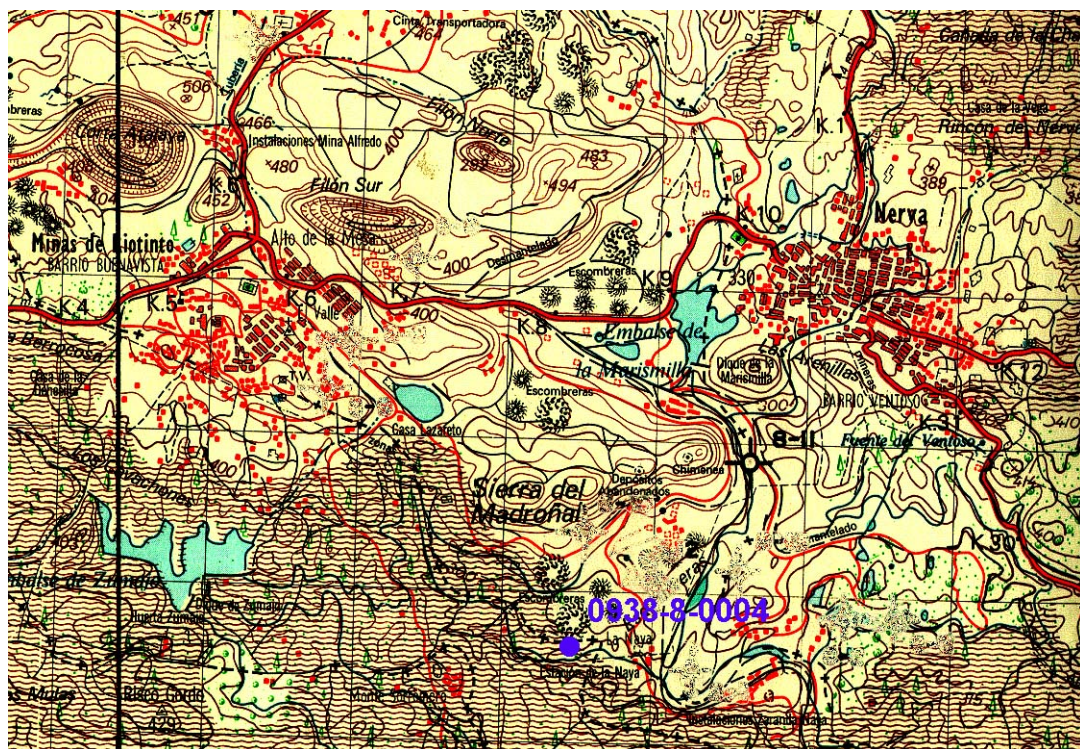


Figura 1. Situación del depósito de lodos de la zona de Zarandas-Naya, marcada con un punto sobre la cartografía 1:50.000 (hoja 938) del Servicio Geográfico del Ejército (la escala está algo modificada por el ajuste de la imagen al texto). La referencia numérica es la de “Actualización y ampliación del inventario nacional de depósitos de lodos en procesos de tratamiento de industrias extractivas”.



Figura 2. Ortoimagen centrada aproximadamente en el depósito de lodos de Represa III. Extraída a partir del ortofotomapa E5 0938-10-06 (vuelo de 1998) de la Dirección General del Catastro.



El acceso a la estructura puede hacerse saliendo desde la carretera A-476 —la cual se dirige desde la SE-315 hasta Minas de Riotinto—, existiendo dos lugares igualmente válidos para ello, situados aproximadamente en los puntos kilométricos 26'4 ó 28'2 de dicha carretera. En el km 26'4 se toma la carretera HV-5016 en dirección sur. En el otro punto se toma una pista asfaltada en mal estado en dirección a las Zarandas que termina juntándose con la anteriormente mencionada HV-5016. Desde donde ambas se juntan se vislumbra el paisaje profundamente alterado de la zona conocida como Zarandas-Naya, en terrenos actualmente gestionados por la Fundación Río Tinto. En determinado momento es necesario abandonar la pistas asfaltadas y seguir pistas o terrenos en muy mal estado, ya sea hacia un viejo cementerio o atravesando la denominada Represa I-II hasta su extremo más noroccidental. El acceso en coche hasta llegar a rodar sobre el propio depósito sólo es posible por una pista de tierra en muy mal estado que desciende desde el punto más noroccidental de la denominada Represa I-II.

2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO NATURAL EN EL ENTORNO

2.1 GEOLOGÍA

La Zona Sud-Portuguesa representa la zona externa meridional del Macizo Ibérico. En Andalucía ocupa la parte central de la provincia de Huelva, y se prolonga hasta la provincia de Sevilla. El contacto entre ella y la Zona de Ossa Morena es una importante sutura de la Cadena Hercínica Europea, marcada por las anfibolitas de Acebuches. Según Mantero *et al.*(2007), el llamado Dominio Septentrional de la Zona Sudportuguesa está constituido en su sector oriental por la Formación Pulo do Lobo del Devónico inferior a medio (Carvalho *et al.*, 1976) y los materiales discordantes de la Formación Ferreira-Ficalho, de edad mínima Frasnense inferior (Carvalho *et al.*, 1999). En el sector oriental intruyen cuerpos plutónicos de edad Carbonífero inferior (Barrie *et al.*, 2002).

La Zona Sudportuguesa (ZSP) es, por tanto, la unidad más meridional del segmento Ibérico del Macizo Hercínico o Varisco. Se ha descrito como un terreno exótico



acrecentado al autóctono ibérico como un cinturón de pliegues y cabalgamientos de vergencia suroeste (Silva *et al.*, 1990; Quesada, 1998) y con un grado metamórfico bajo. El desarrollo de cuencas de tipo *pull-apart* durante las etapas más tempranas de la colisión oblicua facilitó el ascenso de un vulcanismo predominantemente dacítico con proporciones más accesorias de basalto, riolita y andesita a unas subcuencas, con depósitos pizarrosos y de rocas químicas, como jaspe y sulfuros masivos (Mellado *et al.*, 2006). La Faja Pirítica Ibérica —identificada como Dominio Central de la Zona Sudportuguesa por Mantero *et al.* (2007)— es una banda de más de 250 km de largo y 75 km de anchura máxima, donde se han localizado más de 80 yacimientos de sulfuros masivos y más de 300 de manganeso. Desde un punto de vista estratigráfico, la Faja Pirítica presenta rocas sedimentarias e ígneas de edad Devónico Superior–Carbonífero. La secuencia general para toda la Faja Pirítica Ibérica es simple y bien conocida, aunque las edades y evolución lateral de las tres unidades principales aún plantean algunos enigmas. Se pueden diferenciar tres unidades litoestratigráficas, que de muro a techo, son: el Grupo de Filitas y Cuarcitas (Grupo PQ), el Complejo Volcano-Sedimentario (CVS) y el Grupo Culm (Schermerhorn, 1971). En este periodo los ambientes evolucionan desde una plataforma estable (Grupo PQ) hasta una cuenca antepaís sinorogénica, con la deposición del flysch (Grupo Culm) en un surco que se desplaza hacia el sur siguiendo el avance de la orogenia Hercínica (Silva *et al.*, 1990; Quesada, 1998). El Complejo Volcano-Sedimentario, es especialmente variado, con abundantes cambios laterales de litologías y facies, no existiendo niveles-guía estratigráficos que ayuden a identificar la estructura geológica. Tradicionalmente se ha reconocido que los principales yacimientos de sulfuros masivos o complejos y de manganeso de la Faja Pirítica Ibérica están asociados al llamado vulcanismo ácido primero del CVS, al que se le atribuye una edad Tournaisiense-Viseense Inferior a Medio.

A grandes rasgos, parece haber dos estilos de sulfuros masivos en la Faja Pirítica (Leistel *et al.*, 1998; Tornos, 2006). En IGME (1982) se describían las rocas encajantes de la parte norte de la Faja Pirítica como tobas ácidas esquistasas de grano medio muy silificadas. En trabajos más recientes, en los que se realizó una reinterpretación de las cartografías existentes dando un gran peso al análisis de facies volcánicas, se afirma que



en la zona norte, en la que dominan las rocas volcánicas, los sulfuros encajan en niveles volcanoclásticos o epiclásticos y se interpretan como producto del remplazamiento de rocas volcánicas. Por el contrario, en la zona sur, los sulfuros parecen ser exhalativos en el fondo marino y encajan predominantemente en pizarras (IGME, 2007). Además, la zona norte alberga cuerpos de sulfuros (Aguas Teñidas, San Telmo, Cueva de la Mora, San Platón, etc.) que se caracterizan por un notable incremento en metales base, en comparación con los depósitos equivalentes de la zona sur (Conde y Tornos, 2007).

Las unidades estratigráficas definidas en el área de Río Tinto corresponden a materiales del CVS y Grupo Culm, no habiéndose observado los materiales del grupo PQ. La mina de Río Tinto está situada dentro de una amplia estructura, con materiales del Grupo Culm en su núcleo, tradicionalmente denominada Sinforme de Río Tinto (ver **figura 3**). Dentro de ella existe un domo antiformal elongado que permite el afloramiento de los materiales infrayacentes del CVS, incluyendo los grandes cuerpos de sulfuros masivos y el *stockwork* asociado. La cartografía estructural de este domo revela una importante complejidad, con dos unidades principales separadas por una importante estructura de despegue tectónico que está plegada con vergencia al sur. Los pliegues principales que forma este despegue son el Antiforme de Cerro Colorado y el Sinforme de Corta Atalaya, visibles en las cortas mineras homónimas. La unidad inferior está constituida por materiales del CVS apilados en un sistema de unidades tectónicamente imbricadas vergentes al Sur, que incluyen la mineralización. En efecto, dentro del CVS se han distinguido dos unidades principales: Unidad Máfico-siliciclástica (formada por intercalaciones de pizarras, basaltos y niveles volcanoclásticos) y Unidad Félsica (formada por una sucesión muy homogénea de rocas volcánicas dacíticas y riódacíticas, a la que se superpone una serie de pizarras con exhalitas). Los sulfuros masivos se encuentran tanto en el contacto entre las rocas volcánicas félsicas con la pizarra suprayacente como reemplazando a las primeras (Mellado *et al.*, 2006). En la **figura 4** se muestra la columna estratigráfica correspondiente al área de Ríotinto.

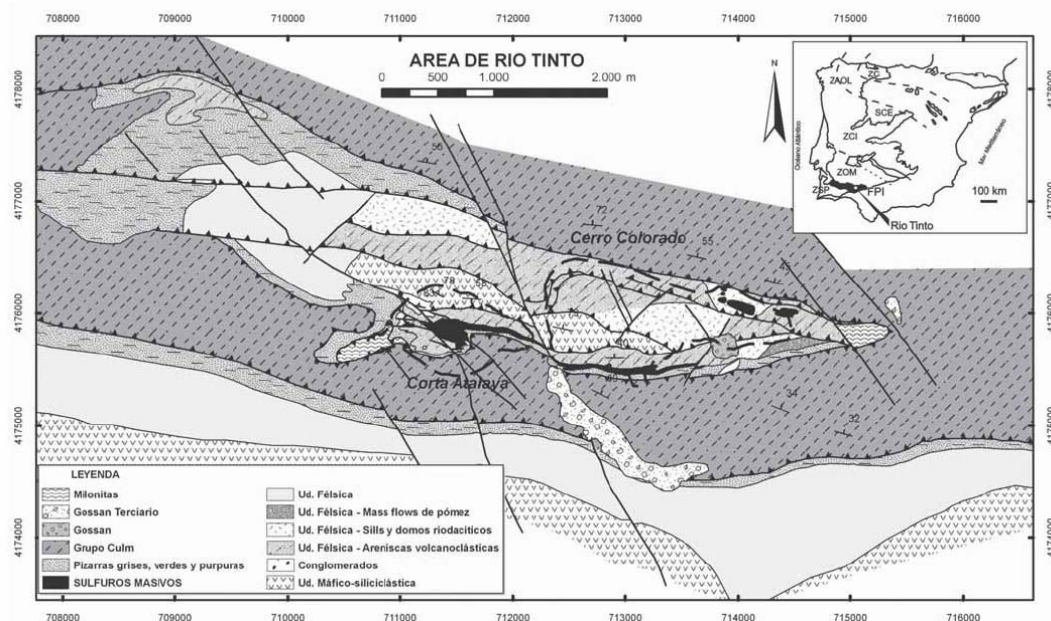


Figura 3. Esquema geológico del área de Riotinto. Tomado de Mellado *et al.*(2006, en IGME, 2007)

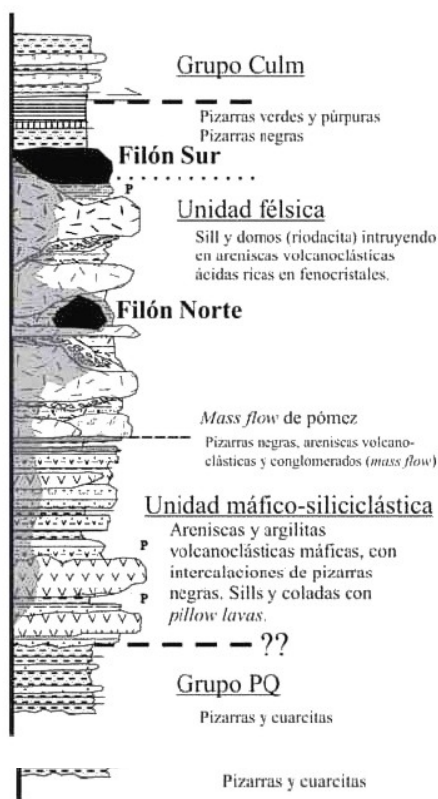


Figura 4. Columna estratigráfica del área de Riotinto. Tomado de Mellado *et al.*(2006, en IGME, 2007)



Los sulfuros masivos correspondientes a Filón Sur aparecen como un lentejón formado por pirita con cantidades accesorias de calcopirita, esfalerita, galena y trazas de otros sulfuros. La mayor parte de ellos están recristalizados y no se reconocen estructuras primarias. Las rocas infrayacentes a los sulfuros masivos muestran una alteración hidrotermal generalizada y engloban abundantes sulfuros diseminados o formando *stockwork* con aspecto de venillas anastomosadas que localmente contienen contenidos económicos de cobre. Dentro de las rocas félsicas y en zonas localizadas el *stockwork* pasa gradualmente a sulfuros semimasivos ricos en esfalerita y calcopirita (masas de Filón Norte, Salomón o Lago) (Mellado *et al.*, 2006)

2.2. RELIEVE E HIDROLOGÍA

El relieve en todo el Andévalo Oriental o Cuenca Minera es alomado, dominado por cerros redondeados sobre los que destacan pequeñas sierras. La morfología varía en función de las rocas aflorantes, generándose relieves más suaves y alomados sobre las rocas volcánicas que sobre las pizarrosas. Las altitudes máximas oscilan entre 600 y 700 m en la Sierra de San Cristóbal, en la que se encuentra el pico más elevado del entorno (Padre Caro), quedando el resto en general por debajo de los 400 m de cota.

En las faldas del mencionado Padre Caro, en la denominada Solana de la Peña y al pie de la antigua corta de Peña del Hierro, nace el Río Tinto, en cuyo valle, a unos 5 km hacia el sur se encuentra el depósito de lodos. Su red hidrográfica se encuentra bastante encajada. Presenta alta estacionalidad y aunque no suele secarse en verano sí lo hacen la mayoría de sus afluentes.

Las aguas del Río Tinto y sus ecosistemas han ejercido un enorme atractivo para investigadores de todo el mundo. Son innumerables los trabajos realizados en relación con la elevada acidez de sus aguas y los contenidos en metales, así como de la especial biología del mismo. En las **tablas I y II** se muestran algunos datos de calidad de aguas.



Tabla I. Características químicas de diversas aguas ácidas de mina o aguas superficiales afectadas por descargas de aguas ácidas en la cuenca del Río Tinto. Tomado de Fernández-Remolar *et al.* (2004). Se ha resaltado una muestra correspondiente a la Naya, próxima a la presa de residuos.

Sample locality	Date											
	07/09/2001						23/02/2001					
	pH	C-mS/cm	Redox-mV	Fe	Si	S	pH	C-mS/cm	Redox-mV	Fe	Si	S
Mine Lake	2.31	3.70	580.00	376.8	9.6	2475.9	2.58	4.29	635	596.298	20.598	502.96
II-Source	1.58	27.57	558.00	20416.0	0.0	66677.5	2.25	24.70	595.90	23 118.838	36.030	14266.31
I-Source	2.64	8.87	427.00	707.1	3.6	6819.9	2.83	7.91	368.2	240.542	9.073	598.74
D-Source	1.96	18.73	452.00	243.1	3.6	3646.6	5.2	2.2	132.5	201.399	12.413	303.37
Angeles	1.69	31.77	489.00	17334.1	10.3	64185.9	2.1	32.13	480.8	23853.958	35.514	14988.53
Richi	1.05	25.60	463.00	25928.1	0.0	84366.8	1.98	68.00	458.00	30534.289	27.205	28702.23
Uma	1.35	43.23	478.00	24048.5	14.9	76438.9	2.32	37.5	465	21111.287	36.045	18195.86
Nunia	1.83	13.87	511.00	4760.0	10.4	19120.3	2.53	11.9	538	5061.286	26.740	3202.3
Mine Tunnel	2.52	4.57	560.00	559.7	8.6	3025.7	2.22	16.04	420	840.024	13.110	648.77
Jardin de Anabel	2.67	7.63	421.00	984.1	0.0	5694.5	2.91	5.90	463.67	1153.918	14.572	856.61
La Naya	2.04	19.70	432.00	5196.2	0.0	18318.9	2.30	24.00	370.00	11656.649	21.889	12406.76
Acidic Dam	2.18	8.13	663.00	1985.2	16.8	10328.0	2.99	4.67	500.67	1233.219	13.963	878.02

Concentrations in ppm.

Tabla II. Características químicas del agua del Río Tinto. Tomado de Sainz y Loredo (2005)

	Maximum	Minimum	Average
pH (units)	1,6	2,6	2,2
SO ₄ ⁼ (mg.l ⁻¹)	23939	6769	16252
As (mg.l ⁻¹)	33,7	3,6	13,6
Cd (mg.l ⁻¹)	10,2	0,2	1,9
Cu (mg.l ⁻¹)	144,0	34,1	49,1
Cr (mg.l ⁻¹)	2,6	0,1	0,5
Fe (mg.l ⁻¹)	7400	656,4	3269
Mn (mg.l ⁻¹)	129,0	5,8	54,0
Ni (mg.l ⁻¹)	51,2	0,2	2,5
Pb (mg.l ⁻¹)	2,0	0,1	0,5
Zn (mg.l ⁻¹)	726,1	27,1	364,3



La Represa III se encuentra situada ocupando buena parte de una vaguada situada al sur del Cabezo del Pie de la Sierra, por donde discurre el llamado Barranco del Pie de la Sierra, afluente del Río Tinto por la derecha. Las aguas de este afluente son canalizadas por un túnel de fábrica que atraviesa longitudinalmente todo el depósito (la salida de dicho túnel está indicada en la **figura 2**).

2.3. CLIMA

2.3.1. Selección de los observatorios

Como es sabido, la Organización Meteorológica Mundial considera que lo ideal es que los observatorios escogidos aporten series suficientemente largas, de al menos 30 años para precipitaciones (excepcionalmente 25 años) y 15 años para temperaturas. Sin embargo, se pudo comprobar que la mayoría de las series de precipitaciones y/o temperaturas de las estaciones cercanas son muy cortas (algunas tan sólo de 4 ó 5 años) y/o con una cantidad importante de lagunas, lo que las convierte en prácticamente inutilizables en su mayor parte. En algunas de las series la cantidad de lagunas era tal que, aún empleando diversos métodos de relleno de lagunas de datos, el resultado no era fiable y se desecharon. Finalmente se trabajó con los datos aportados por Pérez Blanco (1994), los cuales proceden de registros efectuados en la estación meteorológica instalada por la empresa minera. En la tabla III se resumen las características de dicha serie de datos.

Tabla III. Datos relativos al observatorio meteorológico estudiado.

NOMBRE ESTACION	Nº ID	COORDENADAS UTM (X,Y) DEL HUSO 30	ALTITUD (M.S.N.M.)	Nº AÑOS TEMPERATURAS	Nº AÑOS PRECIPITACIONES
Rio Tinto-Minas	4568	712110, 4174350	420	1935-1984 (50)	1935-1984(50)



2.3.2. Elementos climáticos térmicos

2.3.2.1. Temperaturas medias mensuales y estacionales

Las temperaturas medias de los observatorios escogidos (mensuales, anuales y estacionales) se muestran en la **tabla IV**.

Tabla IV. Temperatura media mensual, estacional y anual (°C) de la estación de Minas de Riotinto.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
9.6	10.6	12.5	15.0	18.2	22.6	26.2	26.1	23.1	18.1	13.4	10.1	17.1
PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO			
15.2			25.0			18.2			10.1			

Se observa que los mínimos de temperatura media mensual corresponden a enero, y las máximas temperaturas se dan tanto en julio como agosto. También se observa que la temperatura media del mes de octubre es superior a la de abril, lo que suele considerarse indicativo de la cercanía del mar. Ocurre lo mismo con la media de otoño con respecto a la primavera.

2.3.2.2. Periodo cálido

En la **tabla V** se muestran los valores de temperaturas medias de máximas mensuales y anuales. La duración del periodo cálido se establece determinando los meses en los que se supera la temperatura media de máximas de 30°C (estos meses están marcados en la tabla). Se considera que la probabilidad de que se alcancen temperaturas dañinas (superiores a los 38°C) es inferior al 20% durante el periodo complementario al establecido como cálido. Se observa que el periodo cálido se prolonga durante dos meses



Tabla V. Temperaturas medias de máximas mensuales y anual (°C) de la estación de Minas de Riotinto. Se resaltan en gris aquellas que resultan ser superiores a 30°C.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
13.1	14.5	16.8	19.6	23.4	28.6	32.2	32.8	28.7	22.5	16.9	13.6	21.9

2.3.2.3. Periodo frío. Heladas

En la **tabla VI** se muestran las temperaturas medias de mínimas de las estaciones seleccionadas. Se marcan aquellas temperaturas que no alcanzan los 7°C, pues según los criterios de L.Emberger cuando la temperatura media de mínimas de un mes es inferior a este valor, se puede considerar que este mes es frío. Según este criterio, se consideran fríos tres meses al año, que coinciden con el invierno.

Tabla VI. Temperaturas medias de mínimas mensuales y anual (°C) de la estación de Minas de Riotinto. Se resaltan en gris aquellas que resultan ser inferiores a 7°C.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
6.0	6.7	8.3	10.4	12.9	16.6	19.4	19.5	17.4	13.7	9.7	6.6	12.2

2.3.2.4. Continentalidad. Índice de Gorczynski

El índice de Gorczynski se calcula empleando la siguiente expresión:

$$I_G = 1.7 * [(tm_{12} - tm_1) / \text{sen } \varphi] - 20.4$$

Donde:

I_G → Índice de Gorczynski

tm_{12} → Temperatura media del mes más cálido (°C)

tm_1 → Temperatura media del mes más frío (°C)

φ → Latitud expresada en grados y centésimas de grado.



Este índice establece una relación entre la continentalidad y la amplitud térmica anual, teniendo en cuenta la proximidad de grandes masas de agua como amortiguadores de las temperaturas extremas. Se tiene en cuenta la latitud para compensar la tendencia de la oscilación térmica a incrementarse a medida que aumenta la latitud. En la **tabla VII** se muestran los valores obtenidos del índice con los datos de los observatorios utilizados. El resultado de la expresión indica que podemos considerar la zona como continental.

Tabla VII. Parámetros y valor del índice de Gorczycki de la estación de Minas de Ríotinto.

Lat.	φ	tm_{12}	tm_1	I_G	RESULTADO
37° 41'	37.68°	26.2	9.6	25.77	Continental

2.3.3. Elementos climáticos hídricos

2.3.3.1. Precipitaciones mensuales y estacionales

En la **tabla VIII** se muestran los valores de las precipitaciones medias mensuales, anuales y estacionales.

Tabla VIII. Precipitaciones medias mensuales, estacionales y anual (°C) de la estación de Minas de Ríotinto.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
111.6	90.3	102.3	66.5	47.5	22.2	2.7	4.3	32.0	80.5	96.5	97.8	756.5
PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO			
216.3			29.2			209.0			299.7			

Se observa un importante descenso de las precipitaciones en verano (el mes de julio es el más seco), siendo la estación más lluviosa el invierno (enero es el mes más húmedo). No existe gran diferencia entre las precipitaciones de otoño y primavera.



2.3.3.2. Evapotranspiración potencial mensual y estacional (ETP)

En la **tabla IX** se recogen los datos de evapotranspiración potencial (ETP) mensual, anual y estacional, obtenidas por el método de Thornthwaite. El método de Thornthwaite es el único que se puede aplicar a las estaciones termopluviométricas de la zona. Suele dar resultados sensiblemente por defecto en zonas áridas y semiáridas (lo que no es el caso). Este defecto puede verse contrarrestado cuando existe alta humedad del aire, lo que el método no tiene en cuenta. En las estaciones más cercanas al mar se reducirá la evapotranspiración real. En definitiva, a pesar de la simplicidad del método, no es posible aplicar otro y, aunque sea difícil evaluar la calidad de los resultados con respecto a la realidad permite la comparación entre observatorios y la clasificación climática posterior.

Tabla IX. ETP media mensual, estacional y anual según Thornthwaite de la estación de Minas de Ríotinto.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
19.4	22.3	35.2	49.5	74.3	104.1	131.4	122.3	90.3	57.5	31.9	20.5	758.6
PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO			INVIERNO			
159.0			357.7			179.6			62.2			

Se observa que los valores anuales de ETP y de precipitaciones son prácticamente iguales, si bien la distribución a lo largo del año de ambos elementos determinará la existencia de un déficit estival, como se verá a continuación.

3.2.3.3. Balance hídrico

A partir de los datos de precipitación y evapotranspiración mensuales se han realizado el balance hídrico siguiendo el método directo (**tabla X**), y tomando una reserva máxima de los suelos de 100 mm. Este método de cálculo permite la comparación entre observatorios, aunque evidentemente no se ajusta a la realidad en un punto concreto, en el que la posición topográfica puede variar la cantidad de agua aportada por escorrentía, la reserva del suelo normalmente no será 100 mm, y la ETP puede ser mayor o menor, debido a la exposición o al tipo de vegetación. Los parámetros que intervienen son:



- P → Precipitación
 ETP → Evapotranspiración Potencial
 PPA → Pérdida Potencial Acumulada
 R → Reserva
 VR → Variación de la Reserva
 ETR → Evapotranspiración Real
 F → Falta
 Ex → Exceso
 D → Desagüe o Drenaje.

Tabla X. Balance hídrico efectuado por el método directo de la estación de Minas de Ríotinto.

RIO TINTO			CLAVE: 4568					UTM X: 712110					
HOJA N°: 938			N° AÑOS T: 50					UTM Y: 4174350					
Reserva máxima: 100mm			N° AÑOS P: 50					ALTITUD: 420 m.s.n.m.					
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
P	80,5	96,5	97,8	111,6	90,3	102,3	66,5	47,5	22,2	2,7	4,3	32,0	756,5
ETP	57,5	31,9	20,5	19,4	22,3	35,2	49,5	74,3	104,1	131,4	122,3	90,3	758,6
P-ETP	23,0	64,6	77,3	92,2	68,0	67,1	17,0	-26,8	-81,9	-128,7	-118,0	-58,3	-2,1
PPA	23,0	87,6	164,9	257,1	325,1	392,2	409,2	382,4	300,5	171,8	53,8	-4,5	///
R	23,0	87,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	///
ΔR	23,0	64,6	35,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	///
ETR	57,5	31,9	20,5	19,4	22,3	35,2	49,5	47,5	22,2	2,7	4,3	32,0	345,0
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,8	81,9	128,7	118,0	58,3	413,7
Ex	0,0	0,0	41,9	92,2	68,0	67,1	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	286,2
D	0,0	0,0	20,9	56,6	62,2	64,7	40,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	245,2

Es razonable asignar a la zona de trabajo una falta anual de más de 400 mm, concentrada en los meses de julio y agosto principalmente. El resto del año es bastante húmedo. De hecho existe un relativamente importante exceso de agua que se



concentrará en diciembre, enero y febrero. Los meses que pueden considerarse secos —teniendo en cuenta que estos meses son aquellos en los que la falta de agua (F) es mayor de 50 mm— son junio, julio agosto y septiembre.

2.3.4. Índices y clasificaciones climáticas

2.3.4.1. Índice de aridez de De Martonne

El índice de aridez de De Martonne se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$Ia = P / (tm + 10)$$

Donde:

Ia → Índice de aridez

tm → Temperatura media anual en °C

P → Precipitación media anual en mm

Con los datos de la estación, se obtiene un valor del Índice de aridez de 27'91, que la califica como **Subhúmeda**.

2.3.4.2. Índice de aridez de la UNESCO

Según los criterios de la UNESCO, se clasifican las zonas áridas a partir de la precipitación, la evapotranspiración (estimada por el método de Penman), la temperatura, el número de meses secos y el período de sequía.

Aridez

En función de la precipitación media anual (P) y la ETP de Penman, ambas en mm, se evalúa el índice de aridez: P/ETP_{Penman} . La ETP_{Penman} puede ser estimada a partir de la fórmula propuesta por Hontoria (1995):



$$ETP_{Penman} = (ETP_{Thornthwaite} + 0'893) / 0'723$$

Los resultados del cálculo se muestran en la **tabla XI**.

Tabla XI. Calificación de la aridez según la UNESCO de la estación de Minas de Ríotinto.

ETP Penman	P/ETP Penman	ARIDEZ
1050.47	0.7196	SUBHÚMEDO

Temperatura

En función de las temperaturas medias del mes más frío y el más cálido se define el tipo de invierno y el tipo de verano, respectivamente, según vemos en la **tabla XII**.

Tabla XII. Tipos de verano y de invierno según la UNESCO de la estación de Minas de Ríotinto.

tm₁₂	tm₁	TIPO DE VERANO	TIPO DE INVIERNO
26.2	9.6	CÁLIDO	FRESCO

Número de meses secos y periodo de sequía

Contabilizando el número de meses en los cuales la precipitación media mensual es menor de 30 mm ($P_i < 30$ mm) se establece el periodo de sequía. El periodo de sequía máximo se produce durante los meses de junio, julio y agosto, estando muy cerca de verse incluido septiembre. Estrictamente, si se consideran representados en un gráfico los valores de precipitación los días centrales de cada mes, el corte de la gráfica con la línea constante de 30 mm se produce cerca del día quince de septiembre, por lo que buena parte de la primera quincena de septiembre se debe considerar dentro del periodo de sequía.



2.3.4.3. Clasificación climática de Thornthwaite

Esta clasificación se realiza a partir de los resultados de los balances hídricos con reserva máxima 100 mm de todas las estaciones de estudio. Se establecen tres índices que permiten evaluar el clima de la estación:

Índice de humedad (Ih) → que es el porcentaje que suponen la suma de los excesos obtenidos en el balance hídrico con respecto a la ETP total anual.

Índice de aridez (Ia) → que es el porcentaje que supone la falta total anual obtenida en el balance hídrico con respecto a la ETP total anual.

Índice de humedad global (Im) → que es el resultado de la operación: $Im = Ih - (0,6 \cdot Ia)$.

ETP_{V%} → Porcentaje de ETP en los meses de verano (junio, julio y agosto).

El valor de los índices y la clasificación climática de la estación de estudio se muestra en la **tabla XIII**.

Tabla XIII. Índice de humedad, aridez y humedad global del observatorio de Minas de Riotinto

Ih	Ia	Im	ETP_{V%}	CLIMA
37.7	54.5	5.0	47.2	C ₂ S ₂ B' ₂ a' → mesotérmico subhúmedo con falta de agua estival.

2.3.4.4. Clasificación bioclimática de Rivas Martínez

Siguiendo los criterios de esta clasificación, el carácter mediterráneo se establece a través de los índices de mediterraneidad. Estos son:



$$Im_1 \rightarrow ETP_{\text{julio}}/P_{\text{julio}}$$

$$Im_2 \rightarrow ETP_{\text{julio+agosto}}/P_{\text{julio+agosto}}$$

$$Im_3 \rightarrow ETP_{\text{junio+julio+agosto}}/P_{\text{junio+julio+agosto}}$$

Cuando $Im_1 > 4$, $Im_2 > 3'5$ e $Im_3 > 2'5$ en la misma localidad, nos encontramos en la región Mediterránea. En la **tabla XIV** se muestran los valores obtenidos.

Tabla XIV. Índices de Mediterraneidad de Rivas-Martínez de la estación de Minas de Ríotinto.

Im₁	Im₂	Im₃	REGIÓN
48.6	36.24	12.25	MEDITERRÁNEA

Termoclima

El termoclima viene permite definir los pisos bioclimáticos, los cuales se ordenan en una cliserie que pueden ser altitudinal o latitudinal. Las divisiones entre pisos bioclimáticos se delimitan en función del valor que adquiere el llamado Índice de Termicidad. Dicho índice se deduce de la expresión:

$$I_t = (T_1 + t_1 + tm) * 10$$

Donde:

$I_t \rightarrow$ Índice de termicidad

$T_1 \rightarrow$ temperatura media de máximas del mes más frío.

$t_1 \rightarrow$ temperatura media de mínimas del mes más frío.

$tm \rightarrow$ temperatura media anual.

Los valores obtenidos del índice de termicidad y la asignación del piso y horizonte bioclimático a cada estación aparecen en la **tabla XV**.



Tabla XV. Valores del índice de termicidad y piso y horizonte bioclimático en la estación de Minas de Ríotinto.

tm	T₁	t₁	I_t	PISO BIOCLIMÁTICO	HORIZONTE BIOCLIMÁTICO
17.1	13.1	6.0	362	TERMOMEDITERRÁNEO	SUPERIOR

Periodo de Actividad Vegetal (PAV)

El periodo de actividad vegetal (PAV) tiene gran transcendencia en la distribución de las comunidades vegetales. Un factor limitante para la actividad vegetativa es el frío (al margen de los periodos de sequía). El PAV se establece como periodo o suma de meses en los que se supera la temperatura media de 7'5°C, por encima de la cual se pone de manifiesto un incremento de la biomasa apreciable. En Minas de Ríotinto, y previsiblemente en la zona de trabajo, el periodo de actividad teórico alcanza los doce meses del año, si no fuera por la sequía que se produce en verano.

Ombroclima

Dentro de cada piso bioclimático, en función de la precipitación, es posible distinguir diversos tipos de vegetación que corresponden de un modo bastante aproximado con otras tantas unidades ombroclimáticas. Si se supera el valor de 1000 mm anuales se considera que el ombroclima es Húmedo, lo que no ocurre en la estación estudiada ni en la zona de trabajo, que debe ser considerada de ombroclima Subhúmedo.

2.4. SUELOS

Se ha señalado que, para la Zona Sudportuguesa, la naturaleza de las rocas (pizarras), lavas ácidas, riolitas, etc, y las pendientes condicionan que la mayor parte de los suelos sean de muy escaso desarrollo Leptosoles líticos, Leptosoles dystricos, Leptosoles eútricos y Regosoles lépticos. Sólo en alguna situación privilegiada aparecen



Cambisoles. Por último, conviene señalar en esta zona la existencia de algunas áreas con suelos desarrollados después de una acción intensa de actividades antrópicas, Antrosoles. Estos suelos tienen dos orígenes marcadamente diferentes, son el resultado de la actividad minera por un lado, y de la actividad agrícola para el desarrollo de plantaciones de frutales por otro. (Junta de Andalucía, 2004).

En el entorno de las Minas de Riotinto se han destacado como suelos de importancia los siguientes (Baños y Ayerbe, 1988), según la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo (FAO, 1988):

- Cambisoles, Ranquers y Litosoles sobre rocas volcánicas, en general cultivados o con cobertura de dehesa.
- Cambisoles y Ranquers intercalados con afloramientos rocosos en los terrenos graníticos. Sobre ellos dominan las dehesas.
- Litosoles, Ranquers, Cambisoles y suelos esqueléticos en sentido amplio, sobre pizarras, esquistos cuarcitas y rocas metamórficas, normalmente dedicados a uso forestal.

La correspondencia con los tipos actuales de la FAO (FAO, 2006) sería: Cambisoles, Leptosoles úmbricos para los Ranquers, y Leptosoles líticos para los Litosoles.

Generalizando, dominan en extensión los suelos de perfil AR o AC, con horizontes superficiales muy delgados o perdidos, asediados por la erosión, que lleva en muchos puntos a generar unos suelos consistentes en una masa de tierra con piedras de pocos centímetros de espesor intercalada entre afloramientos de roca.

En relación con los niveles de elementos traza que pudieran estar presentes en los suelos de este entorno, o como simple idea general de los órdenes de magnitud de contenidos que pudieran ser esperables, existen datos que definen lo que se ha denominado fondo regional para el complejo volcano-sedimentario (Kersabiec et Roger, 1976), y que se suponen medidos como contenidos totales en muestras superficiales de suelos (**tabla XVI**).



Tabla XVI. Fondo regional del complejo volcano-sedimentario establecido para una serie de elementos traza. Tomado de Kersabiec et Roger (1976).

	Cu	Pb	Zn	Co	Ni	Cr	Mn
Mínimo	15	15	56	14	14	11	352
Máximo	118	127	120	38	83	57	459

Otros datos que se han recopilado se muestran en la **tabla XVII**. Los datos proceden de dos trabajos realizados para establecer los niveles normales de elementos en ambientes no contaminados (Junta de Andalucía, 2004; López Arias y Grau, 2004). Los valores extraídos del trabajo de la Junta de Andalucía reflejan los valores de fondo establecidos como la mediana de las distribuciones de valores totales medidos sobre un espesor superficial de 20 cm en suelos de la zona Sudportuguesa. Los datos del INIA se refieren a medidas de contenidos totales en muestras compuestas de capa arable sobre parcelas agrícolas y de pastos.

Tabla XVII. Datos de contenidos en mg/kg (ppm) de algunos elementos traza medidos en suelos.

Elementos (ppm)	As	Co	Cu	Ni	Cr	Zn	Pb	Cd	Hg
Junta de Andalucía Zona Sud-portuguesa Espesor (0-20 cm)	20	16	31	27	85	72	31		
INIA Parcela 13.24, Nerva			211	235	397	74	38	ip.	0'14
Mediana provincia de Huelva			33	24	18	69	15	0'05	0'062



2.5. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

El Andévalo se caracteriza por una relativa homogeneidad de las condiciones ecológicas lo que determina también una uniformidad elevada de su vegetación (Arroyo, 1988). Aunque desde muchos puntos de vista puede ser interpretado como un territorio de transición entre la Sierra de Aracena y el litoral onubense, comparte muchos más elementos florísticos con la primera (por ello se ven incluidas ambas zonas en el mismo Sector corológico: Mariánico-Monchiquense, subsector Araceno-Pacense). En todo el Andévalo, tanto el oriental como el occidental, la encina y el alcornoque se combinan formando mosaicos y mezclas, aumentando la dominancia del segundo cuanto más al norte y cuanto más humedad puede encontrarse en el suelo (vaguadas y laderas umbrosas), hasta dominar en numerosos enclaves de la Sierra de Aracena. Hasta hace relativamente poco, esto debió ocurrir también en un entorno más o menos amplio de Minas de Riotinto y Nerva.

La serie mesomediterránea luso-extremadureña silicícola de la encina de hojas redondeadas o carrasca corresponde en su etapa madura a un bosque esclerófilo en el que con frecuencia existe el piruétano o peral silvestre (*Pyrus bourgaeana*), así como en ciertas navas, y umbrías alcornoques (*Quercus suber*) o quejigos (*Quercus faginea* subsp. *broteroi*). El uso más generalizado de estos territorios, donde predominan los suelos silíceos pobres, es el ganadero; por ello los bosques primitivos han sido tradicionalmente adehesados a base de eliminar un buen número de árboles y prácticamente todos los arbustos del sotobosque. Paralelamente, un incremento y manejo adecuado del ganado, sobre todo del lanar, ha ido favoreciendo el desarrollo de ciertas especies vivaces y anuales (*Poa bulbosa*, *Trifolium glomeratum*, *Trifolium subterraneum*, *Bellis annua*, *Bellis perennis*, *Erodium botrys*, etc.), que con el tiempo conforman en los suelos sin hidromorfía temporal asegurada un tipo de pastizales con aspecto de céspedes tupidos de gran valor ganadero, que se denominan majadales (*Poetalia bulbosae*) (Rivas Martínez, 1987).



En las etapas preforestales, marginales y sustitutivas de la encina, son comunes la coscoja (*Quercus coccifera*) y otros arbustos perennifolios que forman maquís, en las cuales el madroño (*Arbutus unedo*) es un elemento escaso, contrariamente a lo que sucede en estos mismos estadios en las series de los alcornocales. En las variantes más húmedas sí se forman madroñales de *Arbutus unedo* con coscoja (*Quercus coccifera*) semejantes a los que se dan en los terrenos típicos del alcornocal, aunque menos exuberantes. Ocasionalmente, es posible encontrar retamares con *Retama sphaerocarpa* y con subpiso de pastizal en zonas muy pastoreadas con suelos todavía profundos (ICONA, 1991).

En un entorno amplio de Nerva y Minas de Riotinto, la vegetación forestal dominante corresponde, por un lado, a plantaciones de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*, a veces mezclado con *Eucalyptus camaldulensis*). Por otro lado, también son importantes los pinares de pino resinero (*Pinus pinaster*) o pino piñonero (*Pinus pinea*). Quedan algunos restos de encinar más o menos denso, a veces acompañado por jaras o palmitos, y a veces adhesionado con pastizal (ICONA, 1991).

La vocación del entorno, atendiendo a criterios tradicionales, es forestal, primordialmente de tipo “silvicultura mediterránea” (Baños y Ayerbe, 1988). Sin embargo, en épocas muy recientes se ha visto como en el concurso de importantes labores realizadas con maquinaria y la implantación del riego ha sido posible el cultivo de cítricos en muchos de estos terrenos de vocación forestal.

3. EXPLOTACIÓN MINERA

El yacimiento de Riotinto se explota desde hace más de 5000 años y ha sido durante mucho tiempo el referente mundial en la producción de cobre y piritas cobrizas —se tiene constancia de actividad minera en la Faja Pirítica debida a fenicios y romanos—. Un hito fundamental para la población de Minas de Riotinto y su comarca es la llegada de los ingleses, que explotaron minerales hasta los años sesenta del siglo pasado. Se ha estimado que en las minas de Riotinto se extrajeron unos 125 millones de toneladas de



sulfuros masivos entre mediados del siglo XIX y finales de los años setenta del siglo pasado (Strauss *et al.*, 1977).

Según IGME (1982) el grupo minero está formado por los siguientes criaderos:

- Masa de San Dionisio (Corta Atalaya) y Filón Sur
- Masa de San Antonio o Nueva Masa Planes
- Criaderos de Filón Norte: Salomón, Dehesa y Lago
- Cerro Colorado

Todas las mineralizaciones de Ríotinto se agrupan en tres áreas o complejos mineralizados: San Dionisio, Filón Sur-Cerro Colorado y Planes San Antonio. Estos complejos, que a su vez también están conectados entre sí o muy próximos, se componen de: *stockwork*, lentejón de sulfuros masivos situado sobre el *stockwork* y un lentejón o prolongación de los anteriores alejado pero conectado con ellos.

Las masas se componen de sulfuros masivos o diseminados donde domina la pirita acompañada en mayor o menor medida por calcopirita, esfalerita, galena, arsenopirita tetraedrita, etc, cuya proporción determina la calificación como pirita masiva, pirita cobriza o mineral complejo, —entre las diferentes acepciones mineras que se encuentran en la literatura.

Todas las mineralizaciones, a excepción de una pequeña masa denominada Valle, están relacionadas con rocas félsicas que se encuentran sericitizadas, cloritizadas y silicificadas. Las diferentes explotaciones mineras que a lo largo de la historia han servido para extraer las masas de pirita (Peña del Hierro, Corta Atalaya, Pozo Alfredo, Corta Dehesa, Corta Salomón, Corta Lago, Filón Sur y, finalmente, Cerro Colorado) prácticamente han agotado el mineral destinado a la obtención de ácido sulfúrico. Sin embargo, quedan reservas de mineral cobrizo que todavía son susceptibles de explotarse.



La zona de Zarandas-Naya, en la que se sitúa el depósito, se convirtió en el centro de procesamiento y elaboración del mineral a partir del siglo XIX hasta tiempos relativamente recientes. Entre 1910 y 1920 se construyeron un almacén para lavadoras en Naya, así como naves, un laboratorio y una cochera para locomotoras. Entre 1912 y 1918 se construyó un túnel que atravesaba Filón Sur y conectaba con el piso 16 de la Corta Atalaya para llevar el mineral extraído hasta Zarandas. Alrededor de 1930 se construyeron edificios de machaqueo y trituración en Naya (Pérez López y Romero Macías, 2008). Los procesos mineralúrgicos realizados en el complejo de instalaciones de Zarandas-Naya eran tres:

- Concentración de cobre por flotación
- Concentración de oro y plata por oxidación, lixiviación y cianuración
- Cementación de cobre sobre chatarra de hierro.

4. DESCRIPCIÓN DEL DEPÓSITO DE RESIDUOS

El depósito de lodos se sitúa en la coordenadas UTM X: 185.260, Y: 4.175.847 del huso 30. Según el Inventario Nacional de Depósitos de Lodos en Procesos de Tratamiento de Industrias Extractivas (IGME, 2001), la clasificación según la ITC 08.02.01 es 1 B (clase: *grande*; categoría: *depósitos de lodos cuyo funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de escasa importancia a los elementos en riesgo*). El tipo de depósito es de presa, el emplazamiento en valle y la naturaleza de los lodos está constituida por finos de flotación. La clave según el inventario es: 0938-8-0004 (antigua H-RT-005-B). Su situación se detalla en la **figura 5**.

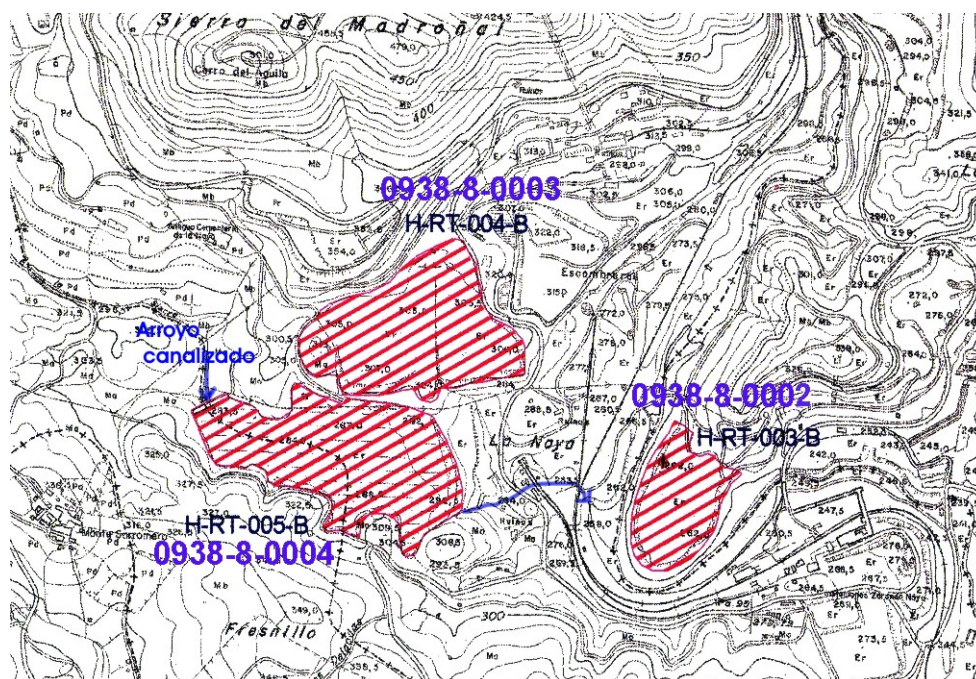


Figura 5. Situación de los depósitos de lodos mineros en el área de Zarandas-Naya. La referencia numérica es la de “Actualización y ampliación del inventario nacional de depósitos de lodos en procesos de tratamiento de industrias extractivas”.

La estructura tiene 700 m de longitud, 300 de anchura y 15 de altura, almacenando 1.000.000 m³. El dique oriental, siempre según dicho inventario, es de tipo mixto. El recrecimiento se efectuó aguas arriba con materiales de préstamo, y las principales dimensiones son: 120 m de longitud inicial, 8 m de ancho de base inicial, 3 m de ancho de coronación inicial, 15 m de altura inicial y 300 m de longitud. El dique occidental es de mampostería. En las **fotografías 1 y 2** pueden verse ambas estructuras. El depósito de lodos se encuentra muy próximo al límite sur del Bien de Interés Cultural declarado por el *Decreto de la Junta de Andalucía 236/2005, de 25 de octubre, por el que se declara Bien de Interés Cultural, con la categoría de Sitio Histórico, la Zona Minera de Riotinto-Nerva, ubicada en los términos municipales de Minas de Riotinto, Nerva y El Campillo (Huelva)*. El depósito se sitúa sobre pizarras, cuarcitas y grauvacas del Devónico, según se describe en la memoria de la hoja MAGNA nº 938 (Nerva) (IGME, 1982).



Fotografía 1. Vista del dique oriental de la Represa III. Se destaca la salida del túnel por el que se canaliza el Barranco del Pie de la Sierra



Fotografía 2. Vista del dique occidental de la Represa III. Se destaca la entrada del túnel por el que se canaliza el Barranco del Pie de la Sierra. La fotografía fue tomada en días de fuertes lluvias (noviembre de 2006) y se aprecia el aporte de escorrentía superficial desde el depósito hacia la entrada del túnel.



Según Pérez Blanco (1994), la llamada Represa III del Concentrador Viejo, es un depósito de residuos de concentración por flotación para la obtención de concentrados de cobre. Se inauguró alrededor de 1930, fecha en que la Compañía Española de Minas de Riotinto pasó de tratar mineral de gossan, para recuperar oro y plata, a recuperar cobre de las piritas cobrizas de Filón Norte y Filón Sur. Fue usado hasta 1973. El concentrador trataba unas 900 t/día ó 300.00 t/año, por lo que el total de lo almacenado supera ampliamente los cinco millones de toneladas. La represa se construyó por el sistema de aguas-arriba sobre un muro inicial de hormigón en el cual terminaba el colector central de bóveda de mampostería, llegando a alcanzar unas 10 hectáreas de superficie. Sobre este colector central, en forma de árbol en el que cada ramal coincidía con un barranco que desembocaba en el cauce principal, se ejecutaban las torres de mampostería con tapones de madera y la escalera de gato de subida para irlos colocando según el nivel de los lodos alcanzaba el correspondiente nivel de la torre. El vaciado de estériles se realizaba por “*spygotting*” o canales de madera en el borde de levante, es decir sin ciclonar y exigía una labor casi de artesanía.

La Represa III se encuentra parcialmente revegetada con pinos y jaras. Según Pérez Blanco (1994), las labores de revegetación se realizaron de tal modo que se pudo sembrar semilla de *Pinus pinea* a razón de 40 kg/ha, en febrero de 1987. La selección de la especie y forma de implantación se decidió después de la ejecución de pruebas en parcelas. Antes de la siembra se aportaron 3 t/ha de CO₃Ca finamente molido, mezclándolo superficialmente con rejonos arrastrados por tractor agrícola. Hay que destacar que parte de la superficie del depósito (la más oriental) fue recubierta con 10 cm de tierras para evitar el levantamiento de polvo y su transporte por el viento hasta las instalaciones de Zarandas. Se ha comprobado que puntualmente el espesor de tierra puede llegar a 18 cm, lo que puede ser debido a la remoción producida por los laboreos agrícolas.

Pérez Blanco (1994) explica que el resultado de la plantación fue inferior en la zona cubierta de tierras, por lo que se resembró al año siguiente y después se plantó. En 1994 se sembraron alcornoques y se abonó con 250 kg/ha de abono 15:15:15. Durante los

trabajos de campo realizados entre 2005 y 2007 no se ha observado ningún ejemplar de dicha especie.

Puede verse en la **fotografía 3** cómo, en el tiempo transcurrido entre la realización de la Actualización del Inventario Nacional (año 2001 es lo apuntado en la correspondiente ficha) hasta la actualidad, es apreciable un crecimiento de los pinos, precisamente en la zona más oriental. Sin embargo, se ha constatado que muchos de ellos sé necrosan o rompen por el cuello de la raíz, o se tumban fácilmente por rotura de raíces en un radio de decímetros alrededor del tronco (**fotografías 4 y 5**).



Fotografía 3. Comparativa de la zona más oriental del depósito de residuos llamado Represa III entre los años 2001 y 2006. Se aprecia crecimiento de los pinos y colonización espontánea en el dique



Fotografías 4 y 5. Rotura de raíces cerca del suelo en pinos crecidos en el Represa III.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Se tomaron cinco tipos de muestras:

- Lodos o residuos mineros en calicatas.
- Lodos superficiales mediante muestreo con sonda manual de 30 incrementos muestrales para formar una muestra compuesta.
- Suelos naturales (capa superficial), usando azada manual.
- Eflorescencias, raspando en la superficie donde se formaron, con cuchara de acero inoxidable.
- Aguas superficiales

El grueso de las muestras procede de las calicatas. Inicialmente se tenía previsto continuar muestreando en el fondo de cada calicata mediante tomamuestras mecánico, pero una serie de desafortunadas circunstancias lo impidió. Cada punto de muestreo de una calicata se designó con la partícula ZA (en referencia al paraje en el que se ubica el



depósito: Zarandas), seguida de un número. Sobre la **fotografía 6** se han marcado las posiciones de dichos puntos. La etiqueta de cada muestra añade a la designación del punto un número que identifica la muestra en orden creciente con la profundidad. Así, la muestra ZA-2-3 se refiere a la tercera muestra tomada al profundizar o tercera muestra más profunda de la calicata ZA-2. Las muestras etiquetadas ZA-1-0, ZA-2-0 y ZA-3-0 hacen referencia a que se trata de un material terroso que recubre los lodos de flotación en la parte más oriental del depósito —la razón de esto quedó explicada en el punto anterior—. En las **tablas XVIII a XXII** se describen las muestras tomadas en las calicatas.

La muestra compuesta superficial se denominó ZA-SET. El color dominante de la muestra fue 2'5 Y 5/6.

Las muestras de suelos se denominaron ZA-NAT seguido de un número. Fueron tomadas en las inmediaciones del depósito, sin sobrepasar la distancia de quinientos metros. Todas ellos son de tipo Leptosol, de colores pardos o pardo-rojizos. Pueden ser calificados como pedregosos o muy pedregosos, extremadamente delgados en la mayoría de los casos, cuando no esqueléticos, y de texturas francas a franco-arenosas.



Fotografía 6. Situación de las calicatas sobre la superficie de la Represa III.

Las muestras de efloras se denominaron ZA-EF seguido de un número. La muestra llamada ZA-EF-1 está tomada en paredes y oquedades hechas por aves zapadoras dentro de una zanja situada cerca del límite con las Represas I-II. Se trata de costras milimétricas que recubren partículas de lodo. La muestra ZA-EF-2 son efloras blancuecinas pulverulentas formadas en el fondo de un reguero formado en la parte suroeste, cerca de la presa de aguas arriba. ZA-EF-3 son efloras blancuecino-amarillentas de gran desarrollo en área afectada por aguas ácidas al pie del talud de aguas abajo. La muestra ZA-EF-4 está tomada en efloras de gran desarrollo, blancuecino-amarillento-verdosas, formadas en los márgenes del arroyo situado al este del talud de aguas abajo.



Tabla XVIII. Descripción de las muestras tomada en la calicata-sondeo ZA-1.


MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
ZA-1-0	9-10 cm	<p>La profundidad aumenta</p>  <p>Dominan colores amarillentos y anaranjados, alternando con grises en láminas.</p>	Tierras extendidas de color 10 YR 5/4,	10 YR 5/4
ZA-1-1	10-11 cm		10 YR 5/4 que pasa gradualmente a 2'5 Y 5/1 quedando sobre banda milimétrica 2'5 Y 6/8	2'5 YR 6/8
ZA-1-2	6-7 cm		2'5 Y 6/6	2'5 Y 6/6
ZA-1-3	2-3 cm		Laminillas 10 YR 5/6 y 2'5 Y 7/1	2'5 Y 7/6
ZA-1-4	8-9 cm		2'5Y 5/6	2'5 Y 5/6
ZA-1-5	9 cm		Abigarrado de 10 YR 5/4, 2'5 Y 5/1, 2'5 Y 6/8	2'5 YR 6/6
ZA-1-6	1-2 cm		Laminillas 10 YR 5/6 Y 2'5 Y 7/1	2'5 Y 6/4
ZA-1-7	9 cm		10 YR 6/8	10 YR 6/8
ZA-1-8	1 cm		Láminas superpuestas 10 YR 6/8, 2'5 Y 7/1, 7'5 YR 5/8	5 Y 6/3
ZA-1-9	1-2 cm		5 Y 6/2	5 Y 6/3
ZA-1-10	15 cm		Degradado de color en descenso desde 5Y 6/2 a 5 Y 7/3	5 Y 6/4
ZA-1-11	10 cm	Laminillas 10 YR 6/8, 2'5 Y 7/1, 7'5 YR 5/8, 5 Y6/2	2'5 Y 5/6	
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 95 cm.				



Tabla XIX. Descripción de las muestras tomada en la calicata-sondeo ZA-2.


MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
ZA 2-0	2-4 cm	La profundidad aumenta  Dominan colores amarillentos y anaranjados o rojizos en bandas.	Tierras extendidas de color 10 YR6/4	10 YR 6/4
ZA 2-1	3 cm		Mezcla de tierras y lodo 10YR 6/8 con 5Y 7/1	2'5 Y 6/8
ZA 2-2	6 cm		10 Y/R 6/8	10 Y/R 6/8
ZA 2-3	14 cm		2'5 Y 5/6 con línea milimétrica en la base 10 YR 5/8	2'5 Y 6/8
ZA-2-4	1 cm		2'5 Y 7/6	2'5 Y 7/6
ZA 2-5	30 cm		2'5 Y 5/6	2'5 Y 6/4
ZA 2-6	5 cm		10 YR 6/6 con bandas discontinuas 5Y 7/2	2'5 Y 6/8
ZA 2-7	5 cm		2'5 Y 7/8	2'5 Y 8/6
ZA 2-8	¿?	2'5 Y 5/6	2'5 Y 6/6	
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 75 cm.				



Tabla XX. Descripción de las muestras tomada en la calicata-sondeo ZA-3.


MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
ZA 3-0	18 cm	La profundidad aumenta  Dominan colores amarillentos y anaranjados o rojizos en bandas.	7'5YR 5/4	7'5 YR 5/4
ZA 3-1	8 cm		2'5Y 5/6	2'5 Y 6/8
ZA 3-2	8 cm		Bandeados 10 YR 6/8 y 5Y 6/1 con banda central 10 YR 6/ 8 más gruesa	2'5 Y 6/3
ZA 3-3	1 cm		10 YR 6/8	10 YR 7/8
ZA-3-4	3 cm		5 Y 6/1 intercalado por lámina 10 YR 6/8	2'5 Y 6/5
ZA 3-5	12 cm		10 YR 7/8	10 YR 7/8
ZA 3-6	8 cm		2'5 Y 5/6	2'5 Y 6/6
ZA 3-7	9 cm		Bandeados 10 YR 6/8 y 5Y 6/1 con banda central 10 YR 6/ 8 más gruesa	2'5 Y 6/3
ZA-3-8	4 cm		10 YR 6/6	10 YR 6/8
ZA-3-9	11 cm		2'5 Y 5/6	2'5 Y 6/8
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 85 cm.				

Tabla XXI. Descripción de las muestras tomada en la calicata-sondeo ZA-4.


MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
ZA 4-1	25 cm	La profundidad aumenta  Dominan colores amarillentos y anaranjados o rojizos en bandas.	10 YR 5/8 con algún bandedo 5Y 6/8	2'5 Y 6/8
ZA 4-2	3 cm		10 YR 6/8 con límite inferior en línea milimétrica 5Y 8/3	10 YR 6/8
ZA-4-3	15 cm		2'5 Y 6/6	2'5Y 6/8
ZA 4-4	5 cm		5 Y 7/2 con manchas irregulares pequeñas 2'5 Y 8/2	2'5 Y 6/4
ZA 4-5	5 cm		Degradado en descenso de 5Y 6/4 a 7'5 YR 6/6	2'5 Y 6/4
ZA 4-6	7 cm		Laminillas 10 YR 6/8, 5 Y 7/3 y 5Y 8/2	2'5 Y 6/6
ZA-4-7	3 cm		10 YR 5/8	10 YR 6/8
ZA-4-8	0'5-1 cm		5 Y 7/1	5 Y 7/3
ZA-4-9	10 cm		5 Y 6/4	5 Y 6/6
ZA-4-10	8 cm		5 Y 5/3	5 Y 5/6
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 82 cm.				

Tabla XXII. Descripción de las muestras tomada en la calicata-sondeo ZA-5.

MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
ZA 5-1	5 cm	<p>La profundidad aumenta</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Dominan colores amarillentos y anaranjados o rojizos en bandas, hasta alcanzar una capa gris azulada</p>	2'5 Y 7/6	2'5 Y 6/6
ZA 5-2	6 cm		Laminillas 5 Y 7/2, 10 YR 5/6 y 5 YR 3/3.	2'5 Y 7/6
ZA 5-3	8 cm		10 YR 5/8 con zonas degradadas a 2'5 Y 5/2	2'5 Y 6/8
ZA 5-4	2-3 cm		10 YR 5/6	10 YR 6/8
ZA 5-5	2'5 cm		5 Y 7/2 con banda intercalada 10 YR 5/6	5 Y 7/3
ZA 5-6	4 cm		10 YR 5/6	10 YR 6/8
ZA 5-7	22 cm		Gley 2 3/10 B	5 Y 4/1
ZA-5-G	--		Recubrimiento 10 R 3/2 en grieta que atraviesa ZA-5-7	5 Y 6/1
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 50 cm.				

Los resultados analíticos de todas las muestras se recogen en el **ANEXO I** y se comentan a continuación.

6. RESULTADOS

6.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICA

La totalidad de las muestras de lodos analizadas posee un 100% de partículas que pasan por el tamiz de 2 mm de luz de malla. Algunas muestras correspondientes a la superficie



que en su día fuera recubierta de tierras tienen contenidos variables en elementos gruesos: ZA-1-0, ZA-2-0 y ZA-3-0, como corresponde a la naturaleza pedregosa de los suelos del entorno. Una ligerísima proporción de este último tipo de material se vio incluido en la muestra ZA-3-1 durante el momento de muestreo.

En esta balsa, el sistema de vertido de los lodos mediante canales móviles que se iban cambiando a lo largo del tiempo no permite suponer direcciones fijas de flujo y granoselección asociada a ellas. Sin embargo, en la zona más cercana al dique oriental, que fue recrecido mediante vertido de lodos con estructuras de transporte más permanentes en el tiempo o que se movían poco, si es lógico esperar lodos más gruesos. Por contra, el dique occidental se construyó como elemento de cierre distal y la caída general de la pendiente de la superficie de la balsa enrasa con su coronación. Así, en las proximidades de este dique parece lógico esperar lodos más finos.

Si se observan los valores medios de los lodos oxidados de las diferentes calicatas, dejando fuera los correspondientes a tierras esparcidas en la parte oriental de la balsa (ZA-1-0, ZA-2-0 y ZA-3-0), así como el correspondiente a ZA-5-7 que parece una capa no oxidada, se observa que las granulometrías son parecidas. Solo destaca como más arenosa la calicata ZA-1 y más limosa y arcillosa la calicata ZA-5, lo que está de acuerdo con lo dicho más arriba. Lamentablemente problemas surgidos durante el desarrollo del proyecto impidieron la obtención de muestras más profundas buscando las capas no oxidadas, y no es posible comparar unos y otros tipos de muestras en cada punto.

Los materiales aportados sobre la zona oriental de la balsa son de colores pardoamarillentos o pardos, bastante pedregosas (hasta 67% de elementos gruesos en ZA-3-0). Los elementos gruesos son fragmentos de pizarras con manchas de clorita en algunos casos. Dominan en ellos las fracciones arena y limo. Todas las características son coherentes con las observadas en los suelos naturales próximos.



Se ha señalado que el valor de 0'25 mm marca el límite superior de la fracción granulométrica de residuos mineros que contribuye significativamente a la generación de acidez y alcalinidad y es, presumiblemente, la que tiene mayor influencia en los procesos de alteración. Sin embargo, en este depósito no ocurre así a la luz de los datos de pH y granulometría, para contenidos en azufre total relativamente uniformes y bajos. De todos modos, sorprende encontrar valores de este parámetro comparativamente bajos para el tipo de residuo del que se trata, lo que puede indicar procesos de tratamiento (molienda) menos eficientes a los empleados en otros lugares. Esto no es de extrañar si se considera que el depósito dejó de estar activo en 1973, y que los procedimientos de vertido del lodo han sido calificados como artesanales.

Las diferentes capas descritas en el campo abarcan franjas uniformes de cierto espesor, capas de color que se degrada en profundidad, alternancias de bandas, bandas discontinuas o lentejones, grupos de laminillas milimétricas y abigarrados de varios colores. Recorriendo la gama desde los más amarillos a los más rojos, los colores Munsell visualizados en el campo varían entre gris oliva claro (como 5Y 6/2) amarillo (como 2'5Y 7/6), amarillo oliváceo (como 2'5Y 6/6), pardo oliváceo claro (como 2'5 5/6), pardo amarillento claro (como 2'5Y 6/3 ó 10YR 6/4), amarillo parduzco (como 10YR 5/6), pardo amarillento (como 10YR 5/4), pardo fuerte (como 7'5YR 5/8), pardo rojizo (como 7'5YR 6/6) y rojo crepuscular (10R 3/2). También aparecen algunos colores negros tales como 2'5Y 7/1, 5Y 6/2, 5Y 7/1, así como un gris azulado muy oscuro (Gley 2 3/10B).

Es igualmente corriente encontrar bandas de color uniforme de varios centímetros de espesor o grupos de laminillas y bandeados. En menor medida aparecen franjas de un determinado color que incluyen manchas, colores abigarrados y colores degradados. Por zonas es posible encontrar una importante variedad de colores en pocos centímetros de profundidad, como ocurre si se unen las descripciones de ZA-1-8 y ZA-1-9, por ejemplo, para las que se han empleado cuatro páginas de las tablas Munsell. En la calicata ZA-5 aparece al fondo una capa de color gris azulado muy oscuro (Gley2 3/10B), que se ve atravesada por una grieta recubierta por una película roja oscura (10R



3/2). Este color representa el máximo nivel de la oxidación de los encontrados y es explicable debido a que la difusión de agua y oxígeno se ven favorecidos por la existencia de la propia grieta.

Exceptuando la calicata ZA-5 parece observarse una tendencia a que los colores de las capas superiores sean algo más rojizas (colores 10YR, 7.5 YR) que las capas inferiores.

El clima de la zona de estudio es mediterráneo, con una evapotranspiración en verano que supera con creces a la precipitación, lo que permite una desecación elevada y repetida desde 1973. Esto ha permitido la formación y el descenso continuado de un frente de oxidación cuya profundidad supera en la parte oriental los 95 cm y alcanza, en la occidental, los 28 cm.

Se comprobó que al día siguiente de finalizar un periodo de intensas lluvias, la superficie de la balsa aparecía seca. Solo se encontró un pequeño charco que fue muestreado. Parece, por tanto, que la permeabilidad de todo el depósito es elevada, independientemente de que determinadas capas interestratificadas de granulometría más fina se saturen en posiciones colgadas.

En lo que respecta a la muestra compuesta superficial ZA-SET, la distribución granulométrica se acerca bastante a lo que cabría esperar observando los resultados de las calicatas para los primeros 20 cm. El contenido en arena resultó ser de 47.9% y el de limo de 38.13%. El color en campo fue 2.5Y 5/6, mientras que seco y homogeneizado en laboratorio se vio como 2.5 6/6. Parece bastante representativo de los colores vistos en superficie, aunque parecía lógico que hubiera sido algo más rojizo.



6.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

6.2.1. pH, azufre y Contabilidad Ácido-Base

Los valores de pH de las muestras de lodos tomadas en la Represa III son relativamente altos para el tipo de materiales que se están estudiando (ver **tabla XXVIII**). No obstante, todos ellos deben ser calificados como ultra-ácidos o extremadamente ácidos (Soil Survey Staff, 1993), a pesar de que no están demasiado alejados de los valores obtenidos con muestras naturales del entorno (las cuales se mueven entre 3'61 y 4'67. En esto puede haber influido el encalado de la superficie de la balsa, previo a su revegetación con pinos, si bien los valores profundos son semejantes a los superficiales.

No se aprecian claras diferencias entre muestras profundas y superficiales en lo que respecta al pH. De igual manera, no se observan variaciones en función de la distancia de los sondeos al dique oriental. De hecho, los valores son muy homogéneos (coeficiente de variación menor del 6%), con un valor de pH medio igual a $3'51 \pm 0'18$,

Se aprecia un mayor contenido de S en la única muestra que puede considerarse no oxidada (ZA-5-7) donde se alcanza un 3'31 %. En esta muestra el S como sulfato representa un porcentaje muy reducido del S total con contenidos medios $0'43$ %.

Las muestras claramente oxidadas —la inmensa mayoría— poseen un contenido en azufre de $0'13\% \pm 0'08$, siendo bastante homogénea esta propiedad en todo el depósito.

El S como sulfato representa la práctica totalidad del azufre total en la zona oxidada ($0'11\% \pm 0'07$) si bien es un valor sumamente inferior al encontrado en otras balsas, como la correspondiente a Mina María Luisa. Este hecho, junto a los valores de pH más elevados, indicaría que en Zarandas los procesos de oxidación y sus consecuencias han sido de menor importancia, probablemente por la menor presencia de pirita en los residuos.



En la **tabla XXVIII** se muestran los valores obtenidos para los diferentes parámetros que intervienen en el cálculo del *Acid-Base Account*. La acidez potencial (AP) se ha calculado con el factor estequiométrico 62'5, como sugiere Dold (2005). No se han considerado los contenidos en Fe y Al solubles y de cambio como acidez en reserva. La capacidad neta de neutralización potencial (NPN), independientemente de su ajuste a la realidad —a día de hoy todavía se discute mucho sobre como intervienen los diferentes elementos en el balance—, se ha mostrado como un buen descriptor de los procesos ocurridos y de los que previsiblemente seguirán ocurriendo.

Tabla XXIII. Valores de pH, azufre pirítico (Spir.), acidez potencial (AP) y capacidad de neutralización potencial (CNP) de las muestras analizadas en la represa III. NPN es la capacidad neta de neutralización potencial de la acidez. El pH se midió sobre pasta saturada. Spir. fue obtenido como diferencia entre el azufre total y el valor de azufre sulfato. La capacidad de neutralización potencial fue medida por el método de Sobek *et al.*, (1987). (*): tierraS de recubrimiento: no es correcto estimar Spir. como diferencia de azufre total y sulfato. (\$) : el azufre sulfato supera al total por lo que se supone que no hay azufre pirítico.

MUESTRA	pH	%Spir.	AP (t CaCO ₃ /1000 t material)	CNP (t CaCO ₃ /1000 t material)	NPN=CNP-AP (t CaCO ₃ /1000 t material)
ZA-1-0	3.80	(*)	--	+4.85	+4.85
ZA-1-1	3.85	0.052	3.25	+4.63	+1.38
ZA-1-2	3.73	(S)	0.00	+3.52	+3.52
ZA-1-3	3.70	(S)	0.00	+3.09	+3.09
ZA-1-4	3.73	0.044	2.75	+4.40	+1.65
ZA-1-5	3.72	(S)	0.00	+5.72	+5.72
ZA-1-6	3.50	0.000	0.00	+2.42	+2.42
ZA-1-7	3.64	0.038	2.37	+1.98	-0.39
ZA-1-8	3.58	(S)	0.00	+1.32	+1.32
ZA-1-9	3.58	0.010	0.63	+1.10	+0.48
ZA-1-10	3.32	0.005	0.31	+1.10	+0.79
ZA-1-11	3.43	0.025	1.56	+0.88	-0.68
ZA-2-0	3.39	(*)	--	+3.41	+3.41
ZA-2-1	3.54	0.005	0.31	+1.54	+1.23
ZA-2-2	3.50	0.008	0.50	+2.20	+1.70
ZA-2-3	3.53	0.041	2.56	+4.85	+2.29
ZA-2-4	3.44	0.003	0.19	+2.20	+2.01
ZA-2-5	3.48	0.019	1.18	+1.98	+0.79
ZA-2-6	3.46	0.013	0.81	+1.57	+0.76
ZA-2-7	3.34	0.018	1.13	+1.35	-0.23
ZA-2-8	3.40	0.053	3.32	+1.35	-1.96



MUESTRA	pH	%Spir.	AP (t CaCO ₃ /1000 t material)	CNP (t CaCO ₃ /1000 t material)	NPN=CNP-AP (t CaCO ₃ /1000 t material)
ZA-3-0	4.21	(*)	--	+2.03	+2.03
ZA-3-1	4.05	0.045	2.81	+1.05	-1.76
ZA-3-2	3.68	0.005	0.31	+0.67	+0.35
ZA-3-3	3.68	0.008	0.50	+1.35	+0.85
ZA-3-4	3.75	(\$)	0.00	+2.25	+2.25
ZA-3-5	3.63	0.043	2.69	+2.25	-0.44
ZA-3-6	3.63	0.034	2.13	-1.04	-3.16
ZA-3-7	3.49	0.004	0.25	+1.57	+1.32
ZA-3-8	3.42	0.125	7.81	+1.57	-6.24
ZA-3-9	3.43	0.045	2.81	+2.25	-0.56
ZA-4-1	3.39	0.080	5.00	0.00	-5.00
ZA-4-2	3.41	0.003	0.19	+1.35	+1.16
ZA-4-3	3.63	0.042	2.65	+3.83	+1.20
ZA-4-4	3.54	0.006	0.38	0.00	-0.38
ZA-4-5	3.51	0.023	1.44	1.80	+0.36
ZA-4-6	3.34	0.011	0.69	-0.26	-0.94
ZA-4-7	3.65	0.016	1.00	+2.09	+1.09
ZA-4-8	3.64	0.045	2.81	+1.31	-1.35
ZA-4-9	3.52	0.075	4.69	+1.05	-3.64
ZA-4-10	3.51	(\$)	0.00	+0.52	+0.52
ZA-5-1	3.33	0.027	1.69	-1.83	-3.52
ZA-5-2	3.24	0.031	1.94	-1.55	-3.49
ZA-5-3	3.26	0.027	1.69	-0.32	-2.01
ZA-5-4	3.18	(\$)	0.00	0.00	0.00
ZA-5-5	3.19	(\$)	0.00	+1.31	+1.31
ZA-5-6	3.26	0.075	4.69	1.31	-3.37
ZA 5-7	3.35	2.882	180.13	-2.25	-182.38
ZA-5-G	3.20	1.739		-2.35	
ZA-SET	4.17	(\$)	0.00	-0.70	-0.70

Puede verse que, exceptuando la única muestra de lodos reducidos, la NPN es, en la mayoría de los casos, positiva, y en el resto ligeramente negativa. Teóricamente por tanto, no es esperable una acidificación significativa en el futuro, a menos que como se



supone, el frente de oxidación alcance en profundidad capas todavía no oxidadas. Parece en todo caso más probable que esto pueda afectar a las aguas por lixiviación, antes que por descargas de escorrentía superficial

6.2.2 Elementos medidos en extracciones secuenciales

Observando los contenidos totales de elementos en el **ANEXO I** (suma de las siete fracciones de la extracción secuencial) y comparándolos con datos del fondo regional (**tabla XVII**), destacan por sus más elevados valores los siguientes elementos: As, Cu, Zn, Pb, Cd y Hg, con bastante variabilidad en algún caso. El Co es superior en contenido al fondo regional en las únicas dos muestras no oxidadas, por lo que previsiblemente puede serlo en todo el depósito a mayor profundidad que lo muestreado. Sin embargo, los elementos Ni y Cr son menos abundantes en los lodos que en fondo regional. Como es lógico, en la mayoría de las muestras el Fe es el elemento mayoritario. Sin embargo, las muestras de suelos naturales que fueron sometidas a extracción secuencial, superan fuertemente los contenidos de ese teórico fondo regional en As, Cu, Cd, y Zn, lo que puede significar que, de modo natural, los suelos de este entorno son más ricos en metales, o que están afectados por contaminación, debida seguramente a arrastre de partículas por el viento, pues todos los suelos muestreados están en posiciones dominantes sobre el depósito

Los niveles totales de metales no férricos y arsénico en estos lodos son semejantes a los valores recogidos por Dold & Fontboté (2001) en general, aunque contienen más arsénico. Si se analiza el comportamiento de los elementos más significativos en los sondeos, podemos encontrar lo siguiente:

- ***Fe***

Los contenidos totales de Fe determinados en la zona de oxidación presentan menor contenido medio ($8'63\% \pm 5'49\%$) y menor variabilidad (coeficiente de variación 64%) que los determinados en la misma zona de oxidación de la balsa estudiada en Mina María Luisa, encontrándose tan sólo en una muestra (ZA-5-4) una elevada



concentración de Fe (41'5%). La concentración media de Fe de la zona inferior no expuesta a los procesos de oxidación es superior a 11.

Del estudio de extracción secuencial se deduce que en la Represa III, en la zona de oxidación, el Fe muestra bajo grado de disponibilidad, ya que en el conjunto de las muestras aparece prioritariamente en la fracción de sulfuros primarios (fracción sexta) y en segundo lugar asociado a la fracción cuarta (sulfatos secundarios y/o oxihidróxidos de Fe secundarios). Es preciso tener en cuenta que el Fe extraído en la fracción sexta puede deberse a la liberación parcial del Fe presente en silicatos por los reactivos utilizados en esa fracción.

En la zona reducida, el Fe aparece fundamentalmente como sulfuros destacando de modo secundario su presencia en fracción residual.

- *Cu*

Los contenidos totales de Cu, al igual que Fe y S, son mucho menores que en el depósito estudiado en Mina María Luisa, mostrando aparentemente y al igual que ocurría en esa balsa, un decrecimiento notable en las zonas oxidadas (contenido medio $435 \text{ mg kg}^{-1} \pm 206$), respecto a la zona no oxidada (contenido medio $1591 \text{ mg kg}^{-1} \pm 1084$). El contenido medio de Cu en las muestras ZA-1-0, ZA-2-0 y ZA-3-0 ($305 \text{ mg kg}^{-1} \pm 145$) es ligeramente inferiores al contenido medio de la zona oxidada, lo que concuerda con su diferente origen.

Del procedimiento de extracción secuencial se deduce un parecido comportamiento del Cu que el manifestado en mina María Luisa. En las zonas oxidadas el Cu se asocia de modo prioritario a la fracción cuarta, mientras que al comienzo de la zona de reducción se observa un notable incremento de Cu en la fracción soluble en agua que en esta zona se hace predominante con aumento significativo de la fracción quinta (sulfuros secundarios). La fracción sexta, que representa presencia de Cu como sulfuro primario, aparece con valores siempre bajos, lo cual podría indicar una gran eficacia de tratamiento mineralúrgico de extracción para este metal.



- **Zn**

Los contenidos totales de Zn son extremadamente inferiores a los obtenidos en las muestras de mina María Luisa, volviéndose a apreciar disminución en los valores de las zonas oxidadas (contenido medio $195 \text{ mg kg}^{-1} \pm 59$), respecto a las muestras bajo el frente de oxidación (contenido medio $414 \text{ mg kg}^{-1} \pm 20$). Los contenidos medios de los niveles ZA-1-0, ZA-2-0 y ZA-3-0 vuelven a ser ligeramente inferiores a los de la zona de oxidación ($116 \text{ mg kg}^{-1} \pm 5$). Los contenidos en Zn son también menores que los de Cu, probablemente guarda relación con la naturaleza de los minerales que se explotaron.

La extracción secuencial refleja un comportamiento diferente del Zn en esta balsa respecto al mostrado en Mina María Luisa. En la zona oxidada, el Zn aparece representado prácticamente en totalidad por las fracciones de menor disponibilidad sexta y séptima), lo que podría sugerir su inclusión en silicatos minerales. Su contenido en formas solubles en agua es prácticamente inexistente. En la muestra reducida, sin embargo, aumenta la disponibilidad de este elemento ya que aumenta considerablemente los contenidos de la fracción soluble en agua, con importante presencia de la fracción quinta (sulfuros secundarios) así como de la fracción residual.

- **Pb**

Los contenidos totales de Pb son también muy inferiores a los de mina María Luisa, con contenidos bastante semejantes en la zona oxidada (contenido medio $333 \text{ mg kg}^{-1} \pm 218$) respecto a la zona reducida (contenido medio $329 \text{ mg kg}^{-1} \pm 128$).

En la zona de oxidación, el Pb aparece asociado principalmente a la fracción cuarta, es decir, asociado a oxi hidróxidos ó a fases sulfatadas secundarias tipo jarosita, siendo la segunda fracción en importancia la fracción residual, lo que evidencia su presencia en minerales silicatados.



En las muestras reducidas, el Pb aparece repartido en su distribución en tres fracciones: sexta, séptima y residual.

Los contenidos de Pb disponible en el conjunto de las muestras de ambas zonas es muy bajo.

- *As*

El As muestra mayores contenidos que en mina María Luisa, mostrando menores contenidos en las zonas oxidadas de la balsa ($381\text{'}3 \text{ mg kg}^{-1} \pm 220\text{'}3$), respecto a la zona de sulfuros (contenido medio $670\text{'}3 \text{ mg kg}^{-1} \pm 97\text{'}5$), si bien en la zona oxidada muestra una mayor variabilidad (coeficiente de variación 62%) respecto a la zona reducida (14%). Las muestras de cobertura de los sondeos ZA-1, ZA-2 Y ZA-3 muestran, de nuevo, contenidos más bajos que las zonas oxidadas ($98\text{'}5 \text{ mg kg}^{-1} \pm 13\text{'}2$).

Este elemento presenta un comportamiento semejante en todas las muestras estudiadas. El As se asocia de modo preferente a la fracción cuarta, adsorbido específicamente a superficies de óxidos, lo que se ve favorecido en este caso por la naturaleza aniónica del arsénico y el pH ácido del medio. Tampoco puede descartarse la presencia de arsénico en minerales sulfatados secundarios dada la similitud geoquímica entre As y S. De nuevo es destacable el bajísimo porcentaje representado en estas zonas por el As en fracciones solubles y cambiables, lo que ratifica la fuerte asociación de este elemento en las superficies adsorbentes ó su coprecipitación en fases secundarias.

- *Cd*

Este elemento presenta un comportamiento muy similar al del Zn, confirmando su gran semejanza geoquímica. Los contenidos totales de Cd son ligeramente superiores, aunque muy heterogéneos en las zonas oxidadas de la balsa (contenido medio $1\text{'}36 \text{ mg kg}^{-1} \pm 3\text{'}03$), respecto a la muestra tomada bajo el frente de oxidación (contenido medio



0'96 mg kg⁻¹ ± 0'18). Los materiales aportados en superficie ZA-1-0, ZA-2-0 y ZA3-0 muestran unos niveles en Cd mucho menores que los de la balsa, (0'21 mg kg⁻¹ ± 0'12).

La extracción secuencial pone de manifiesto una gran variabilidad en el patrón de distribución de este elemento en las muestras estudiadas, observándose en las muestras oxidadas un cierto predominio de Cd en fracción residual lo que indicaría al igual que otros elementos aquí determinados que su presencia como sulfuro mineral es poco importante. En las muestras reducidas el Cd aparece fundamentalmente bajo formas solubles en agua, llegando a ser incluso el 100% en algunas de ellas.

- **Ag**

Al contrario que en mina María Luisa, los contenidos en plata de esta balsa son bajos y bastante similares dado que los niveles medios en la zona de oxidación se sitúan en 1.863 mg/kg ± 1'36 y los de la zona reducida en 1.89 mg/kg ± 0'28, presentando gran heterogeneidad en la zona de oxidación, si bien su valor máximo es de 3'35 mg/kg. En las muestras de aporte superficial ZA-0, los contenidos son de nuevo inferiores (0'84 mg/kg ± 0'19).

Tanto en muestras procedentes de zona de oxidación como de reducción, la plata se asocia preferentemente con fracciones de baja disponibilidad, siendo mayoritaria la asociación a la fracción sexta (sulfuros primarios) y en segundo lugar a la quinta (sulfuros secundarios), confirmando la conocida afinidad de este metal por el azufre.

6.2.3. Análisis ambiental del depósito

Ya se comentó que los elementos para los que existe referencia, en los que los lodos del depósito poseen contenidos mayores que el fondo regional son: As, Cu, Zn, Pb, Cd y Hg, con bastante variabilidad en algún caso. El Co es superior en contenido al fondo regional en las únicas dos muestras no oxidadas.

Si se considera la superficie del depósito como un nuevo suelo de origen artificial y se comparan los valores totales medidos en muestras **superficiales** con los criterios establecidos por la Junta de Andalucía (1999) para fijar valores de intervención en terrenos forestales (**tabla XXVII**) vemos que habría que preocuparse especialmente por el As. De todos modos, el pH muy ácido, que conlleva problemas muchas veces por elevados contenidos disponibles de Mn y Al, puede explicar el efecto negativo observado en los pinos, aunque este aspecto merecería ser investigado con detalle.

Elemento	Suelos Agrícolas								PN	AI
	1		2 ₁		2 ₂		3			
	<7	>7	<7	>7	<7	>7	<7	>7		
As	<20		20-30		30-50		>50		>100	>300
Cd	<2	<3	2-3	3-5	3-7	5-10	>7	>10	>15	>30
Co	<20	<50	20-50	50-150	50-100	150-300	>100	>300	>300	>400
Cr	<100		100-250		250-450		>450		>500	>1000
Cu	<50	<100	50-150	100-300	150-300	300-500	>300	>500	>500	>1000
Hg	<1		1-2		2-10		>10		>15	>30
Mo	<10		10-40		40-200		>200		>200	>500
Ni	<40	<50	40-80	50-100	80-200	100-300	>200	>300	>500	>750
Pb	<100	<200	100-250	200-400	250-350	400-500	>350	>500	>1000	>2000
Se	<2		2-5		5-10		>10		>20	>30
Sn	<20		20-50		50-150		>150		>300	>500
Tl	<1		1-3		3-5		>5		>10	>30
Zn	<200	<300	200-300	300-500	300-600	500-1000	>600	>1000	>1000	>3000

1.- Valores máximos permitidos
 2₁.- Investigación recomendable
 2₂.- Investigación obligatoria
 3.- Tratamiento necesario (obligatorio)
 PN: Valor de intervención para parques naturales y zonas forestales.

AI= Valor de intervención para áreas industriales
 <7 = pH 5-7
 >7 = pH >7

Tabla XXIV. Valores marcados por la legislación autonómica, relativos a la declaración de suelos contaminados (Junta de Andalucía 1999).

Atendiendo al análisis TCLP, puede verse en la **tabla A.I.19** del **ANEXO I**, que no es esperable ningún problema de toxicidad para las aguas superficiales o subterráneas, según los niveles establecidos. Sin embargo, si se observan los datos de las eflorescencias que se forman en la balsa, estas si son materiales contaminantes.



El efecto de pérdida de calidad del agua que atraviesa el túnel por debajo de la balsa sólo puede ser explicado por una combinación de lixiviación de la masa de lodos y entrada de agua por fisuras de las paredes del túnel. No obstante el hecho de que dichas aguas se junten con las del Río Tinto minimiza este impacto en términos relativos.

6.3. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA

La composición mineralógica de la mineralización, según la información recopilada, incluía: pirita (FeS_2), con cantidades accesorias de calcopirita (CuFeS_2), esfalerita (ZnS) y galena (PbS), así como trazas de otros sulfuros.

Los minerales encontrados mediante el protocolo seguido en los laboratorios del IGME para las muestras oxidadas incluyen siempre cuarzo y minerales silicatados tales como moscovita y clorita, que son teóricamente procedentes de la ganga original. En la muestra no oxidada analizada se reconoció, además, pirita.

De los minerales esparables como productos de la oxidación de los sulfuros, sólo aparecen jarosita $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$, y anhidrita (Ca SO_4). en alguna muestra. El origen del K necesario para la formación de la jarosita está en la moscovita y/o biotita, que son atacadas por el ácido generado en la oxidación de la pirita. Estos resultados adolecen de mostrar poquísimos minerales esperables, especialmente entre los oxi-hidróxidos e hidroxí-sulfatos. Los difractogramas aparecen extrañamente “limpios”. Del estudio de extracción secuencial se deduce que en la Represa III, en la zona de oxidación, el Fe muestra bajo grado de disponibilidad, ya que en el conjunto de las muestras aparece prioritariamente en la fracción de sulfuros primarios (fracción sexta) y en segundo lugar asociado a la fracción cuarta (sulfatos secundarios y/o oxihidróxidos de Fe secundarios). Es preciso tener en cuenta que el Fe extraído en la fracción sexta puede deberse a la liberación parcial del Fe presente en silicatos por los reactivos utilizados en esa fracción, los cuales no se han reconocido. Por ello se planteó realizar una revisión exhaustiva de los difractogramas y las tablas de datos asociadas.



Dicha revisión permitió ampliar el reconocimiento de la anhidrita a buena parte de las muestras oxidadas a cierta profundidad. Según la terminología de Jambor (1994), esta anhidrita de las zonas oxidadas puede interpretarse como un mineral secundario (formado por procesos de alteración del lodo en el depósito).

Parece, además, que, cuando más profundas son las muestras, más posibilidades hay de encontrar oxi-hidróxidos y óxidos que dejan su marca en los difractogramas con un mayor efecto de ruido.

7. CONCLUSIONES

Se ha estudiado el depósito de lodos conocido como Represa III, en el área de Zarandas, que pertenece al complejo minero de Riotinto. Ocupa buena parte de una vaguada situada al sur del Cabezo del Pie de la Sierra, por donde discurre el llamado Barranco del Pie de la Sierra, afluente del Río Tinto por la derecha. Las aguas de este afluente son canalizadas por un túnel de fábrica que atraviesa longitudinalmente todo el depósito. Según el Inventario Nacional de Depósitos de Lodos en Procesos de Tratamiento de Industrias Extractivas (IGME, 2001) se trata del depósito de lodos de flotación: 0938-8-0004.

La Represa III se encuentra parcialmente revegetada con pinos y jaras. Se ha podido ver que, en el tiempo transcurrido entre la realización de la Actualización del Inventario Nacional (año 2001) hasta la actualidad, es apreciable un crecimiento de los pinos, precisamente en la zona más oriental. Sin embargo, se ha constatado que muchos de ellos sé necrosan o rompen por el cuello de la raíz, o se tumban fácilmente por rotura de raíces en un radio de decímetros alrededor del tronco.

La composición mineralógica de la mineralización, según la información recopilada, incluía: pirita (FeS_2), con cantidades accesorias de calcopirita (CuFeS_2), esfalerita (ZnS) y galena (PbS), así como trazas de otros sulfuros. Los minerales encontrados para las muestras oxidadas incluyen siempre cuarzo y minerales silicatados tales como



moscovita y clorita, que son teóricamente procedentes de la ganga original. En la muestra no oxidada analizada se reconoció, además, pirita.

El clima de la zona de estudio es mediterráneo, con una evapotranspiración en verano que supera con creces a la precipitación, lo que permite una desecación elevada y repetida desde 1973. Esto ha permitido la formación y el descenso continuado de un frente de oxidación cuya profundidad supera en la parte oriental los 95 cm y alcanza, en la occidental, los 28 cm. Las diferentes capas descritas en esta zona oxidada abarcan franjas uniformes de cierto espesor, capas de color que se degrada en profundidad, alternancias de bandas, bandas discontinuas o lentejones, grupos de laminillas milimétricas y abigarrados de varios colores normalmente amarillentos, observarse una tendencia a que los colores de las capas superiores sean algo más rojizas.

Los valores de pH de las muestras de lodos tomadas en la Represa III son relativamente altos para el tipo de materiales que se están estudiando. No obstante, todos ellos deben ser calificados como ultra-ácidos o extremadamente ácidos. El S como sulfato representa la práctica totalidad del azufre total en la zona oxidada, si bien es un valor sumamente inferior al encontrado en otras balsas. Los análisis permiten afirmar que no es esperable una acidificación significativa en el futuro, a menos que como se supone, el frente de oxidación alcance en profundidad capas todavía no oxidadas. Parece en todo caso más probable que esto pueda afectar a las aguas por lixiviación, antes que por descargas de escorrentía superficial

De los minerales esparables como productos de la oxidación de los sulfuros, sólo aparecen jarosita $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$, y anhidrita ($Ca SO_4$). en alguna muestra. Los difractogramas aparecen extrañamente “limpios”. Sin embargo, parece que, cuando más profundas son las muestras, más posibilidades hay de encontrar oxi-hidróxidos y óxidos que dejan su marca en los difractogramas con un mayor efecto de ruido.

Si se considera la superficie del depósito como un nuevo suelo de origen artificial y se comparan los valores totales medidos en muestras superficiales, puede resultar



preocupante el nivel de As. De todos modos, el pH muy ácido, que conlleva problemas muchas veces por elevados contenidos disponibles de Mn y Al puede explicar el efecto negativo observado en los pinos, aunque este aspecto merecería ser investigado con detalle.

De los minerales esparables como productos de la oxidación de los sulfuros, sólo aparecen jarosita $KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$, y anhidrita ($Ca SO_4$).en alguna muestra. Los difractogramas aparecen extrañamente “limpios”. Sin embargo, parece que, cuando más profundas son las muestras, más posibilidades hay de encontrar oxi-hidróxidos y óxidos que dejan su marca en los difractogramas con un mayor efecto de ruido.

8. BIBLIOGRAFÍA

Arroyo, J. 1988. *Análisis fitogeográfico de la cuenca del Andévalo (Huelva)*. I Congreso Nacional de la Cuenca Minera de Río Tinto, Río Tinto (Huelva), octubre de 1988, pp. 313-328.

Baños, C. y M. Ayerbe. 1988. Restauración de suelos en la cuenca minera de Riotinto. Integración de excavaciones taludes y escombreras en el paisaje. I Congreso Nacional de la Cuenca Minera de Riotinto. Riotinto (Huelva), octubre de 1988. pp. 329-346.

Barrie, C. T., Amelin, Y. & Pascual, E. 2002. U–Pb geochronology of VMS mineralization in the Iberian Pyrite Belt. *Mineralium Deposita*, 37 (8), 684–703.

Carvalho, P., L. Conde, J. Hernández Enrile, V. Oliveira and L. J. G. S. Schermerhorn. 1976. III Reuniao de Geologia do Sodoeste do Macico Hesperico da Peninsula Iberica, Huelva-Beja, Faixa Piritosa Iberica: Comunicacoes Services Geologicos Portugal, v. 60, pp: 271-315.

Carvalho D., F. J. A. S. Barriga and J. Munhá. 1999. Bimodal siliciclastic systems-The Case of The Iberian Pyrite Belt. In. T. Barrie and M Hannington (eds.). *Volcanic-Associated Massive Sulfide Deposits: Processes and Examples in Modern and Ancient Settings*. Reviews in Economic Geology vol. 8, chap. 16, pp. 375-408.

Conde, C. y F. Tornos. 2007. Litoestratigrafía y arquitectura de las rocas volcánicas de la zona norte de la Faja Pirítica (zona San Telmo-Aguas Teñidas-Cueva de la Mora). En: IGME. 2007. Apoyo cartográfico y estructural al estudio de sulfuros masivos del sector septentrional de la Faja Pirítica Ibérica. Informe inédito. Servicio de Documentación del IGME. Anexo II. pp. 68-85.



Conde, C., Tornos, F., Mellado, D., González Clavijo, E. 2007. Lithogeochemistry of the volcanic séquence hosting the Río Tinto ore deposit (Iberian Pyrite Belt, Spain). Póster presentado al IAGS 2007, Oviedo.

Dold, B. 2005. *Basic Concepts of Environmental Geochemistry of Sulfide Mine-Waste*. XXIV Curso Latinoamericano de Metalogenia. Lima, Perú. 36 p.

FAO. 1988. *Soil map of the World. Revised legend*. FAO-UNESCO-ISRIC. World Soil Resources Reports No. 60. FAO, Rome.

FAO. 2006. *World reference base for soil resources 2006*. IUSS Working Group WRB. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

Fernández Remolar, D., J. Gómez-Elvira, F. Gómez, E. Sebastian, J. Martín, J. A. Manfredi, J. Torres, C. González Kesler, R. Amils (2004). The Tinto River, an extreme acidic environment under control of iron, as an analog of the Terra Meridiani hematite site of Mars. *PSS*, 52:239-248.

Hontoria Fernández, Chiquinquirá. 1995. *El régimen de humedad de los suelos de la España peninsular*. Tesis Doctoral. Departamento de Edafología de la ETSI Agrónomos, Universidad Politecnica de Madrid.

IGME. 1982. *Síntesis Geológica de la Faja Pirítica del SO de España*. Colección Memorias, nº 98. IGME-Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 106 pp, 1 mapa.

IGME. 1982. Hoja MAGNA 938 (Nerva). IGME-Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 106 pp, 1 mapa.

IGME. 2001. Actualización y ampliación del inventario nacional de depósitos de lodos en procesos de tratamiento de industrias extractivas. CD-ROMS provinciales Sevilla y Huelva. Inédito. Servicio de Documentación del IGME.

IGME. 2007. Apoyo cartográfico y estructural al estudio de sulfuros masivos del sector septentrional de la Faja Pirítica Ibérica. Informe inédito. Servicio de Documentación del IGME. 138 p.

Junta de Andalucía. 2004. Estudio de Elementos Traza en Suelos de Andalucía. Serie Informes, Estudios, Trabajos y Dictámenes. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. 165 p.

Kersabiec, A. M. et G. Roger. 1976. Sur la distribution de quelques éléments en traces dans l'encaissant des amas pyriteux de la partie de la province de Huelva. *Bull. B. R. G. M.*, 2^{eme} serie, II, 5 : 439-485.



- Leistel, J.M., Marcoux, E. & Thieblemont, D. 1998. The volcanic-hosted massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt. Review and preface to the Thematic Issue. *Mineralium Deposita*, 33, 2-30.
- Lopez-Arias, M, y J. M. Grau. 2005. *Metales pesados, materia orgánica y otros parámetros de la capa superficial de suelos agrícolas y de pastos en la España peninsular*. INIA.
- Mantero, E. M., E. García Navarro, F..M. Alonso-Chaves, L..M. Martín Parra, J. Matas y A. Azor. 2007. La Zona Sudportuguesa: propuesta para la división de un bloque continental en dominios. *Geogaceta*, 43: 27-30.
- MAPA. 1989. *Caracterización agroclimática de la provincia de Huelva*. Dirección General de la Producción Agraria. MAPA. Madrid.
- MAPA. 1991. *Mapa Forestal de España*. E: 1/200.000. Hoja 3-10 Sevilla. ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 132.páginas, 1 mapa.
- Mellado, D., González Clavijo, E., Tornos, F.; Conde, E. 2006. Geología y estructura de la mina de Río Tinto (Faja Pirítica Ibérica, España). *Geogaceta*, 40, 227-230.
- Quesada, C. 1998. A reappraisal of the structure of the Spanish segment of the Iberian Pyrite Belt. *Mineralium Deposita*, 33 (1-2): 31-44.
- Rivas Martínez, S., (1987). "Mapa de series de vegetación de España". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- Pérez Blanco, A. 1994. *Plan de Restauración en una presa de residuos*. En: I Jornadas Sobre Minería y Medio Ambiente. Marzo de 1994, Sevilla. Separata, 28 p.
- Silva, J. B., J. T. Oliveira and A. Ribeiro. 1990. Structural outline, South Portuguese Zone. In: Pre-Mesozoic Geology of Iberia. Dallmeyer, R. D. and E. Martínez García (eds.). Springer-Verlag. pp. 348-362.
- Sainz, A. and J. Loredó. 2005. Tinto River pollution: remediation versus conservation. Proceedings of 9th International Mine Water Congress. Oviedo, Asturias, Spain. pp. 89-94.
- Schermerhorn, L. J. G. 1971. An outline stratigraphy of the Iberian Pyrite Belt. *Boletín Geológico y Minero*, v. 82: 239-268.
- SOIL SURVEY STAFF. 1993. *Soil Survey Manual*. Agricultural Handbook No. 18. Soil Conservation Service, Washington, DC.



Soriano, C. and Casas, J. M. 2002. Cross section through the central part of the Iberian Pyrite Belt, South Portuguese Zone (Spain). *Geological Society of America Special Paper* 364: 183-197

Strauss, G. K., J. Madel, and F. F. Alonso. 1977. Esploration practice for strata-bound volcanogenic sulphide deposits in the Spanish-Portuguese pyrite belt. In: D. D. Klemm and H. J. Scheinder (eds.). *Time- and strata-bound ore deposits*. Springer Verlag, Berlin. pp. 55-93.



ANEXO I. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.



En las sucesivas tablas se muestran los resultados analíticos obtenidos sobre las muestras de lodos, suelos y aguas obtenidos en la denominada Represa III y su entorno (área de Zarandas).

Tabla A.I.1. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, en las muestras de la calicata ZA-1.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)
ZA-1-0	57'87	42'13
ZA-1-1	100'00	0'00
ZA-1-2	100'00	0'00
ZA-1-3	100'00	0'00
ZA-1-4	100'00	0'00
ZA-1-5	100'00	0'00
ZA-1-6	100'00	0'00
ZA-1-7	100'00	0'00
ZA-1-8	100'00	0'00
ZA-1-9	100'00	0'00
ZA-1-10	100'00	0'00
ZA-1-11	100'00	0'00

Tabla A.I.2. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, en las muestras de la calicata ZA-2.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)
ZA-2-0	43'89	56'11
ZA-2-1	100'00	0'00
ZA-2-2	100'00	0'00
ZA-2-3	100'00	0'00
ZA-2-4	100'00	0'00
ZA-2-5	100'00	0'00
ZA-2-6	100'00	0'00
ZA-2-7	100'00	0'00
ZA-2-8	100'00	0'00



Tabla A.I.3. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, en las muestras de la calicata ZA-3.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)
ZA-3-0	27'31	72'69
ZA-3-1	99'73	0'27
ZA-3-2	100'00	0'00
ZA-3-3	100'00	0'00
ZA-3-4	100'00	0'00
ZA-3-5	100'00	0'00
ZA-3-6	100'00	0'00
ZA-3-7	100'00	0'00
ZA-3-8	100'00	0'00
ZA-3-9	100'00	0'00

Tabla A.I.4. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, en las muestras de la calicata ZA-4.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)
ZA-4-1	100'00	0'00
ZA-4-2	100'00	0'00
ZA-4-3	100'00	0'00
ZA-4-4	100'00	0'00
ZA-4-5	100'00	0'00
ZA-4-6	100'00	0'00
ZA-4-7	100'00	0'00
ZA-4-8	100'00	0'00
ZA-4-9	100'00	0'00
ZA-4-10	100'00	0'00



Tabla A.I.5. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, en las muestras de la calicata ZA-5.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)
ZA-5-1	100'00	0'00
ZA-5-2	100'00	0'00
ZA-5-3	100'00	0'00
ZA-5-4	100'00	0'00
ZA-5-5	100'00	0'00
ZA-5-6	100'00	0'00
ZA-5-7	100'00	0'00
ZA-5-G	100'00	0'00
ZA-SET	100'00	0'00

Tabla A.I.6. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME sobre las muestras tomadas en la calicata ZA-1. d_{50} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 50% de la muestra. d_{90} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 90% de la muestra.

MUESTRA	d_{50}	d_{90}	< 0'25mm (%)	% ARENA (0,06-2mm)	%LIMO (0,002-0,06mm)	% ARCILLA (<0,002mm)
ZA-1-0	0,022	0,730	82,75	30,50	50,90	18,60
ZA-1-1	0,160	0,220	78,25	78,00	14,57	7,43
ZA-1-2	0,059	0,200	96,18	61,00	29,85	9,15
ZA-1-3	0,009	0,090	99,42	20,00	57,20	22,80
ZA-1-4	0,130	0,240	89,58	79,00	14,61	6,39
ZA-1-5	0,190	0,400	67,12	82,00	12,88	5,12
ZA-1-6	0,017	0,100	99,52	21,00	60,30	18,70
ZA-1-7	0,100	0,210	97,22	62,00	28'52	9,48
ZA-1-8	0,050	0,130	100,00	46,00	45,89	8'11
ZA-1-9	0,190	0,400	65,05	84,00	12,26	3,74
ZA-1-10	0,009	0,100	98,54	20,00	60,67	19,33
ZA-1-11	0,180	0,360	72,38	82,00	13,44	4,56

Tabla A.I.7. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME sobre las muestras tomadas en la calicata ZA-2. d_{50} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 50% de la muestra. d_{90} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 90% de la muestra.

MUESTRA	d_{50}	d_{90}	< 0'25mm (%)	% ARENA (0,06-2mm)	%LIMO (0,002-0,06mm)	% ARCILLA (<0,002mm)
ZA-2-0	0,013	0,400	87,00	30,50	46,92	22,58
ZA-2-1	0,003	0,020	99,10	4,00	63,89	32,11
ZA-2-2	0,050	0,170	98,62	47,00	41,72	11,28
ZA-2-3	0,190	0,400	66,22	80,00	14,03	5,97
ZA-2-4	0,012	0,160	98,44	27,00	55,69	17,31
ZA-2-5	0,170	0,350	74,22	80,00	14,23	5,77
ZA-2-6	0,080	0,210	94,83	57,00	32,03	10,97
ZA-2-7	0,021	0,180	96,19	36,00	48,21	15,79
ZA-2-8	0,140	0,270	87,56	77,00	16,24	6,76

Tabla A.I.8. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME sobre las muestras tomadas en la calicata ZA-3. d_{50} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 50% de la muestra. d_{90} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 90% de la muestra.

MUESTRA	d_{50}	d_{90}	< 0'25mm (%)	% ARENA (0,06-2mm)	%LIMO (0,002-0,06mm)	% ARCILLA (<0,002mm)
ZA-3-0	0,100	1,250	57,84	52,00	25,53	22,47
ZA-3-1	0,150	0,300	83,79	81,00	13,32	5,68
ZA-3-2	0,005	0,041	96,41	8,00	66,06	25,94
ZA-3-3	0,070	0,190	97,35	55,00	33,11	11,89
ZA-3-4	0,005	0,060	95,58	8,00	68,84	23,16
ZA-3-5	0,140	0,250	86,69	84,00	12,33	3,67
ZA-3-6	0,140	0,300	82,79	77,50	16,72	5,78
ZA-3-7	0,005	0,060	94,78	10,00	62,67	27,33
ZA-3-8	0,078	0,190	98,14	60,00	30,22	9,78
ZA-3-9	0,039	0,120	93,75	41,00	46,49	12,51

Tabla A.I.9. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME sobre las muestras tomadas en la calicata ZA-4. d_{50} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 50% de la muestra. d_{90} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 90% de la muestra.

MUESTRA	d_{50}	d_{90}	< 0,25mm (%)	% ARENA (0,06-2mm)	%LIMO (0,002-0,06mm)	% ARCILLA (<0,002mm)
ZA-4-1	0,160	0,350	74,61	73,00	17,57	9,43
ZA-4-2	0,064	0,135	99,03	52,00	30,07	11,93
ZA-4-3	0,160	0,360	73,67	78,00	14,05	7,95
ZA-4-4	0,012	0,315	83,92	42,00	36,80	21,20
ZA-4-5	0,110	0,300	84,34	70,00	22,85	7,15
ZA-4-6	0,011	0,080	100,00	36,00	64,00	21,00
ZA-4-7	0,093	0,200	98,36	71,00	21,76	7,24
ZA-4-8	0,008	0,027	99,96	2,00	80,26	17,74
ZA-4-9	0,049	0,160	98,00	45,00	42,99	12,01
ZA-4-10	0,140	0,260	86,38	79,00	14,25	6,75

Tabla A.I.10. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME sobre las muestras tomadas en la calicata ZA-5 y en la muestra compuesta ZA-SET. d_{50} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 50% de la muestra. d_{90} representa el diámetro de malla (mm) que permite el paso del 90% de la muestra.

MUESTRA	d_{50}	d_{90}	< 0,25mm (%)	% ARENA (0,06-2mm)	%LIMO (0,002-0,06mm)	% ARCILLA (<0,002mm)
ZA-5-1	0,009	0,094	99,74	20,00	58,19	21,81
ZA-5-2	0,006	0,260	89,42	17,50	58,56	23,94
ZA-5-3	0,073	0,160	99,85	60,00	30,84	9,16
ZA-5-4	0,032	0,120	99,81	42,00	43,03	14,97
ZA-5-5	0,008	0,090	100,00	16,00	62,74	21,26
ZA-5-6	0,110	0,205	99,33	80,00	14,34	5,66
ZA-5-7	0,003	0,009	99,98	0,50	64,52	34,98
ZA-SET	0,051	0,210	92,94	47,90	38,13	13,97



Tabla A.I.11. Características físicas de las muestras de suelos naturales tomadas en el entorno de la Represa III.

MUESTRA	Color Munsell (húmedo, campo)	Color Munsell (seco, lab.)	EG (%)	Fracciones granulométricas (USDA) en %		
				Ar	L	Ac
ZA-NAT-1	7'5 YR 3/3	7'5 YR 4/4	57'00	s.d.	s.d.	s.d.
ZA-NAT-2	5 YR 4/6	5 YR 5/4	47'56	71'00	18'60	10'40
ZA-NAT-3	7'5 YR 5/6	7'5 YR 6/3	29'02	43'80	43'27	12'93
ZA-NAT-4	5 YR 5/6	5 YR 6/3	47'79	52'58	30'09	17'33
ZA-NAT-5	7'5 YR 5/6	7'5 YR 6/4	29'65	42'40	36'64	20'96
ZA-NAT-6	5 YR 4/6	5 YR 5/4	44'85	43'47	33'33	23'20
ZA-NAT-7	5 YR 4/6	5 YR 5/4	45'60	53'40	27'96	18'64
ZA-NAT-8	7'5 YR 4/4	7'5 YR 5/4	46'86	44'21	38'03	17'76

Tabla A.I.12. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Ssulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras de la calicata ZA-1. El pH se midió sobre pasta saturada. Los valores de azufre total se midieron por combustión total. Ssulfato fue medido por fluorescencia de rayos X sobre extracto con oxalato amónico. Spir. fue obtenido como diferencia entre el azufre total y el valor de azufre sulfato. (*): en la muestra ZA-1-0 (tierra de recubrimiento) no es correcto estimar Spir. como diferencia. La capacidad de neutralización potencial fue medida por el método de Sobek *et al.*, (1987).

MUESTRA	pH	%Stotal	%Ssulfato	%Spir.	C.N.P. (t CaCO ₃ /1000 t material)
ZA 1-0	3.80	0.140	0.098	(*)	+4.85
ZA 1-1	3.85	0.130	0.078	0.052	+4.63
ZA 1-2	3.73	0.045	0.075	--	+3.52
ZA 1-3	3.70	0.080	0.086	--	+3.09
ZA 1-4	3.73	0.105	0.061	0.044	+4.40
ZA 1-5	3.72	0.055	0.060	--	+5.72
ZA 1-6	3.50	0.075	0.075	0.000	+2.42
ZA 1-7	3.64	0.100	0.062	0.038	+1.98
ZA-1-8	3.58	0.070	0.078	--	+1.32
ZA-1-9	3.58	0.095	0.085	0.010	+1.10
ZA-1-10	3.32	0.100	0.095	0.005	+1.10
ZA-1-11	3.43	0.140	0.115	0.025	+0.88



Tabla A.I.13. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Ssulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras de la calicata ZA-2. El pH se midió sobre pasta saturada. Los valores de azufre total se midieron por combustión total. Ssulfato fue medido por fluorescencia de rayos X sobre extracto con oxalato amónico. Spir. fue obtenido como diferencia entre el azufre total y el valor de azufre sulfato. (*): en la muestra ZA-1-0 (tierra de recubrimiento) no es correcto estimar Spir. como diferencia La capacidad de neutralización potencial fue medida por el método de Sobek *et al.*, (1987).

MUESTRA	pH	%Stotal	%Ssulfato	%Spir.	C.N.P. (t CaCO ₃ /1000 t material)
ZA 2-0	3.39	0.245	0.192	(*)	+3.41
ZA 2-1	3.54	0.100	0.095	0.005	+1.54
ZA 2-2	3.50	0.135	0.127	0.008	+2.20
ZA 2-3	3.53	0.165	0.124	0.041	+4.85
ZA-2-4	3.44	0.150	0.147	0.003	+2.20
ZA 2-5	3.48	0.165	0.146	0.019	+1.98
ZA 2-6	3.46	0.110	0.097	0.013	+1.57
ZA 2-7	3.34	0.200	0.182	0.018	+1.35
ZA 2-8	3.40	0.130	0.077	0.053	+1.35

Tabla A.I.14. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Ssulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras de la calicata ZA-3. El pH se midió sobre pasta saturada. Los valores de azufre total se midieron por combustión total. Ssulfato fue medido por fluorescencia de rayos X sobre extracto con oxalato amónico. Spir. fue obtenido como diferencia entre el azufre total y el valor de azufre sulfato. La capacidad de neutralización potencial fue medida por el método de Sobek *et al.*, (1987).

MUESTRA	pH	%Stotal	%Ssulfato	%Spir.	C.N.P. (t CaCO ₃ /1000 t material)
ZA 3-0	4.21	0.015	0.000	(*)	+2.03
ZA 3-1	4.05	0.070	0.025	0.045	+1.05
ZA 3-2	3.68	0.120	0.115	0.005	+0.67
ZA 3-3	3.68	0.110	0.102	0.008	+1.35
ZA-3-4	3.75	0.100	0.110	---	+2.25
ZA 3-5	3.63	0.090	0.047	0.043	+2.25
ZA 3-6	3.63	0.100	0.066	0.034	-1.04
ZA 3-7	3.49	0.180	0.176	0.004	+1.57
ZA-3-8	3.42	0.255	0.130	0.125	+1.57
ZA-3-9	3.43	0.100	0.055	0.045	+2.25



Tabla A.I.15. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Sulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras de la calicata ZA-4. El pH se midió sobre pasta saturada. Los valores de azufre total se midieron por combustión total. Sulfato fue medido por fluorescencia de rayos X sobre extracto con oxalato amónico. Spir. fue obtenido como diferencia entre el azufre total y el valor de azufre sulfato. La capacidad de neutralización potencial fue medida por el método de Sobek *et al.*, (1987).

MUESTRA	pH	%Stotal	%Sulfato	%Spir.	C.N.P. (t CaCO ₃ /1000 t material)
ZA 4-1	3.39	0.305	0.225	0.080	0.00
ZA 4-2	3.41	0.090	0.087	0.003	+1.35
ZA-4-3	3.63	0.085	0.043	0.042	+3.83
ZA 4-4	3.54	0.075	0.069	0.006	0.00
ZA 4-5	3.51	0.065	0.042	0.023	1.80
ZA 4-6	3.34	0.100	0.089	0.011	-0.26
ZA-4-7	3.65	0.065	0.049	0.016	+2.09
ZA-4-8	3.64	0.085	0.040	0.045	+1.31
ZA-4-9	3.52	0.090	0.015	0.075	+1.05
ZA-4-10	3.51	0.150	0.165	---	+0.52

Tabla A.I.16. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Sulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras de la calicata ZA-5 y de la muestra compuesta superficial ZA-SET. El pH se midió sobre pasta saturada. Los valores de azufre total se midieron por combustión total. Sulfato fue medido por fluorescencia de rayos X sobre extracto con oxalato amónico. Spir. fue obtenido como diferencia entre el azufre total y el valor de azufre sulfato. La capacidad de neutralización potencial fue medida por el método de Sobek *et al.*, (1987).

MUESTRA	pH	%Stotal	%Sulfato	%Spir.	C.N.P. (t CaCO ₃ /1000 t material)
ZA 5-1	3.33	0.320	0.293	0.027	-1.83
ZA 5-2	3.24	0.435	0.404	0.031	-1.55
ZA 5-3	3.26	0.150	0.123	0.027	-0.32
ZA 5-4	3.18	0.200	0.216	---	0.00
ZA 5-5	3.19	0.250	0.266	---	+1.31
ZA 5-6	3.26	0.120	0.045	0.075	1.31
ZA 5-7	3.35	3.310	0.428	2.882	-2.25
ZA-5-G	3.20	2.050	0.311	1.739	-2.35
ZA-SET	4.17	0'090	---	---	-0.70



Tabla A.I.17. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Sulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras de suelos naturales y efluentes del entorno de la Represa III. El pH se midió sobre pasta saturada. Los valores de azufre total se midieron por combustión total. Sulfato fue medido por fluorescencia de rayos X sobre extracto con oxalato amónico. Spir. fue obtenido como diferencia entre el azufre total y el valor de azufre sulfato. (*): en la muestras de suelos naturales no es correcto estimar Spir. como diferencia La capacidad de neutralización potencial fue medida por el método de Sobek *et al.*, (1987).

MUESTRA	pH	%Stotal	%Sulfato	%Spir.	C.N.P. (t CaCO ₃ /1000 t material)
ZA-NAT-1	4.67	0.040	0.006	(*)	+1.57
ZA-NAT-2	3.64	0.110	0.010	(*)	-2.40
ZA-NAT-3	3.61	0.030	0.000	(*)	-1.80
ZA-NAT-4	3.85	s.d.	s.d.	(*)	+1.50
ZA-NAT-5	4.42	s.d.	s.d.	(*)	+0.20
ZA-NAT-6	4.18	s.d.	s.d.	(*)	+0.70
ZA-NAT-7	4.13	s.d.	s.d.	(*)	+0.50
ZA-NAT-8	3.80	s.d.	s.d.	(*)	+1.20
ZA-EF-1	2.37	7.840	7.940	--	-5.50
ZA-EF-2	1.79	11.120	10.940	0.180	-206.30
ZA-EF-3	1.55	13.380	10.690	2.690	-217.80
ZA-EF-4	0.50	14.480	10.630	3.850	-261.50



Tabla A.I.18. Resultados analíticos de muestras de lodos, eflorescencias y suelos sometidas al test de extracción TCLP (método EPA 1311). En rojo se indican los límites establecidos para identificar los residuos peligrosos según el resultado de aplicar el test, salvo (*), que son límites establecidos para la aplicación del test STLC

MUESTRA	A g	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
TCLP limit (mg/L)	5	5	1	80(*)	5	25(*)	0.2	20(*)	5	1	250(*)
ZA SET	0.002	0.010	0.0002	0.003	0	0.25	0.006	0	0.392	0	0.13
ZA 1-0	0.0002	0.002	0.0002	0.048	0.002	0.47	0	0.013	0.171	0	0.21
ZA 1-1	0.012	0.021	0.0009	0.015	0	0.96	0.028	0.003	0.74	0	0.21
ZA 1-2	0.004	0.0007	0.0004	0.005	0	0.35	0.0006	0.0001	0.37	0	0.072
ZA 5-1	0.0002	0.002	0.0003	0.003	0	0.11	0.0009	0.001	0.0008	0	0.23
ZA 5-2	0.0003	0.003	0.0004	0.006	0	0.19	0.011	0.00003	0.011	0	0.36
ZA 5-3	0.0002	0.017	0.0001	0.006	0	0.17	0.019	0	0.023	0	0.38
ZA-NAT-2	0.0002	0.004	0.0006	0.001	0	0.18	0.0001	0.0008	0.071	0	0.14
ZA-NAT-3	0.0009	0	0.0002	0.008	0.00001	0.33	0.001	0.004	0.019	0	0.18
ZA-NAT-4	0	0.024	0.0009	0.011	0.24	0.0008	0	0.004	0.050	0	0.12
ZA-NAT-5	0	0	0.0009	0.005	0.15	0.004	0	0.0009	0.040	0	0.090
ZA-NAT-6	0	0	0.002	0.051	0.61	0	0	0.007	0.018	0	0.063
ZA NAT-7	0	0	0.0003	0.007	0.40	0.002	0	0.064	0.016	0	0.031
ZA-NAT-8	0	0	0.004	0.018	0.74	0.006	0	0.017	0.005	0	0.22
ZA-EF-4	0	0.031	0.25	7.35	0.047	25.40	0.0002	1.49	2.17	0.021	132.7

Tabla A.I.19. Resultados analíticos de muestras de aguas tomadas a la entrada y salida del túnel que atraviesa el depósito de lodos, en un charco formado por la lluvia en la superficie del mismo, y en el Río Tinto, a unos 800 m aguas arriba de la confluencia del Arroyo del Pie de la Sierra con el propio Río Tinto.

	Entrada del túnel		Salida del túnel		Charco	Río Tinto
	Octubre 2005	Noviembre 2006	Octubre 2005	Noviembre 2006		
MEDIDAS DE CAMPO						
pH	7'13	7'51	6'37	6'67	6'45	2'37
C.E 20°. (mS/cm)	0'50	0'61	1;39	0'70	0'08	7'85
MEDIDAS DE LABORATORIO						
Sólidos disueltos (mg/l)	289	408	938	685	122	11898
Sólidos en suspensión (mg/l)	5'45	16'0	108'0	85'0	4'0	40'0
pH	6'54	7'76	3'47	6'68	5'68	2'52
Eh (mV)	216'0	157'9	383'0	194'9	120'2	472'0
C.E 20°. (mS/cm)	0'39	0'57	1'23	0'68	0'09	6'71
Alcalinidad (mg/l)	63'0	85'4	--	53'4	13'4	--
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	55	125	470	194	18	7165
Fe (µg/l)	0'41	0'30	82'90	8'71	0'19	963'00
Cu (µg/l)	252'00	0'08	228'00	0'04	0'04	129'00
Mn (µg/l)	206'00	1'14	4400'00	1'29	0'01	29'80
Zn (µg/l)	170'00	0'10	788'00	0'31	0'02	104'00
Al (µg/l)	51'30	0'47	226'00	<0'25	0'27	118'00
Ni (µg/l)	2'00	4'00	12'00	8'00	3'00	652'00
As (µg/l)	23'00	15'00	23'00	4'00	2'00	2414'00
Ba (µg/l)	17'30	24'70	20'00	26'80	24'60	9'00
Cd (µg/l)	0'70	0'82	3'03	0'26	0'51	357'00
Co (µg/l)	0'78	3'30	57'3	22'8	0'31	4369'00
Cr (µg/l)	4'09	2'16	5'03	2'21	0'39	62'2
Pb (µg/l)	3'67	1'85	7'48	3'81	1'75	83'1
Sb (µg/l)	0'97	3'72	0'78	2'71	0'47	7'61



Tabla A.I.20. Minerales identificados sobre la fracción inferior a 0'063 mm mediante análisis cualitativo por Difracción de Rayos X sobre polvo cristalino aplicado a las muestras de la calicata ZA-1. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
ZA-1-0	CUARZO	CLORITA	---
ZA-1-1	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-2	CUARZO	CLORITA	---
ZA-1-3	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-4	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-5	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-6	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-7	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-8	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-9	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-10	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-1-11	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA



Tabla A.I.21. Minerales identificados sobre la fracción inferior a 0'063 mm mediante análisis cualitativo por Difracción de Rayos X sobre polvo cristalino aplicado a las muestras de la calicata ZA-2. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
ZA-2-0	CUARZO	CLORITA, MOSCOVITA	MICROLINA
ZA-2-1	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-2-2	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-2-3	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-2-4	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-2-5	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-2-6	CUARZO	CLORITA	CLORITOIDE
ZA-2-7	CUARZO	CLORITA	ANHIDRITA, ILLITA
ZA-2-8	CUARZO	CLORITA	---



Tabla A.I.22. Minerales identificados sobre la fracción inferior a 0'063 mm mediante análisis cualitativo por Difracción de Rayos X sobre polvo cristalino aplicado a las muestras de la calicata ZA-3. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
ZA-3-0	CUARZO	MOSCOVITA, CLORITA	---
ZA-3-1	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-3-2	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-3-3	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-3-4	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-3-5	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-3-6	CUARZO	CLORITA	ILLITA, ANHIDRITA
ZA-3-7	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-3-8	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-3-9	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA



Tabla A.I.23. Minerales identificados sobre la fracción inferior a 0'063 mm mediante análisis cualitativo por Difracción de Rayos X sobre polvo cristalino aplicado a las muestras de la calicata ZA-4. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
ZA-4-1	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA, JAROSITA
ZA-4-2	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-4-3	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-4-4	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA, ANHIDRITA
ZA-4-5	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-4-6	CUARZO	CLORITA	ILLITA
ZA-4-7	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-4-8	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-4-9	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-4-10	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA

Tabla A.I.24. Minerales identificados sobre la fracción inferior a 0'063 mm mediante análisis cualitativo por Difracción de Rayos X sobre polvo cristalino aplicado a las muestras de la calicata ZA-5. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
ZA-5-1	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA, JAROSITA
ZA-5-2	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA, JAROSITA
ZA-5-3	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-5-4	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-5-5	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA, AMONIOJAROSITA
ZA-5-6	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA
ZA-5-7	CUARZO, CLORITA	PIRITA	MOSCOVITA

Tabla A.I.25. Minerales identificados sobre la fracción inferior a 0'063 mm mediante análisis cualitativo por Difracción de Rayos X sobre polvo cristalino aplicado a la muestra compuesta superficial ZA-SET y a muestras de eflorescencias. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
ZA-SET	CUARZO	CLORITA	MOSCOVITA,
ZA-EF-1	YESO	CUARZO	CLORITA
ZA-EF-2	PICKERINGITA	CUARZO	STARKEYITA, CLORITA
ZA-EF-3	PICKERINGITA	STARKEYITA	CLORITA
ZA-EF-4	MAGNESIOCOPIAPITA	HALOTRIQUITA	---



A continuación se exponen las tablas de datos obtenidos en la extracción secuencial de las muestras. Las medidas vienen expresadas siempre en mg/kg. Las diferentes fracciones (**FR.**), numeradas con números del **1** al **7**, se corresponden con los diferentes extractantes

- **Fracción 1:** Agua destilada (30 ml por 1 g de muestra, agitando durante una hora a temperatura ambiente): se disuelven el yeso y las sales metálicas solubles en agua como calcantita o pickeringita.
- **Fracción 2:** Acetato amónico 1M a pH 4'5, agitando durante dos horas a temperatura ambiente: se extrae la fracción de cambio y la ligada a carbonato cálcico.
- **Fracción 3:** Oxalato amónico 0'2 M, a pH 3, agitando durante una hora en oscuridad: disuelve completamente oxihidróxidos e hidroxisulfatos de Fe (III) tales como swertmannita y ferrihidrita de dos líneas.
- **Fracción 4:** Oxalato amónico 0'2 M, a pH 3, en baño de agua a 80° C, agitando durante dos horas: disuelve todos los minerales secundarios de Fe(III).
- **Fracción 5:** Agua oxigenada al 35% en baño de agua durante una hora: se disuelven la materia orgánica y los sulfuros supergénicos de cobre (covellina y calcosina).
- **Fracción 6:** Ácido clorhídrico y clorato potásico, seguido de ebullición con ácido nítrico 4M: se disuelven los sulfuros primarios.
- **Fracción 7:** Mezcla de ácidos clorhídrico, fluorhídrico, nítrico y perclórico, para atacar los contenidos residuales en silicatos, en digestor abierto sobre placa calefactora.

ZA-1-0		ZA-1-0																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	80,29	0,09	2,84	76,27	0,08	0,07	4,84	0,38	0,25	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	1,03	0,00	0,01	1,16	0,06
2	308,58	0,00	67,17	379,77	1,63	0,77	53,52	8,88	0,83	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,15	71,34	0,00	0,04	79,90	0,00
3	761,70	1,03	157,28	1771,68	1,22	1,43	116,49	4,70	8,75	0,00	0,14	0,00	0,00	0,68	0,64	0,00	0,00	0,01	95,22	1,59
4	2533,10	7,29	64,68	24000,01	2,25	4,62	125,66	25,70	65,46	0,40	0,79	0,01	0,00	1,38	3,03	45,05	0,00	0,12	197,71	0,73
5	213,34	1,97	1,70	172,35	0,15	0,31	7,03	1,66	1,49	1,27	0,29	0,22	0,01	0,00	0,67	14,24	0,00	0,00	8,13	0,29
6	8698,10	12,90	118,42	21266,30	4,04	13,72	43,03	54,71	23,99	0,62	0,00	0,67	0,00	3,15	2,08	67,72	0,00	0,04	53,25	0,17
7	31143,20	26,33	38,19	5156,37	1,43	5,47	11,18	22,56	11,51	0,00	0,00	0,16	0,00	1,94	3,15	382,87	0,00	0,79	33,09	0,00
SUMA	43738,31	49,60	450,27	52822,75	10,80	26,38	361,74	118,58	112,28	2,32	1,21	1,05	0,12	7,17	9,75	582,24	0,00	1,00	468,45	2,84

ZA 1-1		ZA 1-1																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	3,77	0,00	4,09	18,09	0,11	0,03	4,21	0,00	2,06	0,01	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,97	0,00	0,02	0,98	0,00
2	143,06	0,00	8,56	80,22	0,26	0,07	10,55	0,00	1,32	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,05	21,95	0,00	0,03	47,44	0,03
3	221,11	0,01	131,83	910,29	0,04	0,42	11,52	0,00	15,77	0,00	0,09	0,03	0,00	0,33	0,77	0,00	0,00	0,00	6,77	0,01
4	2515,76	0,48	37,19	23625,20	0,37	0,23	269,74	21,04	214,43	0,71	2,12	0,00	0,37	2,24	11,79	32,37	0,00	0,11	165,57	0,05
5	80,55	0,23	2,04	86,78	0,02	0,00	13,46	0,00	2,10	3,94	0,08	1,26	0,01	0,00	0,78	12,23	0,00	0,00	4,95	0,05
6	15710,70	0,00	318,70	32797,00	1,89	0,00	60,35	70,34	17,64	0,00	0,00	0,46	0,00	2,32	1,45	146,38	0,04	0,00	23,10	0,02
7	13476,90	0,15	198,76	15902,50	1,67	0,00	4,20	48,01	4,56	0,00	0,06	0,22	0,08	4,07	2,18	413,19	0,01	1,01	52,41	4,01
SUMA	32151,85	0,86	701,16	73420,08	4,36	0,74	374,04	139,39	257,88	4,66	2,35	1,97	0,61	8,97	17,02	627,08	0,05	1,17	301,23	4,17

ZA-1-2		ZA-1-2																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	16,26	0,00	2,35	118,44	0,05	0,02	4,24	0,43	0,55	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	7,52	0,00	0,02	1,42	0,01
2	128,61	0,00	2,40	83,48	0,08	0,02	10,50	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	41,72	0,00	0,01	22,06	0,02
3	210,25	0,75	129,70	866,54	0,03	0,41	12,60	2,06	4,99	0,00	0,08	0,02	0,00	0,19	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
4	2797,82	0,35	50,42	19038,30	0,43	0,17	208,08	26,04	68,60	0,10	1,63	0,00	0,00	1,09	10,68	91,88	0,00	0,02	38,50	0,05
5	154,62	0,46	4,65	110,05	0,03	0,08	4,71	2,25	0,32	1,14	0,00	0,38	0,00	0,00	0,91	28,87	0,00	0,00	0,25	0,06
6	14770,50	0,00	289,54	30609,50	2,02	0,00	27,00	63,01	2,74	0,00	0,00	0,27	0,00	1,65	1,85	270,63	0,00	0,00	8,17	0,03
7	12330,10	2,57	173,47	14832,60	1,60	0,26	5,47	38,54	0,79	0,00	0,21	0,12	0,07	4,62	2,75	424,08	0,00	1,22	22,58	4,46
SUMA	30408,16	4,13	652,53	65658,91	4,24	0,95	272,58	132,33	78,29	1,25	1,92	0,79	0,08	7,60	16,65	864,70	0,00	1,29	92,97	4,65

ZA-1-3		ZA-1-3																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	5,13	0,00	3,25	31,25	0,08	0,03	4,58	1,03	0,13	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	7,44	0,00	0,02	1,70	0,00
2	210,44	0,00	4,86	94,11	0,15	0,01	23,81	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	35,54	0,00	0,04	62,02	0,05
3	374,64	0,58	128,09	1463,50	0,04	0,40	26,64	2,01	15,00	0,00	0,19	0,06	0,00	0,32	0,42	84,29	0,00	0,01	26,05	0,04
4	3418,63	0,47	61,55	28173,60	0,42	0,17	341,60	35,02	157,74	0,15	1,38	0,00	0,00	1,30	6,41	147,78	0,00	0,10	101,56	0,06
5	100,34	0,61	1,24	99,13	0,02	0,03	3,04	0,00	1,94	4,48	0,23	0,65	0,00	0,00	0,14	72,30	0,00	0,00	6,63	0,06
6	17845,80	0,00	360,00	46302,10	2,20	0,00	132,84	88,47	100,10	0,00	0,00	1,13	0,00	2,36	2,10	328,50	0,00	0,00	40,67	0,02
7	11748,30	0,92	145,65	12594,90	1,20	0,00	3,67	35,34	4,21	0,00	0,18	0,12	0,00	4,37	3,54	351,75	0,00	1,30	58,72	7,00
SUMA	33703,28	2,58	704,64	88758,60	4,10	0,64	536,17	161,87	279,62	4,64	1,97	2,01	0,00	8,35	12,62	1027,60	0,00	1,46	297,34	7,23



ZA-1-4

ZA-1-4

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	7,04	0,00	1,88	48,70	0,05	0,02	3,65	0,47	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	6,58	0,00	0,02	0,95	0,00
2	129,69	0,00	2,18	92,78	0,07	0,07	11,19	3,90	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	40,28	0,00	0,02	21,31	0,02
3	231,74	0,95	118,52	995,51	0,03	0,40	16,59	1,60	11,97	0,00	0,00	0,02	0,00	0,20	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	2464,50	0,36	45,31	18677,00	0,33	0,49	236,54	21,49	117,94	0,02	1,42	0,00	0,66	1,40	5,84	72,22	0,00	0,04	48,12	0,04
5	229,58	0,88	2,65	145,80	0,03	0,07	6,51	0,13	1,13	1,76	0,03	0,71	0,00	0,00	0,64	29,79	0,00	0,00	0,98	0,02
6	15039,30	0,00	307,26	31382,10	1,82	0,00	38,07	55,38	9,77	0,00	0,00	0,43	0,00	1,86	1,49	143,96	0,00	0,00	11,30	0,01
7	10815,10	0,00	144,65	12204,30	1,32	0,00	4,69	36,50	1,48	0,00	0,00	0,13	0,00	2,60	1,38	169,92	0,00	0,87	19,53	6,74
SUMA	28916,95	2,18	622,44	63546,19	3,63	1,06	317,24	119,46	143,64	1,78	1,45	1,29	0,67	6,07	9,78	462,75	0,00	0,94	102,18	6,84

ZA-1-5

ZA-1-5

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	3,27	0,00	1,55	19,38	0,03	0,01	2,84	0,26	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	4,61	0,00	0,02	0,57	0,00
2	0,19	2,39	79,36	0,06	0,04	0,92	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	37,63	0,00	0,03	18,10	0,55	0,03
3	201,65	0,76	128,23	903,17	0,02	0,36	13,89	0,00	9,85	0,00	0,08	0,04	0,00	0,22	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
4	2651,42	0,48	52,28	19468,20	0,37	0,16	214,68	22,47	123,55	0,29	1,65	0,00	0,00	1,77	9,52	62,65	0,00	0,09	71,66	0,04
5	138,97	0,73	4,57	112,39	0,04	0,02	8,75	0,00	0,68	3,05	0,03	0,96	0,00	0,00	0,69	19,10	0,00	0,00	0,49	0,03
6	14452,50	0,00	292,45	30262,30	1,82	0,00	48,48	100,69	7,03	0,00	0,00	0,40	0,00	2,16	1,64	130,95	0,00	0,00	10,40	0,01
7	11328,30	1,62	171,62	14261,30	1,42	0,72	5,76	38,24	1,22	0,00	0,04	0,12	0,01	2,24	1,18	343,28	0,00	1,18	24,81	3,31
SUMA	28776,30	5,97	730,06	65026,80	3,75	2,20	294,40	162,25	142,46	3,34	1,80	1,52	0,01	6,43	51,23	560,59	0,03	19,41	108,48	3,44

ZA-1-6

ZA-1-6

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	8,65	0,00	1,74	35,77	0,04	0,01	4,27	0,39	0,14	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	3,67	0,00	0,03	0,52	0,00
2	210,44	0,00	2,93	85,30	0,07	0,08	17,91	0,02	0,41	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	29,51	0,00	0,05	15,11	0,03
3	246,43	0,00	131,00	848,98	0,02	0,41	16,72	0,00	8,40	0,00	0,06	0,02	0,00	0,32	0,30	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02
4	2840,24	0,00	51,04	21381,00	0,41	0,06	225,50	32,31	105,40	0,08	1,47	0,00	0,00	1,39	5,55	65,53	0,00	0,18	124,22	0,05
5	323,04	1,02	1,77	304,17	0,06	0,04	15,08	0,53	2,07	3,60	3,90	0,77	0,00	0,00	0,29	53,25	0,02	0,01	2,56	0,06
6	18401,20	0,00	371,00	41157,60	2,37	0,00	59,80	79,46	50,83	0,00	0,00	0,25	0,00	2,49	1,93	310,71	0,00	0,00	29,24	0,03
7	12991,70	7,59	179,26	15037,60	1,42	1,80	5,46	43,20	3,93	0,00	0,78	0,15	0,00	5,72	3,06	520,22	0,00	1,88	54,74	3,61
SUMA	35021,70	8,61	738,74	78850,42	4,38	2,40	344,74	155,92	171,18	3,71	6,22	1,20	0,03	9,92	11,16	982,89	0,02	2,15	226,38	3,80

ZA-1-7

ZA-1-7

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	15,04	0,00	1,55	65,63	0,03	0,01	6,73	0,44	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	1,88	0,00	0,02	0,85	0,01
2	127,29	0,00	1,39	69,33	0,03	0,00	10,75	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	19,58	0,00	0,02	22,96	0,02
3	182,39	0,00	126,65	955,12	0,02	0,29	14,66	0,00	8,34	0,00	0,08	0,03	0,00	0,20	0,44	0,00	0,06	0,00	1,21	0,00
4	2433,82	0,42	41,08	20128,10	0,43	0,14	193,80	31,75	88,32	0,25	2,28	0,00	0,00	1,23	7,93	39,91	0,00	0,04	52,85	0,04
5	118,50	0,42	2,48	102,10	0,02	0,03	4,12	0,37	0,55	1,70	0,03	0,68	0,00	0,00	0,71	13,40	0,00	0,00	0,49	0,02
6	14178,40	0,00	281,92	29033,30	0,00	30,41	63,29	6,16	0,00	0,00	0,25	0,00	1,62	1,63	79,36	0,00	0,00	16,14	0,00	0,00
7	11934,60	0,59	171,32	14828,80	1,52	0,00	4,02	41,70	1,54	0,00	0,07	0,15	0,04	5,07	2,77	250,31	0,00	0,93	59,87	2,80
SUMA	28990,04	1,43	626,39	65182,38	2,05	30,88	297,36	80,41	99,39	1,95	2,71	0,85	1,66	8,14	91,24	325,08	0,06	17,16	138,21	2,89



ZA-1-8

ZA-1-8

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	20,79	0,00	1,13	29,76	0,02	0,01	5,72	0,36	0,20	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	1,58	0,00	0,01	0,18	0,02
2	122,24	0,00	1,61	254,93	0,03	0,00	4,23	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	24,08	0,00	0,01	0,00	0,02
3	563,28	0,26	25,55	2799,71	0,06	0,00	26,16	3,92	33,87	3,59	0,21	0,96	0,00	0,88	2,61	6,15	0,56	0,07	7,93	0,03
4	12892,90	0,26	135,74	13315,65	0,28	0,00	23,11	3,46	76,73	0,00	1,50	0,00	1,83	7,62	66,13	0,00	0,00	0,04	48,15	0,10
5	729,95	0,45	97,40	2959,60	1,41	0,19	44,15	22,47	0,17	1,35	0,00	0,11	0,01	0,00	0,10	25,57	0,00	0,00	0,42	0,06
6	14493,80	0,00	347,31	41368,30	2,63	0,00	27,35	80,98	3,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	1,02	133,13	0,01	0,00	17,70	0,00
7	7820,70	0,53	97,24	8148,40	0,97	0,00	2,75	22,65	1,03	0,00	0,07	0,07	0,00	2,19	2,50	168,21	0,00	0,64	32,77	2,57
SUMA	36643,66	1,50	705,98	68876,35	5,40	0,20	133,46	133,82	120,91	4,93	1,77	1,16	1,85	12,34	72,54	358,72	0,56	0,77	107,15	2,80

ZA-1-9

ZA-1-9

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	15,47	0,00	0,81	26,58	0,02	0,00	9,10	0,15	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	1,12	0,00	0,01	3,32	0,01
2	127,29	0,00	1,24	218,58	0,03	0,01	8,93	0,00	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	21,06	0,00	0,01	0,00	0,02
3	144,08	0,06	115,54	934,98	0,01	0,37	12,65	0,00	16,98	0,00	0,17	0,08	0,00	0,51	1,79	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
4	2398,20	0,00	56,28	12690,60	0,35	0,00	112,14	16,67	89,06	0,00	1,76	0,04	0,01	1,94	16,47	38,54	0,00	0,18	103,94	0,00
5	140,85	0,51	7,23	165,42	0,04	0,05	15,50	0,21	0,59	2,78	0,00	1,28	0,00	0,00	1,20	11,10	0,00	0,00	0,96	0,03
6	16611,20	2,44	331,27	32356,80	2,44	6,94	66,88	57,66	2,70	0,00	0,25	0,00	2,14	2,42	152,34	0,01	0,00	11,13	0,00	
7	13666,40	0,03	228,13	18916,50	2,09	0,00	6,05	49,86	1,30	0,00	0,17	0,15	0,02	4,65	4,26	319,66	0,01	0,83	39,99	3,65
SUMA	33103,49	3,03	740,49	65309,46	4,98	7,37	231,24	124,55	112,31	2,78	2,10	1,81	0,02	9,25	26,52	543,82	0,03	1,05	159,33	3,70

ZA-1-10

ZA-1-10

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	8,45	0,00	2,04	15,92	0,08	0,01	17,29	0,66	0,12	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	4,92	0,00	0,01	0,43	0,01
2	302,85	0,00	1,37	193,90	0,06	0,04	32,55	0,00	0,98	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	28,43	0,00	0,01	4,68	0,05
3	303,55	0,90	115,50	1649,90	0,03	0,37	31,75	1,23	20,42	0,00	0,09	0,02	0,00	0,44	0,59	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
4	3405,40	0,63	65,22	26304,90	0,46	0,00	328,14	28,17	151,05	0,00	1,99	0,00	0,01	1,55	3,64	129,80	0,00	0,13	80,44	0,00
5	216,67	0,90	2,51	214,00	0,05	0,33	19,18	2,09	1,88	3,43	0,13	0,63	0,02	0,00	0,15	77,42	0,00	0,00	1,70	0,01
6	19100,00	0,00	355,98	42694,70	2,31	0,00	101,27	76,02	55,42	0,00	0,00	0,16	0,00	2,78	0,98	339,20	0,03	0,00	29,39	0,00
7	15388,60	0,00	170,24	15877,30	1,32	0,00	4,24	45,02	7,08	0,00	0,08	0,14	0,05	7,43	2,85	737,05	0,01	0,00	69,42	3,73
SUMA	38725,52	2,43	712,86	86950,62	4,30	0,74	534,42	153,18	236,94	3,43	2,30	0,98	0,09	12,21	8,27	1316,82	0,04	0,16	186,04	3,80

ZA-1-11

ZA-1-11

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	14,74	0,00	1,06	19,47	0,03	0,02	12,77	1,21	0,13	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	2,46	0,00	0,01	0,41	0,01
2	149,94	0,00	1,13	149,16	0,04	0,02	17,24	0,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	23,25	0,00	0,01	1,30	0,02
3	156,34	0,57	115,60	987,94	0,02	0,56	16,57	0,00	16,46	0,00	0,10	0,02	0,00	0,35	0,50	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
4	2296,01	0,31	59,44	19998,11	0,37	0,21	37,03	25,07	149,08	0,20	2,81	0,00	0,01	1,83	5,06	63,43	0,00	0,19	123,77	0,09
5	329,95	0,55	4,28	320,80	0,01	0,11	116,96	2,02	1,72	2,57	0,07	0,93	0,01	0,00	0,31	13,48	0,00	0,01	1,65	0,01
6	14195,30	0,00	262,63	28410,70	1,71	0,00	110,06	53,33	8,29	0,00	0,00	1,04	0,00	1,71	0,71	116,33	0,00	0,00	15,28	0,00
7	11073,40	0,00	145,07	13629,80	1,44	0,00	5,65	37,74	1,40	0,00	0,11	0,17	0,04	4,28	1,83	391,18	0,01	1,33	33,45	3,32
SUMA	28215,68	1,43	589,21	63515,98	3,63	0,91	316,28	119,37	178,20	2,77	3,09	2,16	0,09	8,17	8,47	610,13	0,01	1,56	175,86	3,45



ZA-2-0		ZA-2-0																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	13,33	0,00	5,35	12,68	0,27	0,08	25,82	6,59	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	1,69	0,00	0,00	0,06	0,01
2	287,61	0,00	4,27	95,26	0,20	0,15	58,12	4,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	15,90	0,00	0,01	0,00	0,26
3	266,17	0,65	130,03	912,00	0,17	0,54	24,89	1,82	5,68	0,00	0,08	0,01	0,00	0,25	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
4	2956,30	4,79	56,47	21798,00	1,15	2,77	206,95	26,85	51,62	0,00	0,88	0,00	0,04	0,88	2,43	55,27	0,00	0,12	89,43	0,15
5	171,83	1,96	1,41	127,84	0,07	0,08	6,14	0,00	1,12	1,12	0,15	0,37	0,00	0,00	0,13	10,00	0,00	0,00	1,34	0,13
6	12334,50	0,00	182,76	26987,10	3,95	8,82	79,19	60,31	17,65	0,00	0,00	0,17	0,00	1,46	0,74	217,10	0,00	0,00	40,20	0,00
7	18156,30	29,82	43,37	7894,60	1,06	2,32	14,03	19,82	9,90	0,00	0,07	0,27	0,27	3,68	2,32	511,68	0,00	11,67	39,59	0,00
SUMA	34186,04	37,23	423,66	57827,48	6,87	14,76	415,14	119,44	86,00	1,12	1,18	0,82	0,35	6,27	5,87	811,64	0,00	11,81	170,63	0,66

ZA-2-1		ZA-2-1																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	2,69	0,00	0,75	12,72	0,04	0,01	8,56	1,18	0,11	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	2,06	0,00	0,01	0,21	0,00
2	140,92	0,81	0,54	105,93	0,03	0,00	19,55	0,34	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	13,66	0,00	0,02	0,23	0,03
3	220,32	0,44	136,81	1181,83	0,02	0,44	17,54	2,25	12,07	0,00	0,09	0,07	0,00	0,32	0,56	0,00	0,00	0,01	4,15	0,01
4	1978,60	0,15	47,11	21776,90	0,50	0,17	104,89	54,32	120,79	0,46	2,79	0,00	0,00	1,67	7,64	45,94	0,00	0,15	109,62	0,11
5	158,68	0,71	3,02	216,69	0,04	0,01	51,70	0,65	1,48	1,99	0,05	1,08	0,00	0,00	0,56	14,18	0,00	0,01	3,07	0,03
6	8999,50	0,00	166,40	17075,10	1,07	0,00	108,94	39,63	7,22	0,00	0,00	0,39	0,00	1,81	1,16	74,17	0,18	0,00	15,08	0,00
7	10862,60	0,00	161,38	14241,10	1,52	0,00	6,63	41,71	0,78	0,00	0,02	0,09	0,02	2,98	1,29	426,52	0,00	1,18	23,82	0,00
SUMA	22363,31	2,11	516,00	54610,27	3,23	0,63	317,81	140,07	142,79	2,44	2,95	1,63	0,02	6,78	11,27	576,52	0,18	1,37	156,18	0,17

ZA-2-2		ZA-2-2																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	7,69	0,00	1,73	26,44	0,09	0,01	15,33	2,16	0,28	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	4,25	0,00	0,02	1,08	0,01
2	220,10	0,00	0,80	191,40	0,04	0,00	27,63	0,00	1,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	29,04	0,00	0,02	10,21	0,05
3	208,79	1,40	112,23	1207,74	0,03	0,36	22,96	1,67	20,41	0,00	0,09	0,04	0,00	0,32	0,45	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
4	2429,40	0,39	43,07	26301,30	0,57	0,00	227,57	68,65	214,97	0,00	1,72	0,00	0,10	1,88	5,79	82,64	0,00	0,23	195,47	0,00
5	203,52	0,99	1,78	280,93	0,08	0,09	5,88	2,58	4,35	3,93	0,18	1,22	0,00	0,00	0,38	43,14	0,00	0,01	4,32	0,07
6	13756,70	0,00	264,23	30630,90	1,80	0,00	82,56	69,23	43,12	0,00	0,00	0,55	0,00	2,28	1,48	313,76	0,05	0,00	41,63	0,00
7	11003,10	0,00	114,56	19879,40	1,26	0,00	6,51	34,31	12,63	0,08	0,17	0,16	0,00	4,70	3,38	434,98	0,00	1,22	99,05	0,00
SUMA	27829,30	2,78	538,41	78518,11	3,85	0,46	388,44	178,59	297,24	4,01	2,16	1,98	0,12	9,19	8,16	907,81	0,05	1,50	351,76	0,14

ZA-2-3		ZA-2-3																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	4,29	0,00	0,65	13,37	0,03	0,00	15,47	1,31	0,11	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	4,05	0,00	0,01	0,65	0,01
2	150,41	0,00	0,32	90,72	0,01	0,00	17,06	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	17,65	0,00	0,01	3,89	0,02
3	172,47	0,54	117,54	1067,34	0,02	0,38	17,31	0,00	10,56	0,00	0,11	0,07	0,00	0,39	0,45	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
4	2134,50	0,01	64,06	17654,80	0,44	0,00	1,27	42,68	93,17	0,00	1,90	0,00	0,00	1,98	4,35	60,02	0,00	0,12	116,09	0,00
5	223,59	0,61	4,19	187,81	0,05	0,11	120,58	0,02	0,79	2,43	0,04	1,17	0,00	0,00	0,24	25,50	0,00	0,01	3,40	0,00
6	12069,40	0,00	235,24	24471,00	1,39	0,00	155,00	49,32	3,90	0,00	0,00	0,47	0,00	2,11	0,58	140,36	0,00	0,00	15,64	0,00
7	11276,90	0,00	153,02	12915,30	1,28	0,00	5,78	44,41	0,84	0,00	0,01	0,09	0,00	3,55	1,26	475,04	0,00	1,07	33,55	0,00
SUMA	26031,56	1,16	575,00	56400,34	3,22	0,49	332,48	137,73	109,64	2,43	2,06	1,83	0,00	8,04	6,91	722,62	0,00	1,24	173,23	0,03



ZA-2-4

		ZA-2-4																			
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U	
1	145,16	0,01	3,71	45,95	0,14	0,04	65,04	4,46	0,10	0,00	0,00	0,28	0,02	0,01	0,01	11,14	0,04	0,05	3,86	0,04	
2	345,42	0,00	0,51	140,41	0,04	0,14	25,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,09	0,42	28,19	0,09	0,04	15,03	1,04	
3	227,00	0,75	54,87	877,51	0,01	0,14	23,44	1,28	9,19	0,00	0,13	0,02	0,00	3,30	1,02	32,11	0,00	0,00	6,08	1,24	
4	3648,90	0,00	72,80	387,68	0,44	0,19	524,37	44,88	356,32	4,00	3,10	0,00	0,00	2,21	13,03	64,81	0,01	0,19	174,19	0,63	
5	359,78	0,00	1,30	112,24	0,05	0,00	10,78	1,45	0,00	0,94	0,00	0,41	0,00	0,00	0,14	40,55	0,00	0,00	1,18	0,00	
6	9814,20	46,86	218,64	26521,80	1,45	1,92	114,97	63,04	66,73	1,71	0,25	0,40	0,59	0,37	1,99	155,41	0,00	0,02	46,88	0,70	
7	22593,10	4,33	323,37	27488,40	2,45	1,55	13,09	80,90	17,10	0,00	0,12	0,11	8,55	3,52	833,02	0,00	2,78	74,35	0,00	0,00	
SUMA	37133,56	51,96	675,19	55573,98	4,58	3,98	777,29	196,01	449,43	6,65	3,48	1,46	0,72	14,52	20,13	1165,22	0,14	3,08	321,58	3,65	

ZA-2-5

		ZA-2-5																			
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U	
1	355,88	0,01	3,95	64,86	0,14	0,04	104,80	5,13	0,15	0,00	0,00	0,27	0,21	0,03	0,01	9,87	0,01	0,03	7,26	0,00	
2	505,79	6,14	0,86	212,96	0,03	0,03	45,27	1,42	0,26	0,00	0,00	0,00	0,01	0,30	0,34	38,78	0,04	0,02	25,38	0,20	
3	228,16	0,75	40,30	870,39	0,01	0,08	28,37	1,23	7,58	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,63	35,64	0,00	0,00	8,26	0,45	
4	3922,10	0,00	83,44	37545,70	0,46	0,30	485,36	40,34	301,13	3,00	2,21	0,00	0,00	2,06	9,94	95,40	0,01	0,37	350,07	0,38	
5	81,85	0,01	1,75	10,18	0,02	0,00	0,00	0,93	0,66	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	72,07	0,00	0,01	13,28	0,00	
6	13345,90	19,28	308,72	35089,30	2,04	1,39	148,73	80,58	76,30	0,58	0,11	0,99	0,00	11,28	2,62	226,69	0,00	0,03	46,48	1,02	
7	34882,90	6,79	513,50	42168,90	3,77	2,93	10,83	114,43	28,33	0,00	0,00	0,18	0,35	15,27	9,67	946,51	0,04	3,76	156,44	0,00	
SUMA	53322,58	32,99	952,51	115962,29	6,46	4,77	823,36	244,06	414,40	5,03	2,32	1,45	0,57	28,93	23,33	1424,96	0,10	4,23	607,16	2,04	

ZA-2-6

		ZA-2-6																			
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U	
1	332,47	0,02	2,98	109,72	0,08	0,03	70,79	3,70	0,23	0,00	0,00	0,18	0,02	0,02	0,01	19,92	0,02	0,02	8,48	0,05	
2	272,92	9,64	0,62	190,43	0,02	0,16	27,31	1,88	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,17	60,96	0,09	0,02	22,00	0,10	
3	265,05	0,00	0,00	1301,40	0,02	0,00	29,37	2,52	20,84	0,00	0,00	0,01	0,17	0,00	0,25	21,52	0,00	0,01	8,59	0,02	
4	2492,60	0,00	28,68	27134,10	0,39	0,10	333,39	35,25	171,12	0,04	2,01	0,00	0,00	1,64	3,97	53,54	0,00	0,13	100,81	0,16	
5	39,01	0,19	2,24	38,85	0,02	0,00	4,91	5,47	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	57,68	0,00	0,00	1,91	0,00	
6	6645,90	0,00	146,95	15299,50	1,02	1,22	83,60	46,67	16,45	0,00	0,00	0,81	6,01	0,00	0,80	307,06	0,00	0,00	25,35	0,79	
7	22637,80	5,13	399,24	32969,10	3,13	3,99	9,20	98,59	6,16	0,00	0,00	0,14	0,14	7,40	2,88	579,80	0,00	1,55	48,63	0,00	
SUMA	32685,75	14,98	580,70	77043,10	4,67	5,51	558,56	194,08	215,02	0,04	2,01	1,15	6,33	9,27	8,15	1100,48	0,12	1,73	215,76	1,12	

ZA-2-7

		ZA-2-7																			
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U	
1	100,98	0,01	5,36	31,33	0,22	0,06	77,34	5,64	0,16	0,00	0,00	0,16	0,05	0,01	0,01	12,48	0,04	0,03	3,65	0,05	
2	508,95	5,53	0,95	134,82	0,01	0,01	42,36	1,50	0,17	0,00	0,00	0,14	0,00	0,15	0,10	47,28	0,07	0,03	17,95	0,12	
3	342,30	2,11	46,63	2198,50	0,03	0,16	46,68	6,68	20,94	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,49	64,97	0,00	0,00	10,81	0,12	
4	2831,60	0,00	69,79	39487,10	0,49	0,27	476,09	50,06	507,83	2,34	2,21	0,00	0,00	0,96	6,29	123,50	0,00	0,35	258,80	0,14	
5	285,55	0,00	0,37	79,70	0,03	0,00	3,04	0,89	0,60	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	51,40	0,00	0,00	5,66	0,00	
6	8355,20	0,00	183,78	25932,50	1,16	1,68	135,45	67,83	92,03	0,00	0,10	1,47	0,00	0,34	1,20	416,53	0,00	0,03	44,50	0,76	
7	25136,80	3,87	356,67	33712,00	3,02	2,13	30,49	107,59	116,02	0,00	0,00	0,34	0,14	10,35	7,53	769,56	0,05	2,39	165,82	0,00	
SUMA	37561,38	11,52	663,54	101575,95	4,94	4,30	811,44	240,20	737,75	3,52	2,84	2,10	0,19	11,79	15,66	1485,72	0,16	2,83	507,20	1,19	



ZA-2-8

ZA-2-8

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	164,53	0,00	3,22	86,50	0,12	0,03	38,17	3,07	0,87	0,00	0,00	0,37	0,02	0,01	0,03	19,35	0,07	0,02	2,96	0,04
2	285,30	4,71	0,43	181,44	0,02	0,03	13,47	0,26	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,14	44,67	0,15	0,01	8,13	0,06
3	181,92	1,23	70,79	1326,90	0,02	0,18	18,02	1,70	33,93	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,74	31,08	0,00	0,00	5,60	0,08
4	2866,60	0,00	76,41	22753,80	0,48	0,34	278,74	36,49	443,21	2,96	2,45	0,01	0,00	0,97	6,10	56,26	0,00	0,27	205,72	0,11
5	467,50	0,04	6,23	103,67	0,09	0,00	17,99	3,79	0,33	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,17	37,50	0,00	0,00	0,49	0,00
6	7968,30	0,00	188,62	18247,20	1,15	3,12	61,89	97,26	23,56	0,06	9,02	1,01	0,76	0,00	1,07	113,59	0,00	0,00	42,71	0,82
7	18715,30	4,81	320,59	26467,60	2,93	2,67	9,87	80,21	14,53	0,00	0,00	0,22	0,30	7,10	4,39	362,63	0,00	1,47	83,88	0,00
SUMA	30649,45	10,77	666,29	69167,11	4,81	6,36	438,15	222,78	517,82	3,02	11,47	1,87	1,07	8,17	12,64	665,08	0,22	1,77	349,48	1,10



ZA-3-0																				
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	484,23	0,11	110,90	17,95	3,34	0,54	22,26	2,41	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	12,00	0,00	0,01	21,33	0,16
2	422,04	4,02	22,36	134,53	0,76	0,24	10,57	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	8,99	0,02	0,02	8,42	0,54
3	200,62	1,66	94,65	381,69	1,10	0,27	6,45	0,48	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	2,25	0,00	0,00	4,11	0,23
4	2960,50	9,84	163,95	20229,40	3,25	11,78	35,25	16,59	22,42	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,67	2,93	0,00	0,01	15,84	0,00
5	247,71	3,31	1,73	125,52	0,11	0,54	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00	0,00	0,00
6	4174,30	5,79	51,42	10406,30	2,70	12,89	9,55	33,43	1,39	0,48	0,16	0,01	0,00	0,00	0,08	4,34	0,00	0,00	2,14	1,09
7	77648,10	113,85	103,09	25792,30	5,25	27,45	55,74	55,74	72,36	0,00	0,00	0,61	0,13	4,64	1,13	597,49	0,00	0,88	18,79	0,00
SUMA	86137,50	138,58	548,09	57087,69	16,51	53,71	139,82	110,19	97,34	0,48	0,25	0,66	0,15	4,65	1,97	630,43	0,02	0,91	70,63	2,00

ZA-3-1																				
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	307,76	0,01	4,98	72,99	0,07	0,06	91,65	1,81	0,18	0,00	0,00	0,67	0,03	0,02	0,01	27,38	0,03	0,02	37,26	0,02
2	168,29	4,17	0,69	85,25	0,01	0,01	3,07	0,28	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,06	26,56	0,12	0,01	31,27	0,02
3	98,75	0,00	44,82	557,13	0,01	0,13	3,87	0,57	4,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	8,22	0,00	0,00	7,75	0,03
4	2980,90	0,00	73,36	24304,60	0,42	0,33	203,26	32,75	183,75	0,00	2,88	0,00	0,00	1,16	5,29	31,88	0,00	0,05	93,03	0,06
5	94,55	0,00	9,31	39,62	0,08	0,04	29,21	14,12	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	19,44	0,00	0,00	0,00	0,00
6	5783,50	0,00	150,16	13104,50	0,88	1,50	37,77	57,87	0,21	0,48	0,00	0,87	0,33	0,09	0,81	131,70	0,00	0,00	15,54	0,89
7	17544,30	3,96	315,16	25663,30	2,48	3,05	6,34	81,46	0,26	0,00	0,00	0,16	0,07	6,46	2,39	477,20	0,01	1,37	44,46	0,00
SUMA	26978,05	8,15	598,49	63827,39	3,95	5,11	375,17	188,86	189,28	0,51	2,88	1,70	0,42	8,18	9,00	722,38	0,16	1,45	229,30	1,04

ZA-3-2																				
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	84,36	0,01	3,50	41,87	0,09	0,03	4,42	0,72	0,08	0,00	0,00	0,34	0,05	0,04	0,01	3,76	0,03	0,04	1,15	0,03
2	703,41	5,53	4,90	987,24	0,16	0,15	10,64	2,50	1,98	0,00	0,00	0,08	0,06	0,15	0,15	46,04	0,17	0,09	65,20	0,14
3	445,70	0,01	0,00	1874,51	0,08	0,05	7,50	1,86	61,90	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,46	23,62	0,01	0,01	19,51	0,05
4	3672,20	0,00	34,96	20531,40	0,39	0,54	171,52	29,95	276,17	1,28	2,03	0,00	0,00	0,61	5,09	62,35	0,00	0,18	166,76	0,06
5	183,61	0,70	0,93	41,55	0,02	0,06	0,00	2,81	0,78	2,02	0,00	0,22	0,00	0,00	0,04	143,21	0,00	0,00	13,62	0,00
6	13575,10	0,00	312,27	44286,90	2,15	1,86	184,22	97,42	133,60	0,00	0,71	1,19	0,00	0,61	2,63	279,81	0,00	0,07	75,58	0,97
7	24433,00	5,09	309,76	28416,90	2,49	2,25	10,48	83,80	48,73	0,00	0,00	0,15	0,14	13,39	6,83	776,27	0,03	3,33	115,65	0,00
SUMA	43097,38	11,34	666,32	96180,37	5,38	4,93	388,77	219,05	523,24	3,29	2,74	2,08	0,25	14,80	15,21	1335,05	0,24	3,72	457,48	1,25

ZA-3-3																				
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	12,46	0,00	3,09	37,87	0,08	0,06	3,54	0,70	0,17	0,00	0,00	0,28	0,00	0,02	0,00	3,98	0,02	0,02	2,02	0,00
2	333,70	4,69	1,41	133,96	0,05	0,07	7,01	0,53	0,08	0,00	0,00	0,03	0,00	0,31	0,00	23,44	0,11	0,03	48,18	0,05
3	485,90	5,54	0,00	2007,00	0,05	0,09	15,08	3,49	48,98	0,00	0,00	0,02	0,17	0,00	0,37	5,90	0,00	0,01	20,86	0,03
4	3072,00	1,83	38,28	37651,80	0,65	0,33	302,53	66,23	301,45	1,93	1,78	0,00	0,00	0,45	5,02	20,06	0,00	0,07	109,03	0,10
5	100,87	0,33	0,42	60,95	0,00	0,00	0,00	0,96	0,47	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,80	0,00	0,00	4,62	0,00
6	9802,20	0,00	200,54	37844,10	1,50	1,42	174,16	91,36	84,10	0,54	0,21	0,92	4,58	0,19	1,81	124,35	0,00	0,01	90,35	0,91
7	21401,30	4,37	340,36	30778,70	2,96	2,38	13,09	90,47	41,75	0,00	0,00	0,22	0,17	9,76	5,75	406,17	0,01	1,80	105,64	0,00
SUMA	35208,43	16,74	584,10	108514,38	5,28	4,35	515,40	253,73	477,00	3,20	2,00	1,45	4,92	10,72	12,94	605,70	0,14	1,92	380,70	1,09



ZA-3-4

ZA-3-4

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	209,60	0,00	10,58	39,91	0,31	0,08	14,49	3,08	0,09	0,00	0,00	0,45	0,02	0,01	0,01	19,59	0,01	0,05	12,00	0,05
2	479,53	4,05	0,89	137,14	0,04	0,03	7,03	0,09	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	30,40	0,07	0,05	37,82	0,07
3	303,37	0,00	47,44	1144,60	0,02	0,11	9,04	1,57	17,90	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,41	22,32	0,00	0,01	14,07	0,06
4	3778,00	1,04	83,54	32635,20	0,65	0,37	314,32	55,07	342,71	2,07	2,39	0,01	0,00	0,70	5,50	71,93	0,00	0,31	219,59	0,13
5	537,30	0,14	2,33	169,72	0,08	0,00	6,60	2,33	0,33	2,03	0,00	0,39	0,00	0,00	0,09	57,58	0,00	0,01	2,53	0,00
6	9082,40	0,00	202,16	30575,80	1,26	1,18	116,33	74,35	76,34	0,27	0,27	1,21	0,00	0,95	15,65	101,79	0,00	0,05	57,65	0,87
7	29357,70	5,62	391,34	35770,00	2,94	3,03	17,61	105,55	73,31	0,00	0,00	0,22	0,88	15,61	9,00	675,65	0,02	3,73	221,50	0,00
SUMA	43747,90	10,84	738,28	100472,37	5,29	4,78	485,42	242,04	510,87	4,37	2,65	2,33	0,90	17,29	30,66	979,26	0,11	4,20	565,16	1,18

ZA-3-5

ZA-3-5

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	24,80	0,00	2,69	121,65	0,07	0,02	8,58	0,68	0,74	0,00	0,00	0,40	0,03	0,02	0,03	61,50	0,03	0,03	3,09	0,01
2	222,08	3,85	1,13	80,16	0,04	0,04	12,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,17	0,00	34,33	0,14	0,03	51,77	0,03
3	136,72	1,75	37,71	566,06	0,05	0,25	9,95	4,14	8,44	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,13	14,90	0,00	0,00	12,28	0,02
4	2178,30	0,00	62,43	24748,40	0,46	0,38	270,49	27,72	251,28	0,77	1,52	0,01	0,00	0,47	5,12	41,23	0,00	0,01	82,33	0,01
5	526,97	0,23	2,20	77,32	0,09	2,24	22,61	8,16	0,00	0,10	0,00	0,13	0,00	0,00	0,11	24,05	0,00	0,00	0,00	0,00
6	7056,10	0,00	157,47	17470,80	1,05	1,36	54,32	41,63	35,33	2,62	0,00	0,76	0,00	0,00	0,90	115,60	0,00	0,00	12,28	0,74
7	19724,90	3,68	320,81	29235,10	3,37	2,13	11,14	83,03	10,53	0,00	0,00	0,31	0,14	3,53	0,15	490,59	0,01	1,50	52,33	0,00
SUMA	29869,87	9,51	584,44	72299,48	5,12	6,42	389,34	165,36	306,31	3,48	1,52	1,61	0,62	4,19	6,43	782,20	0,18	1,57	214,08	0,81

ZA-3-6

ZA-3-6

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	175,26	0,00	6,78	73,90	0,18	0,06	30,56	2,06	0,92	0,00	0,00	0,34	0,00	0,05	0,02	20,92	0,02	0,04	6,23	0,04
2	293,67	4,64	0,98	159,06	0,03	0,04	13,02	0,17	0,39	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,02	46,06	0,15	0,03	28,50	0,03
3	156,64	1,51	43,04	870,35	0,01	0,10	12,20	1,23	16,96	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,39	31,41	0,00	0,00	8,58	0,02
4	2963,50	1,82	39,11	24687,80	0,66	0,31	309,47	55,07	393,94	2,81	1,96	0,00	0,00	0,78	63,09	58,82	0,01	0,28	236,46	0,08
5	90,35	0,25	1,39	38,87	0,04	0,00	3,55	2,58	1,22	0,14	0,00	0,34	0,00	0,00	0,23	51,06	0,00	0,00	2,10	0,00
6	7747,40	0,00	170,21	18311,00	1,17	10,50	67,13	56,01	36,90	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	1,30	155,85	0,00	0,02	22,33	1,06
7	21267,20	2,05	343,75	30557,90	3,33	0,77	12,15	88,14	16,54	0,00	0,00	0,62	0,12	7,80	4,32	530,37	0,04	1,56	83,66	0,00
SUMA	32694,02	10,27	605,25	74698,88	5,42	11,77	448,08	205,25	466,86	2,94	1,96	2,31	1,07	8,62	69,36	894,49	0,22	1,93	387,85	1,22

ZA-3-7

ZA-3-7

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	115,50	0,00	15,06	47,22	0,42	0,09	32,95	2,87	0,19	0,00	0,00	0,40	0,02	0,02	0,00	12,12	0,02	0,03	6,85	0,03
2	725,67	6,72	3,82	184,23	0,16	0,12	20,95	2,03	0,47	0,00	0,00	0,00	0,62	0,09	0,03	38,22	0,20	0,01	47,09	0,06
3	340,90	1,23	45,80	1462,70	0,04	0,13	15,41	1,95	31,27	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,59	50,89	0,00	0,01	16,13	0,04
4	5594,00	0,87	104,35	43593,70	0,87	0,39	425,24	58,39	669,32	3,99	3,27	0,00	0,00	1,14	7,07	127,73	0,00	0,44	436,70	0,11
5	288,52	0,00	1,44	53,26	0,04	0,00	2,30	1,37	0,72	2,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	96,97	0,00	0,00	9,96	0,00
6	14457,30	0,00	326,80	41199,10	2,26	5,58	170,36	104,02	132,82	0,00	0,19	2,04	0,00	0,73	1,59	346,01	0,00	0,04	87,66	0,94
7	31091,40	2,51	421,08	36948,30	3,34	1,24	20,37	116,64	100,56	0,00	0,00	0,21	0,12	12,78	7,19	752,44	0,02	3,42	231,91	0,00
SUMA	52613,29	11,32	918,34	123488,51	7,14	7,54	687,57	287,27	935,34	6,46	3,46	2,66	0,76	14,75	16,53	1424,38	0,23	3,94	836,30	1,17



ZA-3-8

ZA-3-8

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	9,78	0,00	4,30	39,65	0,12	0,02	13,95	1,01	0,16	0,00	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	3,59	0,02	0,01	1,02	0,00
2	322,31	6,57	4,23	91,61	0,14	0,05	39,80	1,75	0,00	0,00	0,00	0,30	0,09	0,12	0,00	34,32	0,20	0,03	16,42	0,05
3	182,56	0,72	42,23	945,74	0,03	0,11	18,32	0,95	10,31	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,24	15,14	0,00	0,00	5,61	0,02
4	2844,90	0,00	85,15	37035,30	0,68	0,38	342,91	63,03	345,46	1,84	15,84	0,00	0,00	0,24	5,98	54,06	0,00	0,30	203,91	0,12
5	97,83	0,00	0,30	44,53	0,04	0,00	0,00	0,44	0,63	1,44	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	35,96	0,00	0,00	8,14	0,00
6	7021,80	0,00	165,67	21026,60	1,16	1,57	82,71	61,31	68,24	0,00	0,00	1,08	0,42	0,00	1,61	174,03	0,00	0,02	39,60	0,99
7	18173,80	1,72	277,76	23996,10	2,80	1,01	15,28	73,71	23,47	0,00	0,00	0,15	0,14	5,57	3,99	440,48	0,02	1,62	91,63	0,00
SUMA	28652,98	9,01	579,62	83179,53	4,96	3,13	512,96	202,19	448,27	3,28	15,84	1,74	0,65	5,94	11,86	757,58	0,23	1,99	366,33	1,18

ZA-3-9

ZA-3-9

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	198,20	0,00	4,72	68,16	0,12	0,03	29,03	1,49	0,43	0,00	0,00	0,15	0,02	0,03	0,01	7,78	0,12	0,02	1,52	0,03
2	200,82	5,84	1,04	220,32	0,03	0,03	14,31	0,74	0,96	0,00	0,00	0,24	0,12	0,14	0,11	29,53	0,29	0,01	9,02	0,02
3	237,91	3,44	0,00	1191,52	0,03	0,01	15,77	2,36	59,12	0,00	0,00	0,03	0,12	0,00	0,73	7,65	0,00	0,01	8,82	0,01
4	2883,90	4,32	37,59	21375,70	0,54	0,33	200,39	48,92	346,82	3,87	1,92	0,00	0,00	0,32	6,23	16,81	0,00	0,47	283,84	0,08
5	139,66	0,00	4,01	129,59	0,01	0,00	3,89	6,08	0,50	1,54	0,00	0,44	0,00	0,00	0,60	25,26	0,00	0,01	0,37	0,03
6	5607,80	0,00	138,45	12513,50	1,04	1,42	23,56	40,59	6,16	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	1,20	91,09	0,00	0,00	12,68	0,93
7	21914,20	2,53	382,53	31143,90	3,63	1,14	7,86	84,30	3,43	0,00	0,00	0,13	0,13	7,85	4,78	437,30	0,01	2,17	49,88	0,00
SUMA	31182,49	16,14	568,33	66642,69	5,39	2,95	294,80	184,48	417,42	5,40	1,92	1,83	0,39	8,34	13,66	615,41	0,42	2,69	366,13	1,09



ZA-4-1		ZA-4-1																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	228,63	0,01	1,92	101,14	0,02	0,02	20,29	1,02	0,40	0,00	0,00	0,63	0,01	0,03	0,03	18,23	0,12	0,05	6,72	0,03
2	361,71	2,48	0,39	183,99	0,00	0,01	7,17	0,00	0,35	0,00	0,00	0,12	0,01	0,30	0,02	22,47	0,39	0,04	17,52	0,00
3	186,90	5,19	34,31	924,03	0,00	0,12	8,29	0,53	16,31	0,00	0,00	0,12	1,78	0,00	0,50	11,46	0,00	0,01	13,13	0,02
4	2640,50	0,00	39,84	25989,80	0,29	0,05	285,14	23,70	150,64	0,37	0,92	0,68	0,00	0,99	5,90	28,83	0,03	0,51	238,83	0,00
5	76,47	0,08	4,22	158,30	0,03	0,00	0,00	0,46	1,76	3,13	0,00	0,93	0,00	0,00	0,06	33,38	0,01	0,03	32,89	0,00
6	8034,20	0,00	161,85	24774,50	0,92	1,14	128,38	52,49	109,47	0,99	0,70	0,68	0,00	0,68	4,14	194,16	0,00	0,04	59,93	0,91
7	18092,80	2,11	282,98	25351,30	2,43	0,81	11,85	80,68	247,49	0,00	0,00	0,21	0,25	5,48	6,13	647,32	0,01	1,72	95,04	0,00
SUMA	29621,21	9,86	525,52	77483,06	3,68	2,15	461,13	158,88	526,41	4,49	1,62	3,36	2,05	7,48	16,79	955,85	0,55	2,39	464,07	0,96

ZA-4-2		ZA-4-2																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	12,07	0,00	0,89	50,40	0,07	0,01	8,73	0,46	0,48	0,00	0,00	0,12	0,01	0,01	0,00	7,18	0,01	0,04	1,33	0,00
2	315,87	3,71	0,47	113,42	0,01	0,03	14,71	0,66	0,11	0,00	0,00	0,11	0,09	0,29	0,00	44,00	0,09	0,05	29,35	0,03
3	244,00	0,00	59,55	1747,80	0,01	0,14	20,80	2,61	20,93	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,38	29,25	0,00	0,01	12,10	0,02
4	1960,00	1,84	61,74	31501,90	0,45	0,31	345,31	49,47	329,67	1,92	1,22	0,01	0,05	1,12	5,35	57,51	0,00	0,08	61,82	0,00
5	196,72	0,11	0,38	89,95	0,03	0,00	0,96	0,32	0,73	2,63	0,00	0,31	0,00	0,00	0,09	45,68	0,00	0,00	0,13	0,00
6	6201,70	0,00	128,92	20043,40	0,87	1,49	102,29	51,68	65,83	0,03	0,07	0,55	17,34	0,00	1,82	200,12	0,00	0,02	193,96	0,87
7	20056,60	2,38	310,56	28652,40	2,61	0,81	39,80	88,67	85,83	0,00	0,00	0,19	0,13	7,05	1,08	647,61	0,03	1,52	83,72	0,00
SUMA	28986,96	8,04	562,50	82199,27	4,05	2,79	532,60	193,87	503,59	4,58	1,28	1,31	17,62	8,47	8,71	1031,35	0,13	1,70	382,41	0,93

ZA-4-3		ZA-4-3																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	15,69	0,00	1,00	15,13	0,01	0,01	8,16	0,39	0,09	0,00	0,00	0,32	0,00	0,01	0,00	11,74	0,03	0,04	2,33	0,00
2	229,81	3,24	0,46	83,46	0,01	0,03	7,91	0,54	0,64	0,00	0,00	0,28	7,16	0,06	0,03	55,97	0,26	0,04	106,81	0,02
3	284,59	0,00	22,59	1086,45	0,02	0,07	13,34	2,31	57,51	0,00	0,00	0,13	1,37	0,00	0,82	20,76	0,01	0,01	30,03	0,02
4	2396,90	4,27	32,55	20734,10	0,51	0,24	196,01	45,78	359,10	1,63	2,19	0,00	0,14	2,12	10,41	30,94	0,00	0,12	138,47	0,00
5	92,21	0,21	3,36	72,17	0,04	0,00	44,78	3,28	1,24	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	0,68	28,50	0,00	0,00	0,16	0,00
6	7458,10	0,00	176,47	17403,30	1,07	2,19	78,19	51,84	26,59	0,00	0,00	1,08	0,00	0,00	3,15	161,04	0,00	0,00	15,69	0,94
7	26706,70	2,66	447,50	37850,50	3,88	1,43	18,65	112,49	16,13	0,00	0,00	0,27	0,18	9,93	10,97	779,12	0,05	1,93	78,37	0,00
SUMA	37184,00	10,38	683,92	77245,11	5,53	3,97	367,03	216,64	461,30	1,65	2,19	2,07	8,86	12,15	26,06	1088,06	0,35	2,15	371,86	0,99

ZA-4-4		ZA-4-4																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	14,58	13,07	43,93	0,01	0,01	9,58	0,69	0,22	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,02	0,00	86,10	0,02	0,04	1,13	0,00
2	404,26	2,82	2,24	459,98	0,02	0,01	22,88	0,99	3,35	0,00	0,00	0,23	0,06	0,07	0,17	71,28	0,25	0,08	33,22	0,07
3	313,65	1,52	0,00	1399,50	0,02	0,00	16,58	2,54	87,51	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	1,34	27,09	0,01	0,01	14,97	0,03
4	1953,70	0,00	21,22	8991,70	0,30	0,04	139,76	16,54	12,41	0,00	0,00	1,49	0,00	0,00	0,00	149,34	0,02	0,24	104,19	0,00
5	432,09	0,00	16,65	19,60	0,14	0,01	19,91	9,73	0,00	1,02	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	34,75	0,00	0,03	16,50	0,00
6	9172,90	0,00	184,17	26648,10	1,34	2,07	92,46	58,10	163,24	0,30	1,45	0,09	0,00	0,71	4,70	91,32	0,00	0,02	45,85	0,88
7	27089,80	2,37	411,79	36290,10	3,40	1,20	19,33	105,54	43,54	0,00	0,00	0,17	0,42	10,68	12,39	696,14	0,01	2,23	132,22	0,00
SUMA	39380,98	19,78	679,99	73808,99	5,22	12,91	311,60	193,66	310,05	1,32	1,45	2,33	0,48	11,48	18,60	1156,02	0,32	2,64	348,08	0,98



ZA-4-5		ZA-4-5																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	24,86	0,00	1,34	92,19	0,01	0,01	5,86	0,43	0,74	0,02	0,01	0,27	0,00	0,03	0,05	6,56	0,03	0,03	1,70	0,01
2	224,18	0,30	0,91	270,64	0,01	0,02	13,40	0,86	1,14	0,00	0,00	0,23	0,12	0,00	0,25	42,75	0,33	0,04	27,28	0,09
3	239,80	0,61	0,00	1000,41	0,02	0,00	11,42	2,31	55,83	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	1,28	11,76	0,02	0,01	10,69	0,02
4	3977,60	1,28	73,92	22299,30	0,66	0,36	225,27	25,54	339,96	2,76	2,44	0,02	0,00	2,17	15,11	32,21	0,02	0,39	208,86	0,13
5	326,88	0,01	8,18	58,24	0,15	0,06	18,32	10,43	0,00	1,46	0,00	0,43	0,00	0,00	0,50	28,07	0,00	0,00	0,00	0,00
6	8608,80	0,00	216,76	19657,80	1,61	3,24	32,83	47,89	12,68	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	2,20	77,24	0,00	0,00	20,25	0,85
7	21353,10	2,08	347,30	29264,30	3,63	1,00	12,83	78,02	28,57	0,00	0,00	0,14	0,16	6,00	7,30	430,08	0,03	1,42	95,07	0,00
SUMA	34755,22	4,29	648,40	72642,88	6,09	4,68	319,93	165,46	438,92	4,23	2,45	2,14	0,28	8,20	26,69	628,66	0,43	1,89	363,84	1,10

ZA-4-6		ZA-4-6																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	11,63	0,00	1,70	0,85	0,02	0,01	21,32	0,74	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	7,96	0,00	0,04	1,85	0,01
2	218,44	0,00	0,77	120,05	0,01	0,00	19,06	0,02	1,99	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	27,14	0,01	0,06	0,00	0,05
3	27,15	9,92	0,00	1065,50	0,01	0,00	24,27	2,00	83,53	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	1,14	24,60	0,00	0,01	12,13	0,06
4	2769,15	1,44	55,17	23634,80	0,70	0,20	124,59	46,31	338,79	0,96	2,47	0,00	0,00	2,57	9,30	123,53	0,00	0,33	342,01	0,11
5	297,24	4,05	3,09	487,63	0,07	0,00	110,81	5,64	0,97	6,10	0,00	0,35	0,00	0,00	0,33	36,74	0,00	0,01	9,30	0,05
6	10021,74	0,00	282,88	27174,57	1,98	0,00	177,66	72,83	116,47	2,25	0,45	9,06	0,00	3,96	3,23	505,61	0,71	0,08	56,64	0,19
7	19852,80	1,84	291,63	27095,00	2,98	1,60	13,35	96,57	23,64	0,00	0,00	0,33	0,03	8,51	6,28	606,60	0,00	2,53	114,27	7,54
SUMA	33198,15	17,25	635,24	79578,40	5,76	1,81	491,06	224,12	565,39	9,34	2,92	10,02	0,04	15,04	20,30	1332,18	0,73	3,06	536,20	8,00

ZA-4-7		ZA-4-7																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	1,54	0,02	0,51	2,74	0,01	0,03	1,39	0,84	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	1,73	0,00	0,02	0,74	0,00
2	115,91	0,00	0,39	96,58	0,00	0,00	8,44	0,00	1,51	0,00	0,00	0,01	0,52	0,00	0,02	13,13	0,01	0,02	32,75	0,01
3	163,87	0,96	3,34	830,80	0,01	0,00	14,77	1,03	52,08	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	1,44	4,46	0,00	0,01	12,97	0,03
4	1915,53	1,13	45,39	15153,21	0,51	0,18	174,27	36,09	196,20	1,08	2,15	0,00	0,02	1,98	9,01	28,38	0,00	0,19	229,48	0,08
5	733,61	2,96	7,21	366,28	0,14	0,00	17,16	5,39	1,15	1,91	0,00	0,83	0,00	0,00	0,50	22,29	0,00	0,01	3,46	0,04
6	6784,50	1,04	197,45	16705,00	1,20	0,00	40,66	285,43	23,50	1,80	0,52	0,87	0,00	1,49	1,96	146,08	0,00	0,04	45,16	0,12
7	14496,60	1,64	230,98	20462,30	2,53	1,45	7,07	63,06	1,58	0,00	0,00	0,08	0,00	6,36	4,50	286,50	0,01	1,82	55,71	0,00
SUMA	24211,56	7,75	485,26	53616,91	4,39	1,67	263,76	391,84	276,03	4,80	2,67	1,85	0,55	9,85	17,42	502,57	0,03	2,10	380,26	0,28

ZA-4-8		ZA-4-8																		
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	84,81	0,01	3,33	4,50	0,03	0,02	23,50	1,89	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,01	0,00	10,96	0,19	0,03	4,09	0,00
2	247,28	0,00	1,04	184,82	0,00	0,00	8,43	0,00	2,14	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,03	22,74	0,03	0,04	0,00	0,03
3	0,00	3,03	1,43	1053,70	0,02	0,00	14,38	1,67	58,95	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	1,14	12,19	0,01	0,27	9,88	0,08
4	3586,10	0,88	64,60	17882,50	0,73	0,15	203,06	43,82	172,00	0,48	2,46	0,00	0,00	2,73	6,92	47,00	0,00	0,35	352,18	0,08
5	566,56	3,97	4,50	116,25	0,11	0,00	9,61	7,63	0,49	2,70	0,00	1,01	0,97	0,03	0,44	24,03	0,00	0,01	36,29	0,06
6	9836,45	0,20	279,97	23037,86	1,84	0,00	37,82	63,40	24,29	2,12	0,19	0,28	0,11	2,53	1,24	119,23	0,00	0,05	68,92	0,15
7	19251,00	1,88	302,13	27160,00	2,81	1,07	3,48	79,95	2,43	0,00	0,00	0,05	0,00	10,44	5,09	423,40	0,01	2,15	96,39	7,40
SUMA	33572,20	9,97	656,99	69439,63	5,55	1,24	300,28	198,36	260,30	5,29	2,65	2,00	1,08	15,72	14,86	659,56	0,24	2,91	567,74	7,79



ZA-4-9

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	3,24	0,01	1,14	2,00	0,01	0,06	6,08	0,66	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,12	0,00	3,02	0,00	0,02	1,86	0,00
2	147,19	0,00	1,13	147,31	0,01	0,00	16,82	0,00	2,45	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	21,56	0,01	0,03	0,00	0,02
3	223,10	1,51	0,00	1120,50	0,01	0,00	24,57	1,36	51,86	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	1,23	11,27	0,00	0,01	12,02	0,02
4	9170,00	4,48	161,80	71465,00	2,12	0,74	852,03	180,07	808,04	4,13	7,40	0,00	0,09	8,17	31,02	215,65	0,06	1,03	1114,00	0,30
5	376,69	3,34	3,09	178,14	0,05	0,00	12,68	2,94	0,35	2,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,45	33,33	0,00	0,00	2,49	0,04
6	7817,66	0,00	212,53	18041,57	1,31	0,00	34,91	48,01	25,22	1,76	0,03	0,27	0,03	1,95	1,79	264,66	0,00	0,04	43,02	0,13
7	17128,20	0,97	279,39	24604,60	2,87	1,14	7,69	74,46	2,43	0,00	0,00	0,07	0,05	7,96	5,20	411,77	0,00	1,98	60,43	6,34
SUMA	34866,08	10,32	659,08	115559,12	6,39	1,94	954,77	307,50	890,36	7,91	7,43	1,08	0,18	18,20	39,70	961,26	0,07	3,11	1233,82	6,85

ZA-4-9

ZA-4-10

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,97	0,01	0,55	0,61	0,01	0,02	2,09	0,41	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	1,08	0,00	0,01	0,25	0,00
2	128,12	0,00	0,98	77,74	0,01	0,00	26,25	1,88	0,56	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,53	0,01	0,02	0,00	0,01
3	198,31	1,62	1,58	1141,00	0,03	0,00	31,93	1,67	28,20	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,69	8,15	0,00	0,01	3,01	0,02
4	6478,50	1,11	108,20	94200,90	1,24	0,32	876,62	108,67	854,23	11,71	6,17	0,00	0,07	7,76	36,89	157,95	0,04	0,01	152,69	0,07
5	199,60	3,49	2,13	575,69	0,03	0,00	46,95	3,11	3,13	2,22	0,00	0,47	0,00	0,00	0,79	16,03	0,00	0,01	6,06	0,05
6	7278,65	0,50	176,87	18847,15	1,08	0,00	123,97	42,56	64,15	1,40	0,09	0,97	0,00	2,21	3,48	274,71	0,04	0,06	36,02	0,07
7	13383,00	1,21	226,78	22253,80	2,20	0,70	17,79	56,08	30,17	0,00	0,00	0,03	0,01	5,94	8,08	387,42	0,01	1,47	42,41	5,94
SUMA	27667,15	7,94	517,09	137096,89	4,60	1,04	1125,59	214,38	980,44	15,36	6,26	1,56	0,08	15,92	49,93	864,87	0,10	1,59	240,43	6,16

ZA-4-10



ZA-5-1

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	156,10	0,02	1,85	7,46	0,07	0,07	7,14	5,18	0,01	0,00	0,00	0,09	0,02	0,01	0,00	15,12	0,01	0,02	2,47	0,09
2	288,07	0,51	0,43	200,67	0,01	0,01	2,87	0,24	0,71	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,39	0,03	0,02	0,00	0,08
3	322,10	3,50	0,00	1453,80	0,03	0,00	6,11	2,19	90,17	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,61	23,70	0,00	0,01	5,95	0,06
4	3966,00	0,57	62,78	35218,76	0,98	0,14	197,74	64,84	362,25	0,91	2,82	0,00	0,03	2,38	7,55	65,89	0,01	0,58	289,91	0,14
5	932,83	3,33	6,85	925,60	0,19	0,00	24,61	7,48	1,92	4,92	0,00	1,46	0,00	0,09	0,42	42,02	0,00	0,03	5,88	0,08
6	11874,83	0,00	325,90	304338,06	2,19	0,00	36,99	80,56	75,84	2,29	0,14	0,00	0,04	3,18	1,42	550,41	0,00	0,08	72,08	0,10
7	18334,20	1,84	277,20	25616,30	2,82	2,32	6,63	77,59	12,555,0	0,00	0,00	0,05	0,03	10,55	5,52	563,13	0,00	2,55	85,50	0,83
SUMA	35874,13	9,76	675,01	367760,65	6,29	2,54	282,08	238,07	530,89	8,15	2,96	1,65	0,12	16,21	15,52	1278,66	0,04	3,28	461,79	1,38

ZA-5-1

ZA-5-2

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	208,14	0,01	3,84	7,23	0,14	0,08	16,71	9,30	0,00	0,00	0,00	0,15	0,02	0,01	0,00	15,47	0,05	0,03	2,19	0,13
2	459,60	1,40	0,97	259,28	0,03	0,03	8,11	1,15	0,90	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,81	0,03	0,05	0,00	0,10
3	471,50	1974,00	0,00	1868,4	0,03	0,00	11,33	2,46	36,82	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,59	12,63	0,00	0,02	2,27	0,11
4	4094,20	0,94	65,46	46505,00	1,06	0,17	244,73	73,22	225,30	1,51	1,91	0,00	0,01	1,96	8,02	74,79	0,00	0,83	273,92	0,25
5	198,64	4,59	1,71	203,30	0,03	0,06	3,18	3,93	0,93	8,48	0,00	0,56	1,02	0,11	0,15	38,72	0,00	0,03	40,37	0,16
6	9310,12	1,89	242,68	43034,47	1,88	0,00	190,97	93,77	32,88	0,89	0,10	0,53	0,00	2,85	1,76	537,68	0,00	0,14	134,63	0,30
7	14483,80	1,61	186,71	22274,20	1,63	1,91	34,70	57,95	143,14	0,00	0,00	0,01	0,00	8,98	9,54	437,33	0,00	2,96	37,01	0,44
SUMA	29226,00	1984,45	501,37	112283,48	4,80	2,26	509,73	241,77	439,97	11,00	2,01	1,30	1,05	13,90	20,04	1126,43	0,08	4,05	490,39	1,49

ZA-5-2

ZA-5-3

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	42,07	0,01	2,26	4,40	0,08	0,07	10,09	4,81	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00	8,55	0,00	0,04	0,88	0,00
2	199,62	0,70	0,32	169,35	0,01	0,02	6,70	0,67	1,81	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,82	0,02	0,02	0,00	0,11
3	292,59	1,87	0,00	1630,90	0,03	0,00	13,15	3,29	44,16	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,69	17,56	0,00	0,01	2,39	0,07
4	1744,83	0,34	37,80	30863,00	1,12	0,18	159,27	69,74	239,54	4,38	1,94	0,00	0,03	1,47	10,19	92,02	0,01	0,40	59,11	0,13
5	189,01	4,54	6,32	280,64	0,06	0,00	5,55	3,24	1,26	2,67	0,00	0,33	0,00	0,01	0,55	59,93	0,00	0,01	1,07	0,07
6	6496,15	1,08	174,56	17366,12	1,31	0,00	41,10	57,07	68,04	0,64	0,08	0,24	0,00	1,61	2,66	0,00	0,00	0,05	11,53	0,09
7	15973,30	2,89	246,64	21821,80	2,69	1,96	10,95	68,94	9,50	0,00	0,00	0,00	0,00	5,84	1,96	665,98	0,00	1,82	13,31	20,71
SUMA	24937,57	11,43	467,89	72136,21	5,31	2,23	246,80	207,76	364,31	7,72	2,02	0,62	0,05	8,96	16,05	863,87	0,03	2,35	88,28	21,17

ZA-5-3

ZA-5-4

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	75,89	0,02	4,62	7,06	0,19	0,18	18,29	7,90	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	6,49	0,00	0,03	3,21	0,00
2	222,74	0,69	0,82	315,85	0,03	0,00	12,37	2,08	3,58	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	22,04	0,01	0,03	0,00	0,11
3	419,46	2,52	0,31	2601,13	0,08	0,00	20,96	6,89	75,82	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	1,05	26,36	0,00	0,02	0,18	0,08
4	1992,23	0,67	37,93	370167,60	1,07	0,19	171,83	130,67	293,71	5,70	2,15	0,00	0,04	1,49	10,55	98,21	0,00	0,65	50,16	0,15
5	143,18	4,11	0,81	21,10	0,04	0,00	4,01	2,86	1,46	4,47	0,00	0,63	0,00	0,00	0,25	65,61	0,00	0,01	0,83	0,08
6	6461,32	2,85	176,13	20979,84	1,48	0,00	49,44	76,79	117,03	1,59	1,81	0,20	0,00	1,82	2,79	645,72	0,00	0,06	15,72	0,11
7	11052,90	1,82	246,52	21808,50	2,52	1,60	14,37	75,46	29,67	0,00	0,00	0,00	0,00	7,41	5,20	833,24	0,00	1,98	15,82	4,85
SUMA	20367,72	12,67	467,14	415901,08	5,40	1,97	291,28	302,65	521,28	11,91	3,95	0,87	0,07	10,73	19,89	1697,67	0,01	2,78	85,92	5,38

ZA-5-4



ZA-5-5

ZA-5-5

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	42,56	0,01	5,12	1,76	0,26	0,10	9,71	8,64	0,00	0,00	0,00	0,04	0,23	0,01	0,00	4,65	0,00	0,05	1,06	0,04
2	337,41	1,34	1,85	268,23	0,08	0,05	8,06	2,55	2,62	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	32,39	0,01	0,07	0,00	0,10
3	386,03	3,02	0,76	1152,01	0,05	0,00	9,05	3,27	39,89	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,66	26,06	0,00	0,01	6,36	0,08
4	3387,10	0,89	69,70	27531,70	0,88	0,17	62,04	59,53	184,94	1,51	2,26	0,00	0,03	2,00	5,72	103,71	0,00	0,75	92,69	0,19
5	250,99	4,24	1,84	212,47	0,06	0,00	21,51	2,84	0,51	8,25	0,00	0,44	0,00	0,02	0,13	17,80	0,00	0,02	2,23	0,10
6	9724,91	3,68	273,27	39692,84	2,42	0,26	168,64	91,13	128,33	3,50	0,30	1,44	0,00	3,69	1,74	790,45	0,00	0,14	48,35	0,23
7	18502,50	3,50	252,74	23775,40	2,48	0,77	12,81	70,23	74,99	0,00	0,00	0,02	0,58	10,10	7,80	772,52	0,00	2,09	23,99	7,64
SUMA	32631,50	16,68	605,29	92634,41	6,24	1,34	291,82	238,18	431,27	13,31	2,55	1,98	0,84	15,83	16,05	1747,58	0,01	3,12	174,67	8,36

ZA-5-6

ZA-5-6

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	13,93	0,02	1,59	3,46	0,08	0,08	15,39	4,25	0,01	0,00	0,00	0,01	0,06	0,09	0,00	2,87	0,00	0,02	1,67	0,01
2	162,80	0,41	0,50	129,60	0,03	0,00	11,46	0,76	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,14	0,00	0,02	0,00	0,04
3	205,48	3,64	0,01	927,61	0,02	0,00	6,89	1,94	40,57	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,48	9,62	0,00	0,00	0,13	0,03
4	2080,60	1,87	37,80	18087,83	0,53	0,14	47,96	50,22	187,36	1,09	1,99	0,00	0,01	1,42	7,82	56,72	0,01	0,22	66,33	0,08
5	397,34	0,00	3,42	238,28	0,07	0,00	27,54	6,90	0,56	0,75	0,00	0,30	0,00	0,00	6,73	26,68	0,00	0,01	0,00	0,05
6	7550,47	0,67	216,29	17942,16	1,25	0,00	48,37	49,76	22,87	1,15	0,00	0,53	0,11	2,28	1,76	305,16	0,00	0,05	12,99	0,12
7	13730,30	0,80	281,56	23159,40	2,62	3,72	9,83	7,03	0,32	0,00	0,00	0,00	0,01	5,47	3,10	520,25	0,00	1,97	15,32	6,24
SUMA	24140,92	7,41	541,16	60488,34	4,60	3,94	167,44	120,84	252,59	3,00	1,99	0,96	0,19	9,25	19,89	939,44	0,01	2,29	96,44	6,56

ZA-5-7

ZA-5-7

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	1586,30	0,12	63,26	461,70	17,98	2,31	1492,00	153,49	5,11	0,06	0,00	0,01	1,10	0,03	0,09	0,76	0,00	0,00	2,62	0,45
2	299,18	0,75	3,81	1022,45	1,02	0,12	103,31	6,30	167,23	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	1,20	22,30	0,00	0,02	0,00	0,05
3	673,19	2,59	0,75	4609,00	0,81	0,14	94,63	7,08	290,14	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	3,19	13,43	0,00	0,20	28,04	0,12
4	6542,44	0,17	83,97	14279,80	1,23	0,35	0,47	47,67	67,01	0,26	0,46	0,00	0,00	2,18	5,63	109,83	0,00	0,03	43,76	0,37
5	1118,38	0,00	53,91	1572,14	20,30	0,89	95,99	35,29	15,08	2,45	0,00	0,30	0,00	0,01	1,25	1,01	0,00	0,03	0,00	0,18
6	16133,87	1,56	466,94	56684,52	6,87	0,00	565,24	90,61	187,56	5,03	3,30	1,39	0,00	2,55	5,89	617,48	0,00	0,53	94,23	0,37
7	26095,50	2,77	379,40	32338,70	3,13	9,78	5,84	88,15	7,16	0,00	0,83	0,00	0,00	19,37	10,37	906,61	0,00	4,26	69,57	8,86
SUMA	52448,86	7,95	1052,04	110968,31	51,33	13,59	2357,48	428,58	739,29	9,59	4,59	1,70	1,10	24,14	27,62	1671,41	0,00	5,07	238,23	10,39

ZA.5-7-G

ZA-5-7-G

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	850,04	0,10	22,93	1282,80	6,42	1,06	432,50	94,29	1,53	0,15	0,00	0,04	0,53	0,04	0,03	0,79	0,21	0,04	2,09	0,27
2	210,56	0,00	2,48	1977,12	0,43	0,07	39,72	5,05	11,95	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	19,04	0,00	0,08	0,00	0,04
3	593,09	2,99	0,61	3580,83	0,16	0,03	35,24	4,73	184,72	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	4,63	21,49	0,00	0,09	8,27	0,07
4	6340,29	0,53	86,78	25690,30	1,33	0,29	0,00	73,07	219,43	0,15	1,29	0,00	0,04	2,82	21,75	199,27	0,00	0,27	237,53	0,30
5	917,01	4,29	44,45	1899,56	14,13	0,51	192,53	33,60	0,51	5,62	0,00	1,27	0,00	0,00	0,57	0,57	0,00	0,16	0,00	0,00
6	15421,01	1,99	415,87	49193,38	4,12	0,00	112,17	93,12	146,55	3,11	3,14	0,78	0,00	3,56	7,63	1354,62	0,00	0,35	95,79	0,40
7	28198,60	3,60	374,05	34587,80	3,18	2,05	12,02	96,48	36,73	0,00	0,00	0,00	0,05	17,26	16,16	1530,80	0,00	4,93	76,42	9,21
SUMA	52530,60	13,48	947,18	118211,79	29,78	4,01	824,18	400,34	601,42	9,31	4,43	2,10	0,84	23,68	51,48	3126,57	0,21	5,91	420,10	10,29



ZA-EF-1

ZA-EF-1																				
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	88,74	0,02	77,40	3,05	1,43	0,81	574,23	45,89	0,02	0,11	0,00	0,16	0,51	0,12	0,00	0,31	0,03	0,05	1,04	0,00
2	96,61	1,47	11,25	95,03	0,22	2,05	117,44	4,81	1,10	0,18	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,05	0,00	1,19
3	171,65	0,53	0,00	437,97	0,02	0,00	85,28	1,53	10,52	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,19	0,30	0,00	0,01	0,00	0,02
4	1397,94	0,00	22,18	15359,50	0,34	0,14	307,03	23,05	113,41	1,95	0,93	0,00	0,00	1,34	5,64	9,61	0,00	0,29	62,24	0,06
5	85,20	4,53	8,32	91,39	0,10	0,19	39,77	6,70	0,47	0,86	0,00	0,47	0,00	0,00	0,14	1,36	0,00	0,02	15,04	0,02
6	3607,10	0,41	90,00	10929,72	0,74	0,00	130,45	25,71	38,74	1,12	0,09	0,00	0,28	1,96	2,45	231,39	0,00	0,07	134,89	0,00
7	6258,20	2,09	93,68	10344,70	0,96	1,93	21,69	27,76	36,99	0,00	0,00	0,06	0,00	3,78	8,11	453,28	0,00	0,86	62,56	0,00
SUMA	11705,44	9,04	302,82	37261,36	3,81	5,11	1275,89	135,43	201,26	4,22	1,02	0,78	0,79	7,19	16,53	696,79	0,03	1,35	275,77	1,29

ZA-EF-2

ZA-EF-2																				
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	37450,60	0,31	1103,90	425,96	162,59	12,31	4756,80	598,10	0,63	0,18	0,00	0,00	1,56	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,29	5,16
2	3219,12	1,36	78,95	291,63	12,96	1,03	446,72	46,92	1,50	0,00	0,00	0,00	0,16	0,04	0,08	6,83	0,00	0,14	3,34	1,14
3	333,51	1,50	0,00	264,27	1,11	0,04	54,77	4,94	3,28	0,07	0,01	0,05	0,03	0,09	0,00	14,42	0,00	0,02	1,32	0,13
4	2070,54	0,85	21,52	10176,45	0,45	0,14	86,63	16,02	56,88	0,63	1,00	0,00	0,02	0,88	3,55	90,77	0,00	0,23	56,57	0,83
5	133,87	0,36	2,30	102,09	0,06	0,02	32,68	1,28	0,19	0,70	0,04	0,37	0,00	0,00	0,11	12,11	0,00	0,01	0,00	0,00
6	4788,93	0,89	131,13	12545,65	0,88	0,25	81,66	42,08	28,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,44	311,23	0,01	0,08	18,67	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SUMA	47996,57	5,26	1337,79	23806,05	178,04	13,78	5459,27	709,33	90,91	1,60	1,06	0,42	1,76	1,97	4,17	435,34	0,01	0,54	80,19	7,25

ZA-EF-3

ZA-EF-3																				
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	32612,80	0,00	7426,40	2712,00	229,88	54,10	91,62	6628,40	0,32	1,28	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,87	0,02	2,21	4,39
2	2417,43	0,94	532,87	1476,04	16,74	3,81	7,61	453,00	1,18	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,02	0,26	0,38	0,01	1,51	0,77
3	129,02	1,30	13,71	283,67	0,97	0,14	0,89	29,70	0,38	0,00	0,00	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,06
4	118,11	0,18	0,00	3489,90	0,09	0,11	8,20	5,73	8,27	0,25	0,14	0,00	0,00	0,08	0,55	5,95	0,00	0,02	9,03	0,32
5	45,80	0,46	3,73	25,30	0,02	0,05	0,99	1,29	0,00	0,12	0,00	0,12	0,05	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00
6	256,51	0,43	8,86	897,07	0,08	0,04	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	3,37	0,00	0,00	24,29	0,00	0,00	35,58	0,00
7	601,61	0,12	3,82	322,47	0,04	0,25	0,00	1,69	0,47	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,11	4,01	0,00	0,05	0,19	0,08
SUMA	36181,28	3,43	7989,39	9206,45	247,82	58,50	109,31	7124,15	10,63	1,65	0,14	0,32	3,69	0,13	0,68	35,22	1,30	0,10	48,52	5,62

ZA-EF-4

ZA-EF-4																				
FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	18376,60	2,84	4578,40	9136,10	160,77	33,42	684,52	3753,40	22,35	1,76	0,00	0,00	4,33	0,11	0,00	0,00	0,02	0,02	21,81	1,63
2	1364,30	1,04	257,58	5576,01	9,91	1,93	42,52	204,24	6,04	0,14	0,00	0,00	0,29	0,02	0,32	0,64	0,00	0,00	28,19	0,28
3	53,47	0,93	3,99	320,89	0,42	0,05	2,12	9,58	0,90	0,10	0,00	0,60	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,01
4	7,42	0,07	0,00	232,15	0,01	0,03	0,74	1,16	5,94	0,25	0,04	0,00	0,00	0,00	0,53	17,41	0,00	0,00	15,77	0,15
5	0,82	0,34	0,30	10,53	0,04	0,01	0,38	0,33	0,00	0,08	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	3,73	0,00	0,01	0,00	0,00
6	11,41	0,29	0,43	474,16	0,06	0,00	1,01	1,19	5,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	58,15	0,00	0,00	9,09	0,00
7	105,39	0,75	0,18	1053,41	0,02	1,64	2,07	1,59	13,04	0,00	0,03	0,06	0,00	0,43	0,66	8,34	0,00	0,01	15,49	0,02
SUMA	19919,41	6,25	4840,88	16803,25	171,23	37,08	733,36	3971,49	53,34	2,32	0,07	0,70	4,63	0,55	1,51	88,27	0,02	0,04	90,74	2,09



ZA-NAT-1

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	10,41	0,03	2,11	10,13	0,02	0,09	0,92	0,93	0,23	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07	0,01	2,63	0,00	0,01	5,73	0,00
2	215,67	0,08	48,12	178,07	0,25	0,31	37,16	6,04	4,57	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	46,15	0,00	0,14	0,08	0,15
3	865,55	3,54	129,87	2032,20	1,15	0,67	102,84	6,82	156,44	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	2,34	14,48	0,00	0,04	32,45	0,00
4	2049,76	7,26	99,16	19149,96	2,45	5,00	110,12	37,28	195,20	1,23	0,95	0,00	0,11	3,32	5,91	34,11	0,00	0,15	150,43	0,49
5	377,51	7,40	6,06	673,50	0,28	1,06	17,03	5,21	3,00	3,61	0,00	0,35	0,00	0,01	1,32	18,97	0,00	0,01	20,25	0,14
6	4965,89	7,19	117,14	15354,47	2,84	9,35	38,20	37,40	85,08	0,94	0,21	0,74	0,08	4,89	4,09	267,03	0,00	0,31	85,14	0,13
7	35971,30	56,00	148,77	1852,40	4,61	23,41	38,80	68,13	32,67	0,00	0,00	0,23	0,08	5,21	6,73	506,23	0,00	1,30	36,24	3,28
SUMA	42406,33	81,51	551,23	39250,73	11,60	39,89	345,08	161,82	477,20	5,81	1,16	1,34	0,27	13,49	20,41	889,59	0,01	1,96	330,32	4,19

ZA-NAT-2

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	2,84	0,02	2,46	2,84	0,03	0,10	3,03	1,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,10	0,00	2,15	0,00	0,04	1,00	0,00
2	229,33	1,15	13,97	110,93	0,19	0,19	43,30	0,06	8,20	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,28	0,00	0,22	0,00	0,12
3	439,84	4,65	142,26	1362,55	1,78	0,38	37,72	2,12	225,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	3,37	5,39	0,00	0,05	18,39	0,00
4	1630,88	7,91	111,02	19672,99	2,77	4,94	129,21	29,33	314,21	2,70	0,87	0,00	0,12	4,28	10,49	37,06	0,00	0,49	448,09	0,40
5	212,89	7,43	3,80	620,82	0,18	0,49	16,35	2,09	6,16	5,99	0,00	0,48	0,00	0,00	0,90	18,26	0,00	0,04	64,51	0,13
6	4092,52	8,51	99,00	13679,16	2,51	9,86	60,91	32,45	181,59	1,52	0,00	0,50	0,00	5,02	5,03	175,58	0,00	0,38	259,66	0,06
7	31453,70	50,90	100,71	14536,30	3,71	16,01	38,99	36,74	68,88	0,00	0,36	0,31	0,00	4,23	9,40	346,48	0,00	0,98	38,17	6,14
SUMA	38062,00	80,57	473,22	49985,59	11,17	31,97	329,50	103,82	804,27	10,30	1,23	1,29	0,13	13,81	29,19	605,19	0,00	2,19	829,82	6,85

ZA-NAT-3

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	134,42	0,28	3,89	171,07	0,08	0,09	2,86	0,03	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	1,03	0,00	0,00	0,45	0,00
2	277,35	5,45	29,69	207,34	0,15	0,19	40,61	4,79	0,85	0,06	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	35,21	0,00	0,05	8,66	0,18
3	295,74	1,97	12,23	658,18	0,27	0,02	39,25	1,46	4,43	0,12	0,02	0,12	0,00	0,17	0,11	0,82	0,00	0,01	4,88	0,17
4	1539,36	5,45	31,66	6286,30	0,85	1,19	51,39	11,42	26,79	0,41	0,39	0,51	0,03	0,82	1,05	6,22	0,00	0,07	70,49	0,23
5	208,22	2,75	1,74	74,43	0,05	0,10	2,97	0,00	0,00	0,15	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	6,95	0,00	0,00	1,49	0,00
6	11024,10	16,48	158,95	15661,73	6,50	6,54	48,05	40,47	3,63	0,00	0,00	0,00	0,00	3,22	0,00	55,17	0,00	0,18	13,19	0,00
7	25632,41	30,77	141,00	13923,43	5,36	6,69	19,12	31,73	4,87	0,00	0,14	0,43	0,00	1,87	1,94	122,17	0,00	0,44	6,94	1,71
SUMA	39111,60	63,14	379,15	36982,48	13,27	14,80	204,24	89,91	40,82	0,73	0,54	1,25	0,08	6,11	3,10	227,56	0,00	0,75	106,09	2,29

ZA-SET

FR	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	575,08	0,50	1,41	1,88	0,02	0,11	2,28	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	14,47	0,00	0,01	3,79	0,00
2	158,05	0,00	0,74	49,21	0,02	0,07	5,04	0,82	0,16	0,34	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	35,65	0,00	0,02	39,62	0,15
3	199,07	0,00	0,72	675,67	0,02	0,06	7,85	0,98	7,19	0,00	0,03	0,00	0,00	0,14	0,19	34,13	0,00	0,00	16,76	0,00
4	1324,26	0,00	17,67	16829,99	0,24	0,06	123,81	18,67	108,23	0,41	1,33	0,00	0,00	1,13	4,52	36,52	0,00	0,09	80,52	0,01
5	49,49	0,00	0,93	138,32	0,00	0,00	8,68	0,00	1,08	2,32	0,20	0,68	0,00	0,00	0,13	23,24	0,00	0,00	0,00	0,03
6	16405,30	1,28	349,50	37307,03	2,36	1,48	133,25	43,05	77,17	0,05	0,25	1,07	0,05	2,64	3,23	236,84	0,00	0,00	31,61	0,08
7	13081,06	0,61	184,81	16138,73	1,59	0,24	6,83	47,11	9,00	0,01	0,06	0,11	0,00	5,23	2,88	455,93	0,00	1,14	47,36	3,24
SUMA	31792,31	2,40	555,79	71140,83	4,25	2,02	287,74	112,03	202,83	3,12	1,87	1,89	0,06	9,14	10,96	836,77	0,00	1,26	219,65	3,51

