



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

INFORME FINAL

**DOCUMENTO Nº IV. CARACTERIZACIÓN
GEOQUÍMICA Y AMBIENTAL DEL DEPÓSITO DE
LODOS MINEROS 0917-2-0001 (MINA MARÍA LUISA,
LA NAVA, HUELVA).**



INDICE DEL DOCUMENTO N° IV

1. <u>LOCALIZACIÓN Y ACCESO</u>	1
2. <u>DESCRIPCIÓN DEL MEDIO</u>	3
2.1. GEOLOGÍA	3
2.2. RELIEVE E HIDROLOGÍA	5
2.3. CLIMA	7
2.3.1. <u>Selección de los observatorios</u>	7
2.3.2. <u>Elementos climáticos térmicos</u>	8
2.3.2.1. Temperaturas medias mensuales y estacionales	8
2.3.2.2. Periodo cálido	9
2.3.2.3. Periodo frío, heladas	10
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	14
2.3.3.3. Balance hídrico	15
2.3.4. <u>Índices y clasificaciones climáticas</u>	17
2.3.4.1. Índice de aridez de De Martonne	17
2.3.4.2. Índice de aridez de la UNESCO	18
2.3.4.3. Clasificación climática de Thorthwaite	19
2.3.4.4. Clasificación bioclimática de Rivas Martínez	20
2.4. SUELOS	23
2.5. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO	25
3. <u>EXPLOTACIÓN MINERA</u>	27
4. <u>DESCRIPCIÓN DEL DEPÓSITO DE RESIDUOS</u>	29
5. <u>DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS</u>	33
6. <u>RESULTADOS</u>	39
6.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICA	39
6.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA	42



6.2.1. <u>pH, azufre y Contabilidad Ácido-Base</u>	42
6.2.2. <u>Elementos medidos en extracciones secuenciales</u>	46
6.2.3. <u>Análisis ambiental del depósito</u>	52
6.3 CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA	54
7. <u>CONCLUSIONES</u>	56
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	60
ANEXO I. BALANCES HÍDRICOS	63
ANEXO II. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO	66





1. LOCALIZACIÓN Y ACCESO

La Mina M^a Luisa se encuentra aproximadamente centrada en el Macizo montañoso de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche, sección más occidental de Sierra Morena, dentro de la cuenca hidrográfica del Río Múrtigas (también llamado Rivera de Múrtigas), subafluente del Guadiana. El gran espacio denominado Sierra de Aracena, Sierra de Huelva o, más recientemente, Sierra de Aracena y Picos de Aroche queda comprendido entre los límites de Badajoz, Sevilla y Portugal y los de las comarcas onubenses del Andévalo y la Cuenca Minera. Toda ella se caracteriza por ser un territorio rural, de bajo nivel demográfico, muy caracterizado por modelos de aprovechamiento del suelo tradicionales que conjugan lo forestal y ganadero de forma muy respetuosa con el medio.

Más concretamente, la mina se sitúa al sur del pueblo de La Nava, muy próxima a éste, y a unos seis kilómetros al norte de Jabugo por carretera, estando la entrada de la misma así como las instalaciones abandonadas al borde de la carretera N-435. En la **figura 1** se muestra la situación de la Mina María Luisa, y en la **figura 2** se observa con mayor detalle la distribución de las diferentes estructuras mineras y el entorno cercano.

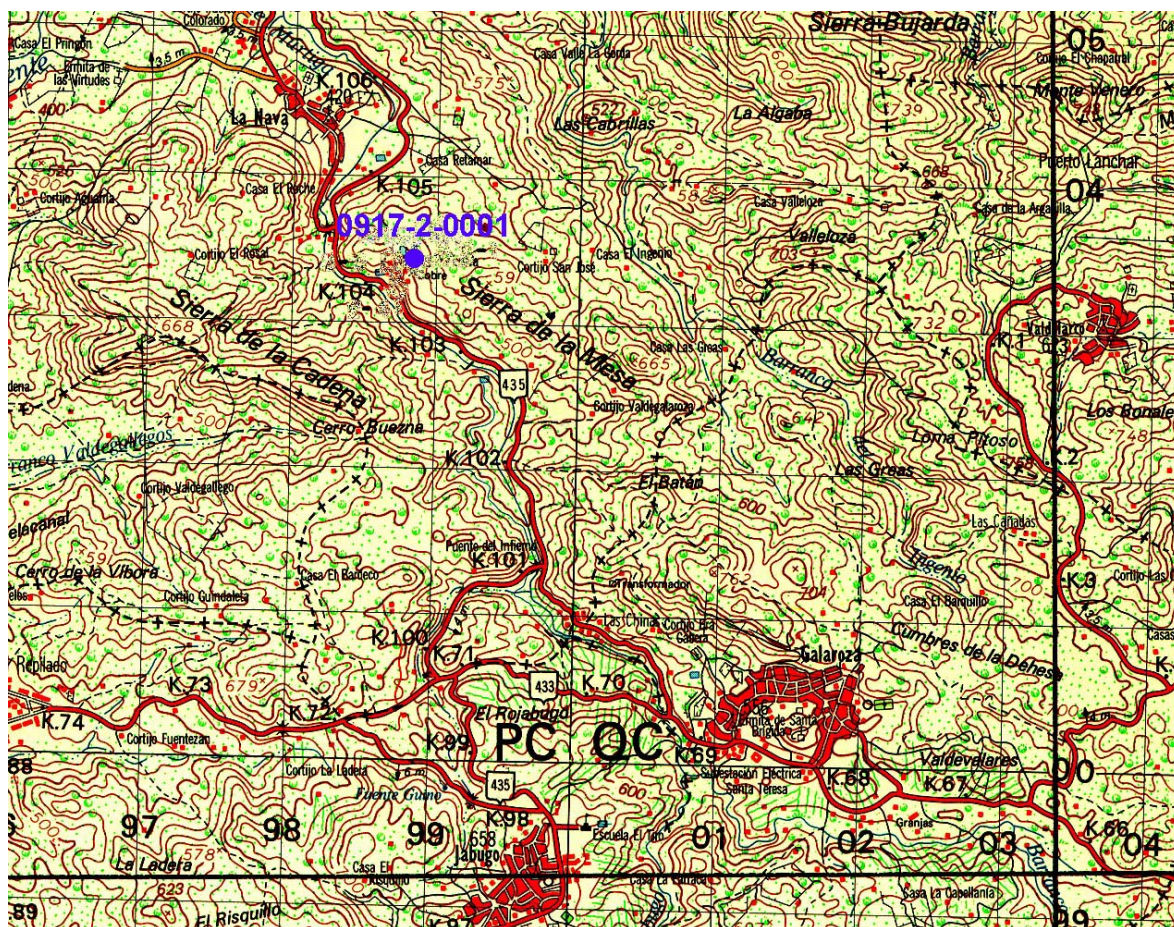


Figura 1. Situación de la Mina María Luisa, marcada con un punto sobre la cartografía 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército (la escala está algo modificada por el ajuste de la imagen al texto). La referencia numérica es la de “Actualización y ampliación del inventario nacional de depósitos de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

El depósito estudiado se sitúa ladera arriba, en las inmediaciones del paraje conocido como El Martinete, a 520 m.s.n.m., y unos 70 metros por encima de la cota del cauce del río Múrtigas, que tan sólo se encuentra a 381 metros de distancia en línea recta. La pendiente media entre la balsa y el río es de un 18% siendo más pronunciada en la zona de la explotación y más suave en la ribera del río. La orientación de la ladera en la que se sitúa la mina es suroeste. Se encuentra dentro de la Hoja 917-I del IGN (Galaroza), a escala 1:25.000.

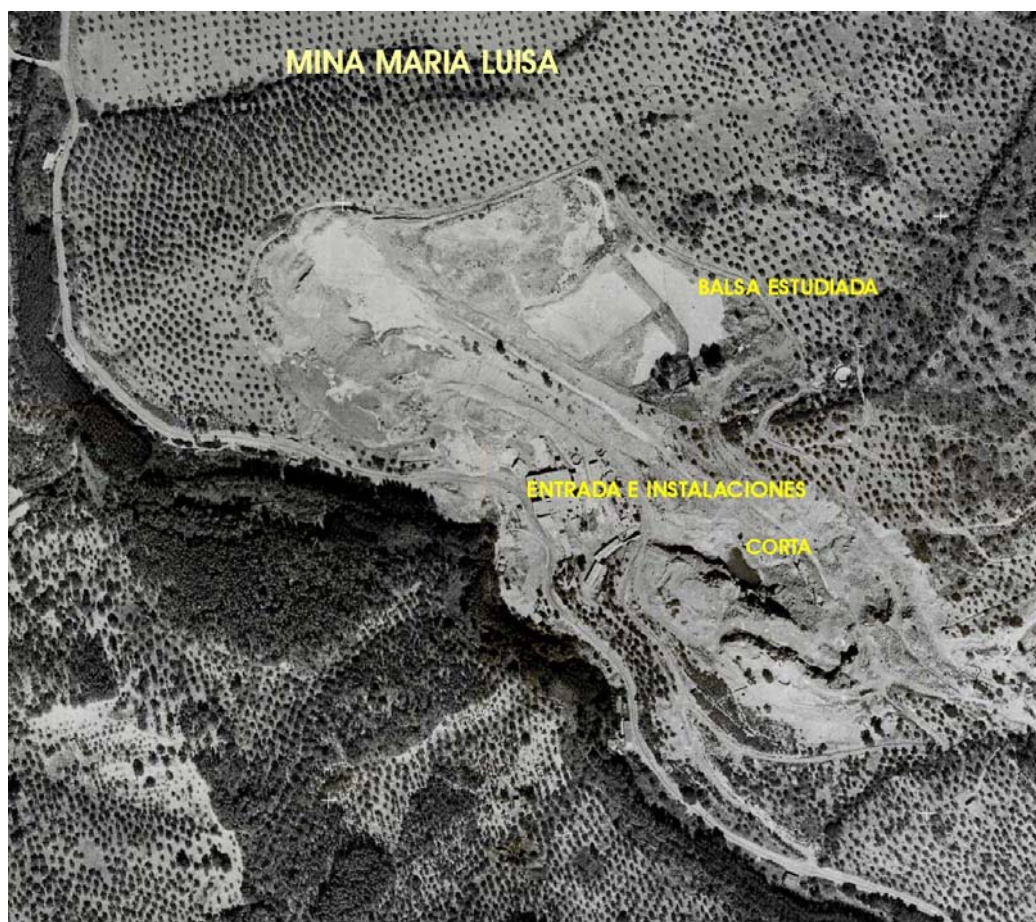


Figura 2. Ortoimagen centrada aproximadamente en las instalaciones de Mina María Luisa. Extraída a partir del ortofotomapa E5 0917-04-02 (vuelo de 1987) de la Dirección General del Catastro.

2. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

2.1. GEOLOGÍA

La Mina María Luisa se sitúa en terrenos pertenecientes a la unidad geoestructural denominada Zona de Ossa-Morena (ver **figura 3**), aquí entendida según las directrices de Quesada y Apalategui (1987), y más concretamente dentro de la unidad Macizo de Aracena-Almadén de la Plata. El límite norte de esta unidad viene definido por la falla Beja-Valdebarco. Su límite meridional está representado, al menos en el área de la Sierra de Aracena, por una zona de fractura dúctil, según la cual esta unidad se dispone geoméricamente sobre la Unidad Pulo do Lobo (ITGE, 1989).

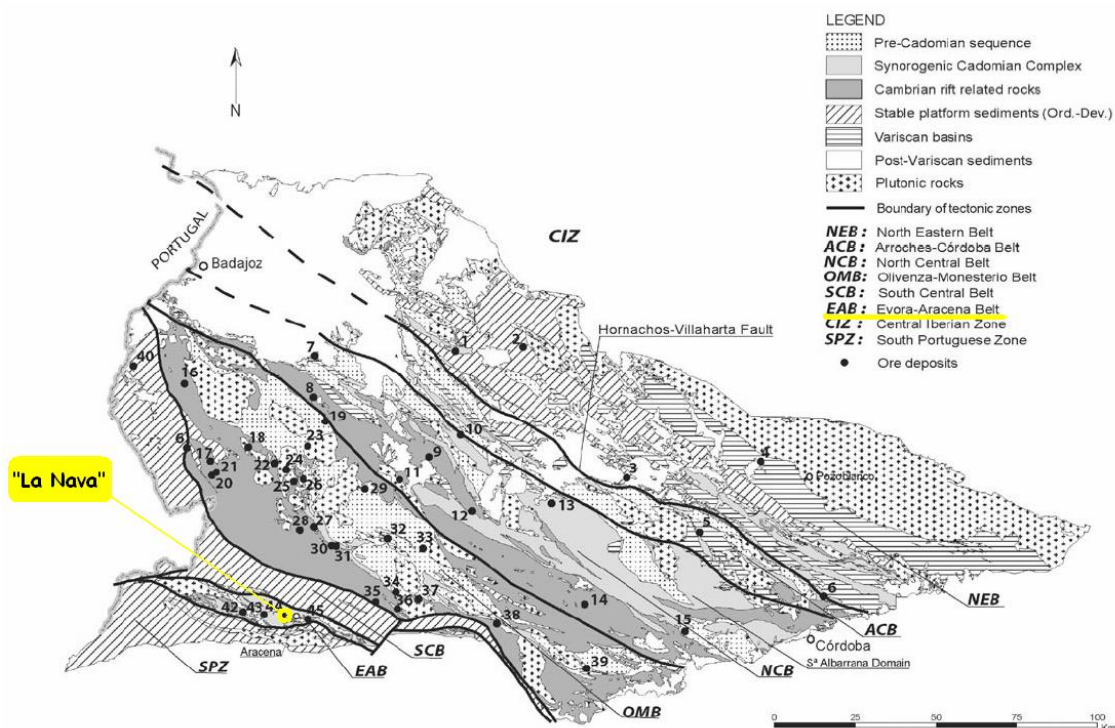


Figura 3. Situación aproximada de La Nava y Mina María Luisa en el contexto geológico de la Zona Ossa-Morena. (el esquema geológico está tomado de Tornos *et al.*, 2004).



Desde el punto de vista estratigráfico, tectónico y petrológico, la Mina María Luisa se sitúa en el denominado Dominio Central (Subdominio Central A) (IGME, 1984), lo que tradicionalmente se ha denominado Macizo de Aracena, constituido por rocas volcano-sedimentarias y carbonatadas. Los materiales que integran este subdominio se han diferenciado, de muro a techo, como sigue (IGME, 1984):

- a) Formación La Umbría – Precámbrico superior
- b) Formación carbonatada (Dolomías de Aracena) – Cámbrico
- c) Formación volcano-sedimentaria-Precámbrico superior

El conjunto litológico aflorante en el entorno de la mina Maria Luisa puede agruparse en tres unidades (IGME, 1980):

- Serie de procedencia volcanosedimentaria ácida, en la cual encaja la mineralización masiva de sulfuros. Está constituida por:
 - Metarriolitas. Se trata de rocas cuarzo-feldespáticas de colores claros y muy compactas, constituidas por cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico como componentes principales. Estas rocas son definidas al microscopio frecuentemente como cuarcitas feldespáticas e incluso neises cuarzo-feldespáticos.
 - Esquistos cuarzo-sericíticos. En la zona de labores de la mina, esta litología representa el encajante del grueso de la mineralización. Al microscopio aparecen claras evidencias de su origen volcanosedimentario, siendo clasificadas numerosas muestras como tobas o cineritas ácidas.
- Tramo de procedencia volcanosedimentaria con aportes carbonatados, constituido por:
 - Calcoesquistos y calizas. Solo se han visto en las labores de interior, concretamente en la planta 7ª y sus realces, dentro del horizonte mineralizado.



- Esquistos y filitas con niveles de silicatos cálcicos. Son rocas bandeadas, de colores crema y verde claro con epidota, clorita, cuarzo, feldespato potásico, actinolita, plagioclasa, calcita y opacos. Se presentan en paquetes compactos, y por su características favorables han sido aprovechados como áridos.

- Esquistos verdes (metabasitas). Corresponden a tobas, y en menor porción lavas, de carácter andesítico, que han sido metamorfizadas en grado bajo, y pasan en transición gradual a los esquistos y filitas con niveles de silicatos cálcicos. El estudio microscópico muestra como componentes principales: anfíbol (actinolita), plagioclasa, clorita y epidota.

En el entorno de la mina afloran también pequeños lentejones de pórfidos dioríticos y cuarzodioríticos, de varios metros a decenas de metros, casi siempre dispuestos según alineaciones que se corresponden con fracturas. Dichos afloramientos se relacionan con el pequeño stock cuarzodiorítico de La Nava, situado inmediatamente al NO de la mina.

2.2. RELIEVE E HIDROLOGÍA

Dentro del ámbito fisiográfico, la región de Aracena se destaca por una acusada orografía, constituida por una serie de sierras paralelas a las estructuras y que están condicionadas, en gran medida, por la litología de las capas (Sierra de Hinojales, del Cuchillar, Sierra de la Girada, etc.) y en parte por la evolución geomorfológica de las mismas. Los mayores relieves, así como las zonas de mayor pendiente, están asociadas preferentemente a calizas y a vulcanitas ácidas. Por otra parte la evolución morfológica consta de dos ciclos: el primero produce una gran zona residual, donde se encuentran las mayores cotas (Pico de Almonaster, 909 m, y Pico de Robledo, 893 m); el segundo ciclo produce un arrasamiento, que crea una penillanura coincidente, de forma aproximada, con la cota 600 m y en la que se encaja la red fluvial actual.



La red hidrográfica presenta gran desarrollo y está condicionada por la climatología, la orografía y la geología. La hidrografía está controlada, dentro de los factores climáticos, por la precipitación, que alcanza altos valores en esta región. La acusada orografía —no hay grandes elevaciones, pero las pendientes son por regla general muy acusadas— condiciona totalmente los valores de la escorrentía y de la retención superficial, dando lugar a acusadas variaciones en el caudal de los ríos durante las precipitaciones. El hecho de que casi todos los materiales sean impermeables, motiva el que la infiltración sea casi nula, salvo en los materiales calcáreos, en los que se desarrollan importantes fenómenos kársticos (Gruta de Aracena, Alajar, Sta. Ana, etc.).

Bajo el punto de vista hidrogeológico, las pizarras cuarcitas y vulcanitas ácidas y básicas que dominan la región presentan muy escasas posibilidades en cuanto a almacenamiento en aguas subterráneas. Como excepción a lo anteriormente dicho cabe citar los afloramientos de las calizas del Cámbrico, así como los pequeños cuaternarios. Solamente en las calizas cabe la posibilidad de plantear obras de captación que proporcionen caudales superiores a los 10 l/s; por ejemplo, a unos 3 km al sureste del pueblo de La Nava, afloran unas calizas orientadas sensiblemente N-S y buzando hacia el norte unos 50°. El drenaje de estas calizas da lugar a un manantial que surge a unos 350 m agua abajo del poblado de las Chinas.

El Río Múrtigas, en cuyo valle se sitúa la mina, nace en Fuenteheridos y recoge los caudales de numerosos arroyos y barrancos de muy escasa importancia, a excepción del Caliente. Se dirige hacia el noroeste, atravesando las sierras de la Contienda y del Álamo y juntándose con el Arroyo de Valdequemado, para terminar entrando en Portugal. Desemboca finalmente en la Rivera de Ardilla, afluente del Guadiana.

El nivel de calidad de las aguas que presentan los tramos controlados por la Confederación Hidrográfica del Guadiana de los ríos Múrtigas y Caliente es excelente, por lo que son aptas para cualquiera de los usos establecidos. El Río Múrtigas o Rivera de Múrtigas, ha sido declarado dentro de la denominación “Aguas Importantes para la Ictiofauna Indígena de Europa”, gracias a la calidad de sus aguas y a su riqueza



piscícola general, a la que se suma la presencia importante de endemismos peninsulares. Es de especial interés el jarabugo (*Anaecypris hispánica*) un pez endémico de la cuenca del Guadiana que se encuentra protegido en el río Múrtigas, pues se le considera vulnerable en el catálogo regional de especies amenazadas.

2.3. CLIMA

2.3.1. Selección de los observatorios

Para realizar el estudio climatológico del entorno de la mina Maria Luisa, se han seleccionado las estaciones pluviométricas y termopluviométricas recogidas y descritas en la **tabla I**. Los datos proceden de la publicación “Caracterización Agroclimática de la provincia de Huelva” (MAPA, 1989) y fueron completados con otros extraídos directamente de las fichas del Instituto Nacional de Meteorología. Los criterios de selección fundamentales que se han tenido en cuenta son:

- Proximidad de la estación a la zona minera y afinidad geográfica.
- Periodo de datos suficientemente amplio y completo o con pocas lagunas subsanables.

Tabla I. Datos relativos a los observatorios meteorológicos estudiados.

NOMBRE ESTACIÓN	nº id	COORDENADAS UTM (X,Y; huso 29)	ALTITUD (m.s.n.m.)	Nº AÑOS TEMPERATURAS	Nº AÑOS PRECIPITACIONES
Aroche	4524	688200, 4201100	421	1957-1991 (35)	1945-1991 (47)
Cortegana	4523	690650, 4198200	687	///	1975-2003 (29)
Almonaster la Real	4563	694650, 4194110	610	1951-1999 (49)	1952-2003 (52)
Jabugo	4514	699450, 4199250	684	///	1946-2003 (58)
Galaroza	4515	701300, 4200105	554	1975-2003 (29)	1975-2003 (29)
Aracena	4558	714500, 4197000	731	1931-1992 (62)	1931-1999 (69)



De las seis estaciones seleccionadas, quizás la más representativa de las condiciones del área de estudio es la situada en Galaroza (nº id. 4515) pues es la más cercana (tan sólo a unos 5 kilómetros al sureste de la mina), estando a una altitud similar y en la misma ladera (misma orientación) que la balsa de lodos. Por tanto, en el momento de interpretar los datos obtenidos en el estudio, se prestará mayor atención a las características climatológicas de Galaroza, seguida de Jabugo, Cortegana y Almonaster la Real, y por último, Aracena y Aroche.

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 las **tablas II y III**.

Tabla II. Temperaturas medias mensuales y anuales (°C).

MES	ARACENA	ALMONASTER	AROCHE	GALAROZA
ENERO	6,9	9,6	8,3	7,6
FEBRERO	7,4	10,5	9,1	9,1
MARZO	9,6	12,0	11,1	11,5
ABRIL	11,8	14,6	13,9	12,5
MAYO	15,5	18,2	17,6	15,6
JUNIO	19,8	22,1	21,6	19,9
JULIO	24,4	25,3	25,3	23,3
AGOSTO	24,6	24,5	25,1	23,0
SEPTIEMBRE	21,1	21,1	22,2	20,0
OCTUBRE	15,8	16,2	17,1	15,5
NOVIEMBRE	10,4	12,4	12,3	11,2
DICIEMBRE	7,5	9,9	8,9	8,8
AÑO	14,4	16,4	16,0	14,9



Tabla III. Temperaturas medias estacionales (°C).

MES	ARACENA	ALMONASTER	AROCHE	GALAROZA
INVIERNO	7,3	10,0	8,8	8,5
PRIMAVERA	12,3	14,9	14,2	13,2
VERANO	22,9	24,0	24,0	22,1
OTOÑO	15,8	16,6	17,2	15,6

Puede verse que los mínimos de temperatura media mensual corresponden en todos los casos a enero, y las máximas se dan tanto en julio como agosto.

La estación más cálida es Almonaster. Esto puede ser debido a que este observatorio se encuentra en un valle bastante “abrigado”: cerrado y con orientación sur. El siguiente valor anual medio más alto es el de Aroche que, como se apuntó más arriba, es una estación bastante alejada a la zona de estudio. Por estos motivos, se debería pensar que las temperaturas en la zona de Mina María Luisa se deben comportar de forma semejante a las de Galaroza, con media anual de unos 15°C, sin excesivo frío en invierno, aunque con fuerte calor en verano.

2.3.2.2. Periodo cálido

En la **tabla IV** 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 (julio y agosto), lo que indica que en esta zona se pueden alcanzar temperaturas elevadas, especialmente en Almonaster.



Tabla IV. Temperaturas medias de máximas mensuales y anuales (°C). Aparecen marcados con color gris los valores superiores a 30.

MES	ARACENA	ALMONASTER	AROCHE	GALAROZA
ENERO	10,5	13,4	12,0	11,4
FEBRERO	11,5	14,5	13,1	12,3
MARZO	13,8	16,5	15,6	14,5
ABRIL	17,5	20,1	19,2	18,4
MAYO	22,2	24,1	23,6	23,4
JUNIO	27,0	28,7	28,4	28,2
JULIO	32,8	33,8	33,0	32,7
AGOSTO	32,7	33,2	32,5	32,5
SEPTIEMBRE	28,3	29,8	28,4	28,3
OCTUBRE	21,1	22,9	21,8	21,5
NOVIEMBRE	14,5	18,2	16,2	15,1
DICIEMBRE	11,3	14,9	12,6	12,1
AÑO	20,3	22,5	21,4	20,9

2.3.2.3. Periodo frío, heladas

En la **tabla V** 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 los criterios de L. Emberger, se consideran fríos cuatro meses al año en la mayoría de las estaciones, y hasta seis meses en el caso de Aracena. Las heladas serán posibles a lo largo de todo ese periodo.



Tabla V. Temperaturas medias de mínimas mensuales y anuales (°C) Aparecen marcados con color gris los valores inferiores a 7°5.

MES	ARACENA	ALMONASTER	AROCHE	GALAROZA
ENERO	3,2	4,8	4,4	4,2
FEBRERO	3,3	4,8	5,0	4,7
MARZO	4,8	6,2	6,5	5,4
ABRIL	6,3	7,8	8,6	7,6
MAYO	9,4	10,7	11,4	10,4
JUNIO	12,6	13,8	14,8	13,7
JULIO	15,9	16,7	17,5	15,6
AGOSTO	16,4	16,3	17,5	16,2
SEPTIEMBRE	13,9	14,8	15,9	14,5
OCTUBRE	10,8	11,3	12,4	11,6
NOVIEMBRE	6,1	7,8	8,3	7,8
DICIEMBRE	3,5	5,4	5,1	4,3
AÑO	8,9	10,0	10,6	9,7

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. También 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 VI** se muestran los valores obtenidos del índice con los datos de los observatorios utilizados.

Tabla VI. Parámetros y valor del índice de Gorczynski. Calificación climática de las estaciones.

ESTACIÓN	Lat.	φ	tm_{12}	tm_1	I_G	RESULTADO
ARACENA	37° 54'	37.89°	24.6	6.9	28,59	Continental
ALMONASTER	37° 52'	37.86°	25.3	9.6	23,09	Continental
AROCHE	37° 57'	37.94°	25.3	8.3	26,60	Continental
GALAROZA	37° 50'	37.83°	23.3	7.6	23,11	Continental

El resultado de la expresión indica que podemos considerar toda la zona como continental, aunque se pueden diferenciar dos áreas: la zona más cercana a mina Maria Luisa es continental suave (cerca de semimarítima), mientras que el alejamiento de la zona de estudio, tanto hacia el este como hacia el oeste, conlleva aparentemente un aumento de la continentalidad.

2.3.3. Elementos climáticos hídricos

2.3.3.1. Precipitaciones mensuales y estacionales

En las **tablas VII** y **VIII** se muestran los valores de las precipitaciones medias mensuales y anuales así como estacionales de los observatorios seleccionados. Galaroza y Jabugo son las estaciones más cercanas a la mina Maria Luisa.



Tabla VII. Precipitaciones medias anuales

MES	ALMONASTER	JABUGO	GALAROZA	CORTEGANA	AROCHE	ARACENA
ENERO	157,2	157,3	135,0	109,2	116,8	139,8
FEBRERO	124,1	151,3	106,0	110,6	109,1	112,4
MARZO	103,8	121,3	70,6	83,8	106,3	124,2
ABRIL	95,7	98,8	97,9	95,1	63,8	78,4
MAYO	69,0	72,4	67,6	51,0	56,7	67,1
JUNIO	31,0	30,7	24,7	25,5	32,1	32,8
JULIO	5,1	5,3	8,2	5,2	1,5	3,7
AGOSTO	8,2	8,7	11,9	31,2	5,1	6,4
SEPTIEMBRE	44,8	43,0	55,0	60,3	27,5	41,9
OCTUBRE	112,8	119,3	122,7	134,8	84,0	95,5
NOVIEMBRE	143,1	142,1	134,2	168,8	100,3	106,7
DICIEMBRE	174,9	156,8	161,7	175,5	98,5	122,2
AÑO	1069,9	1107,1	995,5	1051,0	801,7	931,1

Tabla VIII. Precipitaciones medias estacionales

MES	ALMONASTER	JABUGO	GALAROZA	CORTEGANA	AROCHE	ARACENA
INVIERNO	152,1	155,1	134,2	131,8	108,1	124,8
PRIMAVERA	89,5	97,5	78,7	76,6	75,6	89,9
VERANO	14,8	44,7	14,9	20,6	12,9	14,3
OTOÑO	100,2	101,5	104,0	121,3	70,6	81,4



Puede verse que en todas las estaciones se observa un fuerte descenso de las precipitaciones en verano (el mes de julio es el más seco). Esto condiciona la existencia de un déficit estival (carácter mediterráneo).

La estación más lluviosa es el invierno (siendo diciembre o enero el mes más húmedo). Además, salvo en el caso de Aracena y Aroche, donde no existen grandes diferencias entre primavera y otoño, en el resto de los casos hay una mayor precipitación en otoño que en primavera.

A excepción de Aroche, en todas las estaciones se rondan o superan los 1000 mm al año. Se ha señalado que sólo el nordeste del municipio de Aroche puede considerarse incluido dentro del área pluviométrica de la Sierra de Aracena (Ramos Calzado, 2003). Lógicamente, las precipitaciones pueden ser superiores en puntos más elevados y umbrosos de la Sierra de Aracena en sentido amplio, representando los máximos dentro de la provincia de Huelva.

2.3.3.2. Evapotranspiración potencial mensual y estacional (ETP)

En las **tablas IX y X** 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 y anual según Thonthwaite.

MES	ARACENA	ALMONASTER	AROCHE	GALAROZA
ENERO	14,9	19,6	16,2	17,1
FEBRERO	16,4	22,2	18,4	22,2
MARZO	28,8	33,4	30,5	38,9
ABRIL	43,6	48,0	45,9	47,2
MAYO	73,8	75,1	73,5	13,9
JUNIO	107,9	101,7	101,1	107,8
JULIO	149,4	125,9	129,7	138,1
AGOSTO	141,6	112,2	119,9	126,8
SEPTIEMBRE	99,7	79,5	88,4	91,1
OCTUBRE	59,3	49,1	54,9	57,1
NOVIEMBRE	27,5	28,6	29,1	30,5
DICIEMBRE	16,5	20,1	17,6	20,9
AÑO	779,4	715,4	725,2	711,6

Tabla X. ETP media estacional según Thornthwaite.

	ARACENA	ALMONASTER	AROCHE	GALAROZA
INVIERNO	15,9	20,6	17,4	20,1
PRIMAVERA	48,7	52,2	50,0	33,3
VERANO	133,0	113,3	116,9	124,2
OTOÑO	62,2	52,4	57,5	59,6

En comparación con la cantidad de agua precipitada, la ETP no es especialmente elevada salvo en el caso del verano, estación durante la cual se producirá una descompensación hídrica.

3.2.3.3. Balance hídrico

A partir de los datos de precipitación y evapotranspiración mensuales se han realizado los balances hídricos de cuatro estaciones (Aracena, Almonaster, Aroche y Galaroza)



siguiendo el método directo, 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.

En el **ANEXO I** se recogen las tablas correspondientes a los balances hídricos. En la **tabla XI** se recogen 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).

Tabla XI. Meses que se consideran secos ($F > 50\text{mm}$).

ESTACIÓN	MESES SECOS (RESERVA MÁXIMA = 100 mm)
ARACENA	Julio, Agosto y Septiembre
ALMONASTER	Julio y Agosto
AROCHE	Julio, Agosto y Septiembre
GALAROZA	Julio y Agosto

La evapotranspiración potencial media anual se sitúa muy por debajo de la precipitación anual media, lo que implica la existencia de un exceso de agua durante el invierno, que alimenta las “reservas” de agua que se irán consumiendo durante la primavera hasta ser



insuficiente para cubrir las demandas de la estación seca. En efecto, a la vista de los resultados de los balances hídricos, y teniendo en cuenta las deficiencias de este método, es posible asignar una falta anual que varía según la estación entre 236 y 339 mm, concentrada en los meses de julio y agosto principalmente. El resto del año es bastante húmedo, de hecho también se produce un importante exceso de agua que, en algunos casos, incluso supera el déficit anual. Este exceso de precipitaciones se suele concentrar en los meses de diciembre y enero, y pasa a alimentar la escorrentía de la zona.

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 obtenidos en la **tabla II**, se obtienen los resultados que aparecen en la **tabla XII**, y que califican a todas las estaciones como húmedas.

Tabla XII. Clasificación de las estaciones según el índice de aridez de De Martonne.

ESTACIÓN	Ia	ZONA
ARACENA	38.15	HÚMEDA
ALMONASTER	40.52	HÚMEDA
AROCHE	30.83	HÚMEDA
GALAROZA	39.97	HÚMEDA



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.

Aridéz

En función de la precipitación media anual (P) y la ETP de Penman, ambos 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 XIII**.

Tabla XIII. Calificación de la aridez según la UNESCO

ESTACIÓN	ETP _{Penman}	P/ETP _{Penman}	ARIDEZ
ARACENA	1079.2	0.863	HÚMEDO
ALMONASTER	990.7	1.079	HIPERHÚMEDO
AROCHE	1004.3	0.798	HÚMEDO
GALAROZA	985.5	1.010	HIPERHÚMEDO

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 XIV**.



Tabla XIV. Tipos de verano y de invierno según la UNESCO.

ESTACIÓN	tm ₁₂	tm ₁	TIPO DE VERANO	TIPO DE INVIERNO
ARACENA	24.6	6.9	CÁLIDO	FRESCO
ALMONASTER	25.3	9.6	CÁLIDO	FRESCO
AROCHE	25.3	8.3	CÁLIDO	FRESCO
GALAROZA	23.3	7.6	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 centrales del verano (julio y agosto) (ver **tabla XV**).

Tabla XV. Precipitación media de los meses centrales del año (mm) y n° de meses secos en cada estación.

MES	ARACENA	ALMONASTER	AROCHE	GALAROZA
JUNIO	32,8	31,0	32,1	24,7
JULIO	3,7	5,1	1,5	8,2
AGOSTO	6,4	8,2	5,1	11,9
SEPTIEMBRE	41,9	44,8	27,5	55,0
N° MESES SECOS	2	2	3	3

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 las estaciones de estudio se muestra en la **tabla XVI**.

Tabla XVI. Índice de humedad, aridez y humedad global.

ESTACIONES	Ih	Ia	Im	ETP _{V%}	CLIMA
ARACENA	60.6	43.4	34.5	51.18	B ₁ S ₂ B' ₂ → mesotérmico húmedo con falta de agua estival.
ALMONASTER	49.5	33.0	29.7	47.49	B ₁ S B' ₂ → mesotérmico húmedo con falta de agua estival moderada.
AROCHE	10.5	39.9	-13.4	48.35	C ₁ S B' ₂ → mesotérmico seco subhúmedo con exceso de agua invernal moderado.
GALAROZA	39.9	37.1	17.6	52.37	B ₂ S ₂ B' ₁ → mesotérmico húmedo 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 XVII** se muestran los valores obtenidos.

Tabla XVII. Índices de Mediterraneidad de Rivas-Martínez.

ESTACIONES	Im_1	Im_2	Im_3	REGIÓN
ARACENA	40.4	28.8	9.2	Mediterránea
ALMONASTER	24.7	17.9	7.7	Mediterránea
AROCHE	86.4	37.8	9.1	Mediterránea
GALAROZA	16.8	13.2	8.3	Mediterránea

Termoclima

El termoclima 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 → Índice de termicidad

T_1 → temperatura media de máximas del mes más frío.

t_1 → temperatura media de mínimas del mes más frío.

tm → 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 XVIII**.



Tabla XVIII. Valores del índice de termicidad y pisos y horizontes bioclimáticos.

ESTACIONES	tm	T ₁	t ₁	I _t	PISO BIOCLIMÁTICO	HORIZONTE BIOCLIMÁTICO
ARACENA	14.4	10.5	3.2	277	MESOMEDITERRÁNEO	MEDIO
ALMONASTER	16.4	13.4	4.8	346	MESOMEDITERRÁNEO	INFERIOR
AROCHE	16.0	12.0	4.4	324	MESOMEDITERRÁNEO	INFERIOR
GALAROZA	14.9	11.4	4.2	305	MESOMEDITERRÁNEO	INFERIOR

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 la **tabla XIX** se señalan los meses en los que no se supera el citado valor.

Tabla XIX. PAV, teniendo en cuenta la temperatura media mensual > 7'5 °C.

MES	ARACENA	ALMONASTER	AROCHE	GALAROZA
ENERO	6,9	9,6	8,3	7,6
FEBRERO	7,4	10,5	9,1	9,1
MARZO	9,6	12,0	11,1	11,5
ABRIL	11,8	14,6	13,9	12,5
MAYO	15,5	18,2	17,6	15,6
JUNIO	19,8	22,1	21,6	19,9
JULIO	24,4	25,3	25,3	23,3
AGOSTO	24,6	24,5	25,1	23,0
SEPTIEMBRE	21,1	21,1	22,2	20,0
OCTUBRE	15,8	16,2	17,1	15,5
NOVIEMBRE	10,4	12,4	12,3	11,2
DICIEMBRE	7,5	9,9	8,9	8,8
PAV	9	12	12	12



El PAV en toda la zona es superior a los 9 meses, y previsiblemente puede alcanzar los doce meses, siempre que no se supere cierta altitud que podría estar alrededor de los 700 m.s.n.m.

Ombroclima

Dentro de cada piso bioclimático, en función de la precipitación, distinguimos 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 ocurre en Almonaster, Cortegana y Jabugo. Muy cerca de ese límite quedan los valores de precipitación anual de Aracena y Galaroza. En general, puede pensarse que todo el entorno cercano de la mina se sitúa a caballo entre los ombroclimas Húmedo y Subhúmedo.

2.4. SUELOS

El relieve y la naturaleza de los materiales condiciona en gran manera la existencia de suelos de escaso desarrollo (Leptosoles). Estos suelos, dependiendo de la orientación, pendiente, naturaleza, densidad de vegetación y pluviometría pueden ser Leptosoles líticos, dístricos, úmbricos o eútricos (Junta de Andalucía, 2004). Es común que los suelos de las inmediaciones presenten un epipedión fuertemente limitado en profundidad que aparece sobre la roca fragmentada o fisurada, como consecuencia de procesos erosivos intensos. En zonas con cambios de pendientes y en fondos de valle, los depósitos coluviales generan diversos tipos de Regosoles, también dependiendo de las condiciones específicas donde se sitúa el suelo. Solo en determinadas superficies de topografía algo más llana, y sobre todo cuando los suelos se desarrollan sobre rocas graníticas, pueden formarse Cambisoles de diferente tipología. También es de señalar que Sierras de Aracena y Aroche se encuentran enclaves más o menos extensos de Cambisoles crómicos desarrollados sobre pizarras y sobre calizas. Se trata probablemente de suelos antiguos, aunque se ha señalado que también en áreas de pluviometrías elevadas (en cotas superiores a 1.000 m) podrían generarse en la



actualidad estos suelos (Junta de Andalucía, 2004).

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, se han recopilado algunos datos que se muestran en la **tabla XX**. 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 a dos profundidades de suelos del dominio de Ossa-Morena. Los datos del INIA se refieren a medidas de contenidos totales en muestras compuestas de capa arable sobre parcelas agrícolas y de pastos.

Tabla XX. 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	Espesor (0-20 cm)	17	17	22	45	79	57	24		
	Ossa-Morena Espesor (20-40 cm)	7	19	17	32	87	45	11		
INIA (López Arias y Grau)										
Parcela 10.28, Cortegana				25	49	42	67	12	ip.	0'17
Parcela 10.31, Encinasola				84	88	48	56	7	0'16	0'13
Mediana provincia de Huelva				33	24	18	69	15	0'05	0'062



2.5. VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO.

Desde el punto de vista biogeográfico, la comarca de Aracena y las Sierras de Aroche y Almonaster la Real (en la provincia de Huelva) se engloban en la extensa provincia corológica Luso-Extremaduriense, más concretamente en el Sector Mariánico-Monchiquense (Subsector Araceno-Pacense). El Subsector Araceno-Pacense se caracteriza por el predominio de rocas silíceas y una marcada influencia atlántica en lo climático. La comarca natural de Aracena, junto con Grazalema, es la zona que presenta un mayor número de taxones vegetales de distribución restringida a su territorio en el ámbito de Andalucía Occidental, si bien, en Aracena son mucho más frecuentes los taxones eurosiberianos, y atlánticos en particular (Arroyo, 1988). También, en Aracena pueden encontrarse hasta un 50% de plantas endémicas de la Península Ibérica o compartidas con el Norte de África

Dos son los tipos más representativos de vegetación clímax en este subsector. Cuando la humedad supera a la propia del piso subhúmedo se trata de alcornoques pertenecientes a la Serie mesomediterránea luso extremaduriense y bética subhúmedo-húmeda de *Quercus suber* (*Sanguisorbo agrimonioidis-Quercetum suberis sigmetum*). Sólo por encima de los 840 m de altitud, se desarrollan los robledales mesomediterráneos de *Arbutum-Quercetum*. Por otro lado, la otra vegetación climática de mayor representación son los encinares de la Serie mesomediterránea luso-extremaduriense silicícola de *Quercus rotundifolia* o encina *Pyro bourgaeanae-Quercetum rotundifoliae sigmetum*, (Rivas-Martínez, 1987). Los encinares son bosques esclerófilos de carrasca de hoja redondeada con presencia del piruétano (*Pyrus bourgaeana*) y varias especies arbustivas, tales como *Phillyrea angustifolia*, *Crataegus monogyna*, *Rhamnus alaternus*, *Rhamnus oleoides*, etc. La encina puede aparecer entremezclada con alcornoques y quejigos en ciertas navas. El matorral de sustitución suele incluir arbustos como *Quercus coccifera*, *Cytisus multiflorus* o *Retama sphaerocarpa*. El matorral degradado, sobre suelos muchas veces decapitados, suele ser un jaral de *Cistus ladanifer* y *Cistus monspeliensis*



Ambos tipo de bosques han sido tradicionalmente adehesados eliminando parte de los árboles y casi todo el sotobosque, siendo destinados los terrenos resultantes a un uso ganadero, con la superficie del suelo cubierta de un pastizal donde normalmente adquieren importancia las especies *Poa bulbosa* y *Trifolium subterraneum*. Por la proximidad del contacto con la serie del alcornocal, es posible encontrar en posiciones favorables ciertos arbustos de hoja lustrosa (*Arbutus unedo*, *Phillyrea latifolia* y *Viburnum tinus*) y brezos como *Erica arborea*.

En los alcornocales, localizados en zonas más elevadas o más frescas y húmedas, el arbolado de alcornoque se ve acompañado de varias especies arbustivas, tales como *Phillyrea angustifolia*, *Crataegus monogyna*, *Cistus populifolius*, *Rhamnus alaternus*, *Rhamnus oleoides*, etc. El alcornocal en su estado primitivo no se encuentra ya representado en el Parque Natural de Sierra de Aracena y picos de Aroche salvo en zonas de vaguadas y umbrías, donde se acompaña de quejigos (*Quercus faginea* y *Q. canariensis*) y plantas propias de matorral húmedo. Entre las etapas de sustitución de la Serie mesomediterránea subhúmedo-húmeda del alcornoque (*Sanguisorbo agrimonoidis-Querceto suberis sigmetum*) están: jaguarzales con *Cistus populifolius*, jarales de *Cistus ladanifer* y brezales de *Erica umbellata*.

En las vegas de mayor importancia (Río Múrtigas) está presente la Serie mesomediterránea del aliso *Scrophulario scorodoniae-Almeto glutinosae sigmetum*. Como orla de las alisedas, que representan la cabecera de la serie, pueden encontrarse: bosquetes de *Prunus lusitanica* y *Viburnum tinus*, y zarzales y espinares con *Rubus ulmifolius* y *Clematis campaniflora*. Más cerca del agua aparecen saucedas de *Salix salvifolia*. En arroyos y barrancos pueden aparecer saucedas con *Salix atrocinerea* y *Rubus corylifolium* e incluso elementos propios de la Serie ibérica termo-mesomediterránea de la adelfa (*Nerium oleander*).

La transición a las formaciones climatófilas desde las edafohidrófilas la marcan los tamujares. Son formaciones espinosas con reducido número de elementos tales como *Pyrus bourgeana*, *Securinega tinctoria*, *Bryonia dioica* o *Tammus communis*.



Mina M^a Luisa se sitúa en territorios pertenecientes a la serie de la encina (*Quercus rotundifolia*), rodeados, en posiciones más elevadas, por terrenos de la serie del alcornoque (*Quercus suber*). En barrancos y arroyos pueden aparecer saucedas y adelfares, para dar paso a alisedas enriquecidas con fresnos en la vega del Río Múrtigas.

La vegetación natural que se ha descrito ocupa, no obstante, un espacio limitado. Las inmediaciones de Mina María Luisa están ocupadas mayoritariamente por olivares en secano, a veces muy entremezclados con vegetación silvestre, con aprovechamiento mixto agrícola-ganadero. En un entorno más amplio son importantes también las dehesas de encina y alcornoque, y las manchas de encinar o alcornocal o de matorral denso con arbolado de encina y alcornoque, así como los pinares de repoblación de *Pinus pinaster*. Se ha señalado que las condiciones climáticas y la ausencia de impedimentos edáficos graves en este entorno convierten a los territorios montanos de la alineación Aracena-Aroche, en unos de los de mayor productividad potencial forestal en nuestro país. Por otro lado, históricamente, el valle del Múrtigas ha sido considerado el área más fértil de toda la comarca serrana de Huelva, afamado por sus productos hortofrutícolas, como los populares “peros cachones” de Galaroza, las patatas de Fuenteheridos o los melocotones de La Nava.

3. EXPLOTACIÓN MINERA

La Mina María Luisa se engloba en un grupo de mineralizaciones del que puede ser considerada la más significativa. En segundo lugar, por su entidad física, se situarían las minas Reprise y Santa Ana. Otras mineralizaciones de este grupo son las reconocidas como indicios en el Valle “El Perro” y otros situados en la Sierra de La Cadena. En la Sierra de la Cadena (continuación al oeste de María Luisa) son diseminaciones de pirita-pirrotina, con calcopirita y blenda subordinadas. Geográficamente se sitúan aproximadamente en un triángulo cuyos vértices serían las poblaciones de Galaroza, La Nava y El Repilado, dentro de la hoja 917 del IGN a escala 1:50.000. Desde el punto de vista geológico todas estas mineralizaciones encajan en lo que se ha descrito como



esquistos y gneises cuarzofeldespáticos (metavulcanitas ácidas) de la serie vulcanosedimentaria de la unidad Aracena-Almadén de la Plata.

La mineralización principal de la mina Maria Luisa se puede definir como sulfuros masivos polimetálicos o sulfuros complejos, encajante en la serie de procedencia vulcanosedimentaria ácida, fundamentalmente en los esquistos cuarzo-sericíticos. Desde el punto de vista de la morfología del cuerpo mineralizado, la mineralización primaria es estratiforme, con una disposición lenticular de la misma dentro de los niveles mineralizados. La morfología y la distribución de la mineralización (diseminación de sulfuros, que a veces llega a ser masiva) es observable en las labores y afloramientos. En ellos se aprecia una distribución irregular de la misma, con una mayor concentración en zonas localizadas, presumiblemente coincidentes con charnelas de la primera fase de plegamiento (IGME, 1980). La mineralización aflora en superficie en una banda de dirección N120-140°E y buzamiento al N entre 40° y 70° y ha sido explotada en profundidad por las labores de interior y de cielo abierto, para recuperación de concentrados de cobre y cinc. Las leyes del yacimiento eran del orden de 0'8% Cu, 3% Zn, 0'5% Pb y 50 gr/t Ag (Vázquez Guzmán, 1978).

La paragénesis metálica, de acuerdo con los estudios de Vázquez Guzmán (1972), está comprendida por una mineralización singenética (pirita I, esfalerita I, magnetita I) acompañada por una mineralización epigenética ascendente (magnetita II, pirrotina I, arsenopirita I, pirita II, esfalerita II, calcopirita III, cubanita, bornita y tetraedrita), y una mineralización supergénica descendente (hematites, limonita, cuprita, bornita II y calcosina). Los estudios realizados posteriormente en el IGME (IGME, 1980) confirman la existencia de dicha mineralización singenética. La paragénesis epigenética debe estar relacionada con el emplazamiento de la diorita de La Nava. Posiblemente este hecho, junto con la removilización tectónica, haya incidido positivamente en la concentración de la mineralización primaria generando un yacimiento económicamente explotable. Resumiendo, desde el punto de vista genético, y teniendo en cuenta la disposición de la mineralización en relación con el encajante, la naturaleza



volcanosedimentaria de este y la existencia de una paragénesis metálica singenética, seguida de otra epigenética, puede considerarse el yacimiento de mina María Luisa de tipo volcano-sedimentario, afectado por procesos hidrotermales posteriores ligados a intrusiones de tipo diorítico.

Según Garrido y Romero (2004), si bien la explotación podría remontarse hasta la Edad de Bronce, en época moderna comienza en 1947, no regularizándose hasta 1953. Desde esta fecha hasta 1961 en que paró la explotación, se trataron 50.000 t. De acuerdo con la información aportada por Pinedo Vara (1963) la mina estuvo en explotación entre los años 1950 y 1960 por Hidro-Nitro Española S.A., a quien fue traspasada por la Cooperativa Minera de la Nava, produciendo en ese periodo un total de 72.000 t de todo uno, que se tradujeron en 4.500 t de concentrados. Un segundo periodo, y último, en la vida de la mina abarca los años 1969 a 1985, en explotación por la misma compañía minera, aunque con un rendimiento muy bajo a partir de 1978, año en el que comienza a prepararse el cierre de la mina. Se obtenían concentrados de cobre y pirita. El primero con 25,92 % Cu, 34,93 S y 32,27 Fe; el segundo con 0,48 % Cu, 51,10 S y 44,89 de Fe (Garrido y Romero, 2004). Siempre según esta fuente, la explotación se realizaba tanto a cielo abierto como por cámaras en realce con relleno. Según el Mapa Metalogenético de España (IGME, 1989: hoja 1/200.000 nº 75), en esta mina se habrían extraído más de 350.000 t, beneficiándose Cu y Zn (Ag).

4. DESCRIPCIÓN DEL DEPÓSITO DE RESIDUOS

La presa seleccionada recibe en el inventario nacional la clave de referencia 0917-2-0001. Su situación se detalla en la **figura 3**.

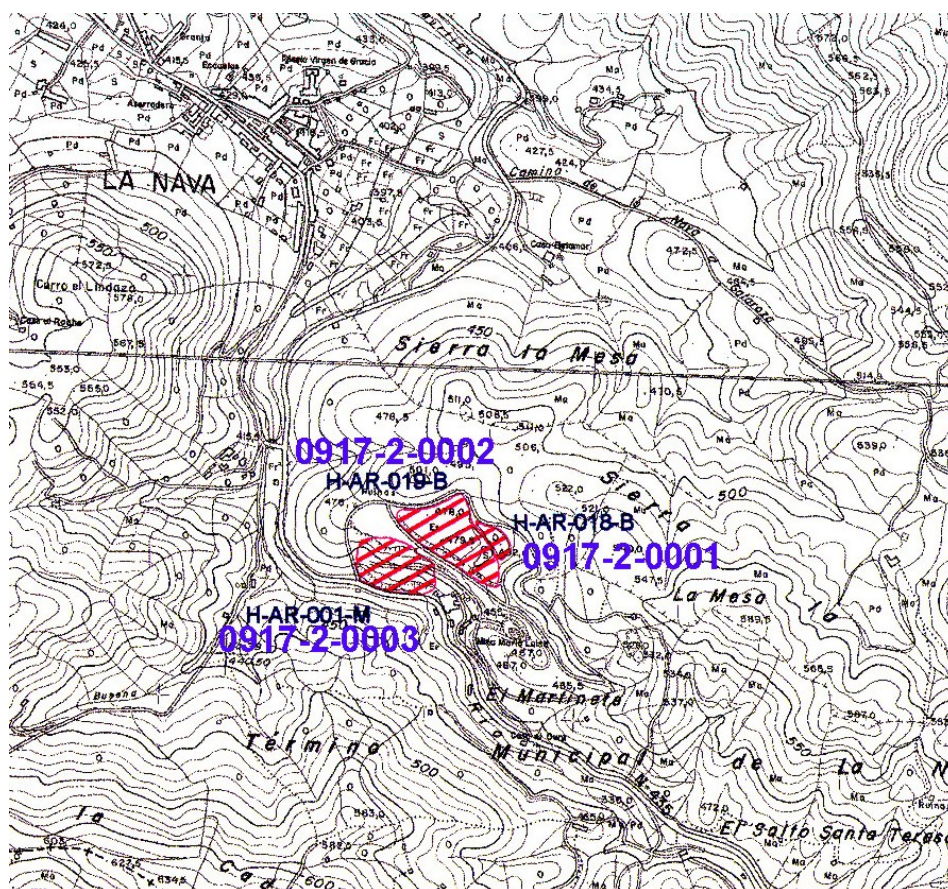
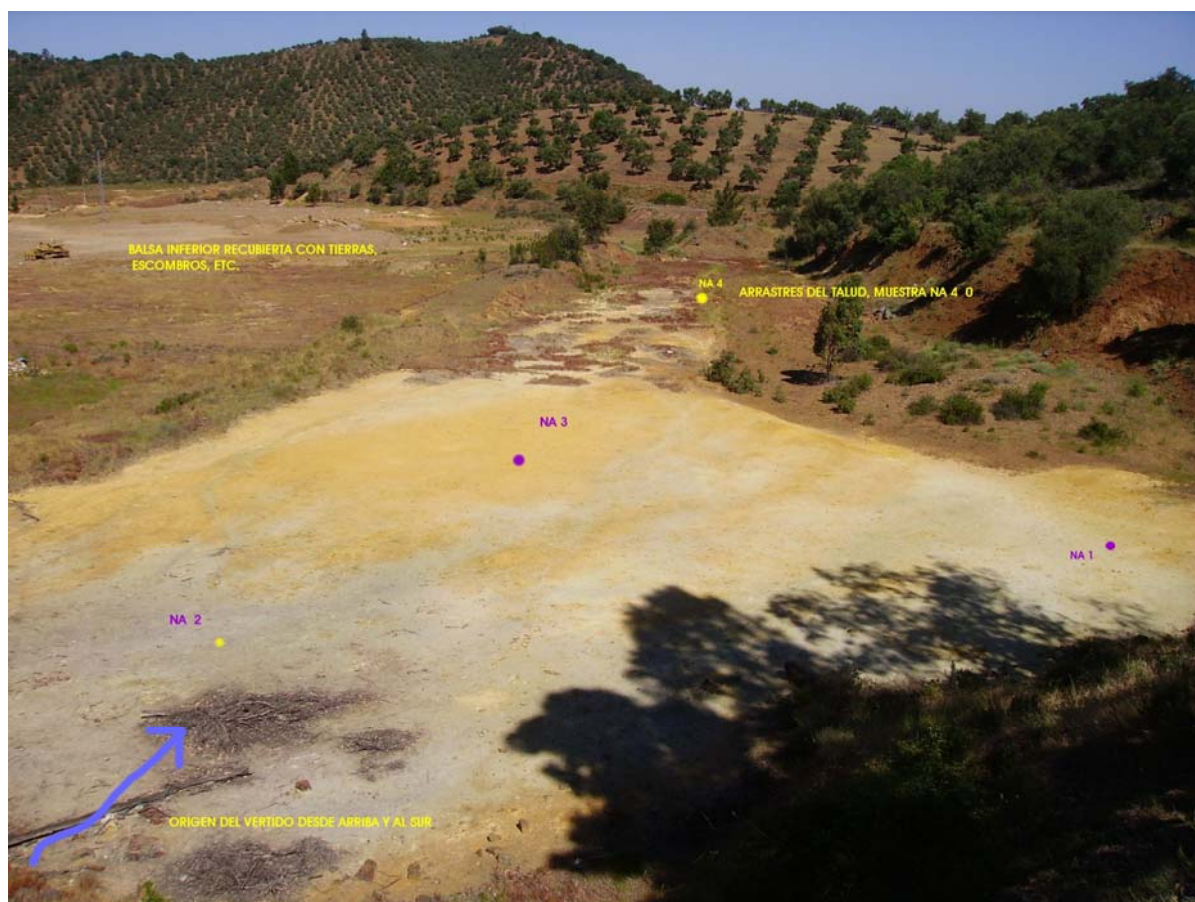


Figura 3. Situación de los depósitos de lodos mineros pertenecientes a Mina María Luisa. La referencia numérica es la de “Actualización y ampliación del inventario nacional de depósitos de lodos en procesos de tratamiento de industrias extractivas”.

Las coordenadas UTM de la balsa son X: 699.125 e Y: 4.203.489 en el huso 29. Sus dimensiones, según los datos recogidos en la correspondiente ficha, son 20 m de anchura por 100 m de longitud, con una profundidad de unos dos metros. Se trata, como puede verse, de una presa de pequeño tamaño, conformada con un dique perimetral que la circunda por el oeste y noroeste construido con materiales excavados en el terreno natural que sirve de cierre en los lados sureste y este. El punto de vertido del lodo se encontraba centrado en cola, al sureste de la misma. La naturaleza de los lodos estaba constituida por finos de flotación con un 48 % de pirita, 0,10 de Cu y 1 % de Zn (según la correspondiente ficha del Inventario Nacional de Depósitos de Lodos).

El dique se encuentra roto en el extremo noroeste, permitiendo la salida de agua hacia la balsa 0917-2-0002, que se encuentra al pie. Este flujo de agua no pudo ser observado, ni siquiera en una visita realizada con tiempo lluvioso, aunque, en tiempo seco, un reguero de precipitados blanquecinos depositados en el fondo del pequeño encauzamiento que se ha formado lo delata. En las **fotografías 1, 2, 3 y 4** se muestran panorámicas y detalles del depósito de lodos.



Fotografía 1. Visión del depósito de lodos 0917-2-0001 desde una posición elevada situada al sureste. Sobre la fotografía se ha marcado la posición de los puntos de muestreo donde se situaron las calicatas-sondeos. Mayo de 2006.



Fotografías 2 y 3. Vistas de la zona de rotura del dique del depósito desde abajo (izquierda) y desde arriba (derecha). Se observa cómo se ha formado un reguero que remonta desde los materiales terrosos y pedregosos del dique (fotografía izquierda) hacia la masa de lodo almacenado (fotografía derecha).



Fotografía 4. Vista general en la dirección del eje mayor sobre la superficie del depósito.



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 3 D (clase: *pequeña*; categoría: *depósitos de lodos cuyo funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de escasa importancia a los elementos en riesgo*). El Plan de Gestión Integral de Residuos de Huelva, aprobado por la Consejería de Medio Ambiente, prevé la construcción de un vertedero de inertes en la Mina Maria Luisa. Durante los trabajos de campo realizados para este proyecto se ha podido constatar cómo el depósito lindante con el muestreado (clave 0917-2-0002 del Inventario Nacional) se están vertiendo inertes, no habiendo sido afectado el depósito muestreado.

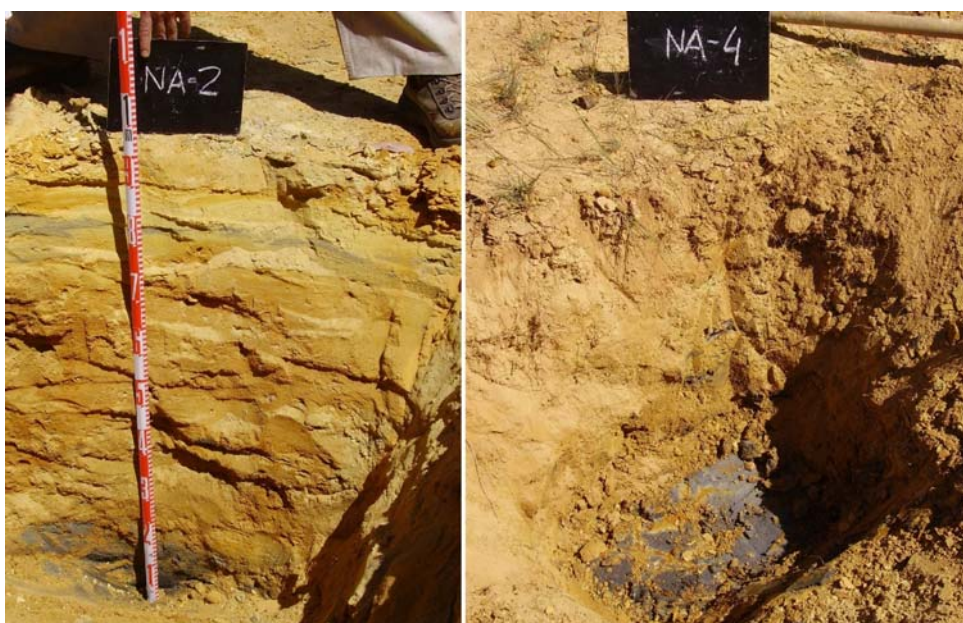
5. DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Se tomaron cuatro tipos de muestras:

- Lodos o residuos mineros en calicatas, continuando con sondeo en el fondo mediante tomamuestras mecánico de suelos.
- Lodos superficiales mediante muestreo con sonda manual de 30 incrementos muestrales para formar una muestra compuesta.
- Suelos naturales, usando azada manual.
- Precipitados, raspando en la superficie donde se formaron, con cuchara de acero inoxidable.

El grueso de las muestras procede de las calicatas continuadas con sondeo (en las **fotografías 5 y 6** puede apreciarse el aspecto de las calicatas y de las muestras extraídas con tomamuestras en profundidad). Cada punto de muestreo de una calicata-sondeo se designó con la partícula NA (en referencia a la población cercana de La Nava), seguida de un número. Sobre la **fotografía 1** 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 NA-2-3 se refiere a la tercera muestra tomada al profundizar o tercera muestra más profunda de la calicata-sondeo NA-2. Una muestra se denominó NA-4-0 para hacer referencia a que se trata de un material terroso arrastrado desde el talud excavado oriental y depositado sobre el

lodo (ver **fotografía 1**). La muestra compuesta superficial se denominó NA-SET. Las muestras de suelos se denominaron NA-NAT seguido de un número, y la muestra de precipitado (una solamente) se denominó NA-P. En las **tablas XXII a XXV** se describen las muestras tomadas en las calicatas-sondeos.



Fotografías 5 y 6. Arriba: aspecto de las calicatas NA-2 (la más próxima al punto de vertido) y NA-4 (la más alejada del punto de vertido y cubierta de derrubios). Abajo: aspecto de una muestra profunda sacada con tomamuestras.



Tabla XXII. Descripción de las muestras tomadas en la calicata-sondeo NA-1.


MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
NA-1-1	10 cm	La profundidad aumenta	2'5 Y 7/6	2'5 Y 7/8
NA-1-2	2 mm	 Dominan colores amarillentos y anaranjados o rojizos en bandas.	Laminilla 10 YR 6/8 en cara superior y 5Y 7/6 en cara inferior	2'5Y 6/8
NA-1-3	20 cm		Laminillas muy finas 10 YR 5/8 y 5Y 8/6	2'5Y 8/6
NA-1-4	4mm a 1cm		10 YR 5/6 con una película 5Y 8/6 adherida a la cara inferior	2'5Y 6/6
NA-1-5	21 cm		Rompe en laminillas. Color mayoritario 5Y 8/2. Grieta recubierta de 5YR 4/4 endurecida que se desprende en esquirlas.	2'5Y 7/6
NA-1-6	4 cm		Dominan colores grises	5Y 5/1
NA-1-7	20 cm	Gley 1 4/10 GY		5Y 4/1
NA-1-8	41 cm	Gley 1 4/10 GY		5Y 5/1
NA-1-9	22 cm	Gley 1 4/10 GY		5Y 6/2
NA-1-10	23 cm	Gley 1 4/5 G		5Y 4/1
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 160 cm. A 51 cm de profundidad aparecen los grises oscuros (zona teóricamente no oxidada)				



Tabla XXIII. Descripción de las muestras tomadas en la calicata-sondeo NA-2.


MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
NA-2-1	12-14 cm	La profundidad aumenta  Dominan colores amarillentos y anaranjados o rojizos en bandas.	Laminillas finas de colores 10 YR 6/8 y 2'5 Y 8/8	2'5 Y 7/6
NA-2-2	2 mm-5 cm		Abigarrado de Gley 7/5 GY, 2'5 Y 8/6 y 10 YR 6/8	5Y 8/4
NA-2-3	15-21 cm		Bandeado de 5 YR 5/8 y 10 YR 6/8	10 YR 7/6
NA-2-4	35 cm		Rompe en laminillas con dominio de 5 YR 5/8 sobre 10 YR 6/8 y 2'5 Y 8/6	10 YR 7/6
NA-2-5	12 cm	Dominan colores grises	Gley 1 5/5 GY	5 Y5/2
NA-2-6	27 cm		Gley 1 4/10 GY	5 Y5/2
NA-2-7	16 cm		Gley 1 3/10 GY	5 Y5/1
NA-2-8	22 cm		Gley 1 4/5 G	5 Y5/1
NA-2-9	40 cm		Gley 1 3/5 G	5 Y5/1
NA-2-10	40 cm		Gley 1 3/5 G	5 Y3/2
NA-2-11	20 cm		Gley 1 3/5 G	5 Y 4/3
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 250 cm. A 70 cm de profundidad aparecen los grises oscuros (zona teóricamente no oxidada)				

Tabla XXIV. Descripción de las muestras tomadas en la calicata-sondeo NA-3.



MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
NA-3-1	12-14 cm	La profundidad aumenta	Laminillas 7'5 YR 5/8, 2'5 Y 7/2, 10 YR 3/6 y 5Y 7/4	2'5 Y 8/4
NA-3-2	9 cm	 Dominan colores amarillentos y anaranjados o rojizos en bandas.	5 Y 7/3	5 Y 7/6
NA-3-3	2-3 cm		5 Y 7/3, con grieta vertical recubierta de 7'5 YR 5/8	2'5 Y 8/2
NA-3-4	5-7 cm		Abigarrado de 10 YR 5/6 y 2'5 Y 6/6, con láminas intercaladas de 1-2-cm y colores 5Y 7/3 y Gley 1 5/10 GY	2'5 Y 7/6
NA-3-5	9 cm		Dominan colores grises	Gley 1 3/5GY con lentejón 2'5 Y 6/6 asociado a grieta
NA-3-6	15 cm	Abigarrado de 2'5 Y 7/4 y 10 YR 5/6		2'5 Y 5/3
NA-3-7	15 cm	5 Y 3/2		5 Y 6/3
NA-3-8	71 cm	5 Y 3/2 con material del terreno natural del fondo 2'5 YR 4/8		5 Y 5/3
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 143 cm. A 31 cm de profundidad aparecen los grises oscuros (zona teóricamente no oxidada)				

Tabla XXV. Descripción de las muestras tomadas en la calicata-sondeo NA-4.

MUESTRAS (ETIQUETADO)	ESPESOR	PROFUNDIDAD	COLOR CAMPO (HÚMEDO)	COLOR LABORATORIO (SECO Y HOMOGENEIZADO)
NA-4-0	8 cm	La profundidad aumenta	Arrastres del talud excavado 7'5 Y 6/6	7'5 YR 6/6
NA-4-1	8 cm		Laminaciones de tierras 7'5 YR 4/3 y lodo 2'5 Y 6/6	7'5 YR 7/6
NA-4-2	14 cm		2'5 Y 6/6	2'5 Y 7/6
NA-4-3	8 cm		Dominan colores amarillentos y anaranjados o rojizos en bandas	Laminillas Gley 1 2'5/N, 10 YR 4/6 y 7'5 YR 3/4
NA-4-4	20 cm	Dominan colores grises	Gley 1 2'5/N con grietas y laminillas intercaladas 10 YR 4/6 y 7'5 YR 3/4	2'5 Y 5/1
NA-4-5	3-5 cm		Abigarrado de 5 Y 6/6 y 2'5 Y 6/8	2'5 Y 7/6
NA-4-6	30 cm		Gley 1 4/N con laminillas intercaladas 10 YR 6/6 y 7'5 YR 4/6	5 Y 6/1
NA-4-7	30 cm		Gley 1 4/N con alguna laminilla intercalada 10 YR 6/6 y 7'5 YR 4/6	5 Y 5/1
NA-4-8	45 cm		Gley 1 4/N	5 Y 5/1
NA-4-9	45 cm		Gley 1 4/N	5 Y 6/1
LA MÁXIMA PROFUNDIDAD ALCANZADA ES DE UNOS 210 cm. A 62 cm de profundidad aparecen los grises oscuros (zona teóricamente no oxidada)				

Las muestras de suelos fueron tomadas en las inmediaciones de la Mina María Luisa sin sobrepasar la distancia de un kilómetro. Todos ellos son de tipo Leptosol, de colores pardos o pardo-amarillentos, a excepción de NA-NAT-5, que presenta mayor desarrollo



y espesor, es de color pardo rojizo y posee mayor contenido en arcilla. Todos pueden ser calificados como pedregosos o muy pedregosos.

La muestra NA-P se tomó raspando la superficie del fondo del reguero de salida próximo al punto de rotura del dique. Se puede describir como discontinuo o disperso, de carácter pulverulento. Era de color blanquecino, aunque la inevitable mezcla con partículas de lodo le confirió un color amarillento pálido.

Las muestras de lodos extraídas mediante la apertura de calicatas con sondeo en el fondo de las mismas fueron tomadas entre octubre de 2005 y mayo de 2006. La muestra compuesta superficial NA-SET se tomó en noviembre de 2006. Las muestras de suelos naturales se tomaron en marzo de 2008. Los resultados analíticos de todas las muestras se recogen en el **ANEXO II** y se comentan a continuación.

6. RESULTADOS

6.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICA

La practica totalidad de las muestras posee un 100% de contenido en elementos que pasan el tamiz de 2 mm. El sondeo NA-2 —que es el más próximo al punto original de vertido de los lodos— se caracteriza por una serie de muestras en las que no se alcanza el 100 %, aunque se supera en todas el 99%. La proximidad al punto de vertido explicaría la presencia de una pequeñísima proporción de granos mayores de 2 mm en estas muestras. La muestra NA-2-11 contiene solo un 82'81% de partículas menores de 2 mm, lo que se explica por ser una muestra extraída tocando el fondo, viéndose incluidos pequeños fragmentos de pizarras. Las muestras NA-3-7 y NA-3-8 incluyen también materiales del fondo del vaso, los cuales se pueden describir como mezcla de lodo con materiales arcillosos de color pardo rojizo con fragmentos de pizarras. La muestra NA-15 contiene un pequeño porcentaje de elementos gruesos que no son otra cosa que fragmentos de una película pardo rojiza endurecida de óxidos-hidróxidos de hierro (color 5YR 4/4) que se encuentra recubriendo una grieta, e indica claramente el



máximo grado de oxidación alcanzado, favorecido por la entrada de agua y aire a través de la grieta en cuestión.

La posible variación de las granulometrías obtenidas antes del proceso de flotación, las condiciones de impulsión desde el punto de vertido del lodo —lo que se traduce en variaciones de la energía y dirección del flujo de la mezcla agua-finos sobre la superficie de la balsa—, y la distancia de cada punto de muestreo al punto de vertido condicionan la diferente distribución vertical de las granulometrías en cada sondeo.

Todo ello se traduce en interstratificaciones cruzadas y bandeados con alternancia de capas más arenosas con otras más limosas o arcillosas. De todos modos, como tónica general, se aprecia una tendencia a que las zonas cercanas al punto de vertido acumulen lodos más arenosos (NA-1 y NA-2) y las más lejanas acumulen los más limosos (NA-4). Esto es visible observando los contenidos medios de las diferentes fracciones en tramos profundos de los sondeos, con muestras no oxidadas de colores grises, verdosos o negros (Gley 1 ó 5Y, con bajo brillo e intensidad). Así, por ejemplo, la media ponderada del porcentaje de arena de las muestras NA-1-7, NA-1-8 y NA-1-9 es de 64'4%, mientras que la equivalente de NA-4-7, NA-4-8 y NA-4-9 es de 8%.

Si se observan los contenidos en arcilla de las muestras oxidadas (colores amarillentos, o anaranjados) se aprecia un incremento de los contenidos con respecto a las teóricamente equivalentes de muestras no oxidadas tomadas a mayor profundidad en los mismos puntos. Es decir, parece que la fracción arcilla aumenta hacia arriba a costa de las otras fracciones. Esto ocurre hasta el extremo de que los máximos contenidos en arcilla se dan cerca de la superficie del sondeo NA-2, que es el más cercano al punto de vertido. Esto solo se puede interpretar como resultado de una alteración por oxidación que modifica la granulometría, además del quimismo y la composición mineralógica. Este sondeo da también los máximos contenidos relativos de azufre, lo que se interpreta como que los sulfuros (sobre todo piritita), o las partículas minerales que más los contienen, que son comparativamente de mayor densidad, tienden a quedarse en mayor proporción cerca del punto de vertido.



La acidez generada al oxidarse la pirita puede atacar de tal forma a las partículas minerales presentes, que modifica también la textura. Así, en las zonas más próximas al punto de vertido, el ataque es más fuerte, alterando enormemente la granulometría en las zonas oxidadas y bajando el pH hasta los niveles más bajos alcanzados en todo el depósito, como se comenta más adelante.

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 que las muestras más ricas en la fracción <0'25 sean más alterables, a la luz de los datos referentes a muestras no oxidadas. Posiblemente la afirmación sea válida lógicamente, solo cuando los contenidos en elementos, alterables (pirita en este caso) son semejantes en las diferentes muestras cuya granulometría se compara.

Recorriendo la gama desde los más amarillos a los más rojos, los colores Munsell de las muestras oxidadas vistos en campo varían entre amarillo (como 5Y 7/6), amarillo pálido (como 5Y 7/3), gris claro (como 2'5Y 7/2), amarillo oliváceo (como 2'5Y 6/6), amarillo parduzco (como 10YR 6/8), amarillo parduzco oscuro (como 10YR 4/6), pardo oscuro (como 7'5YR 3/4), pardo (como 7'5YR 3/4), hasta pardo rojizo (5YR 4/4); este último sólo en las paredes de la grieta citada anteriormente. Lo normal no es encontrar capas uniformes de varios centímetros y un solo color, sino abigarrados, bandeados o grupos de laminillas milimétricas que, una vez separadas, presentan una cara de un color y otra de otro.

En las proximidades de la grieta existente en la calicata NA-1, es posible encontrar en pocos centímetros cuadrados colores pertenecientes a cinco páginas distintas de las tablas Munsell. Esto, unido a la existencia de bandeados milimétricos de diferente color, advierte de lo importante que puede llegar a ser la microescala en cuanto a ocurrencia de procesos y estados finales de oxidación actuando sobre un material bastante homogéneo en cada punto.



Las capas más profundas presentan colores propios de estados reducidos, condiciones de “gley”: grises verdosos y azulados muy oscuros o negros. La existencia en todos los puntos de una serie de capas amarillentas o anaranjadas sobre una masa de residuos de mayor espesor de colores grises ha de interpretarse, como la formación de un frente de oxidación que ha ido descendiendo sobre una masa de lodos originalmente vertidos como una pulpa (sobresaturados de agua).

Como se comenta en otros epígrafes anteriores el clima de la zona es Mediterráneo húmedo, es decir, llueve lo suficiente como para que existan excesos que, en el caso de la balsa saldrán por la rotura del dique o por el pie de éste. Por otro lado, en los meses de estío el déficit se produce y la ETP permite el secado de la superficie y el aumento de la difusión de oxígeno. Se ha visto además que incluso en tiempo bastante seco (mayo de 2006) a partir de 120-130 cm de profundidad las muestras salen empapadas de agua, por lo que debe existir un nivel freático a esa profundidad que oscilará a lo largo del año. Sin embargo, en épocas lluviosas la superficie del depósito no se encharca de forma duradera, por lo que las capas oxidadas tienen en todo el depósito la suficiente permeabilidad como para dejar pasar el agua hasta ese nivel. En cualquier caso, parece que todavía el frente de oxidación puede descender.

En cuanto a la muestra compuesta superficial NA-SET, su composición granulométrica parece ser bastante representativa de lo que ha podido ser observado en calicatas en los primeros 20 cm superficiales. Esta dominada por el limo (43%) seguido de la arena (31%). El color es 2'4Y 6/6 medio en campo y 2'5Y 8/8 seco y homogeneizado, lo que está bastante de acuerdo con los colores observados en las muestras más superficiales.

6.2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA

6.2.1. pH, azufre y Contabilidad Ácido-Base



Por el tipo de residuos estudiados, el pH y los contenidos en las diferentes formas de azufre guardan una estrecha relación. Así el pH de las muestras superficiales (lodos oxidados), obtenidas en calicatas, crece con la distancia al punto de vertido, mientras decrece el contenido de azufre total para los mismos puntos de muestreo en las muestras no oxidadas. La única excepción es NA-3-8, que es una muestra en que se mezcla el lodo con material propio del fondo del vaso del depósito. Esto vendría a estar de acuerdo con lo anteriormente dicho en relación con el contenido en pirita de los lodos en función de la distancia al punto de vertido original.

Salvo en el sondeo NA-3, se observa una tendencia lógica a que el pH crezca con la profundidad, alcanzándose los máximos valores en las muestras más profundas del sondeo NA-4. En concordancia con esto, los contenidos totales de S son claramente superiores en la zona reducida (valor medio $8'32\% \pm 6'60$) que en la zona oxidada ($2'52\% \pm 1'19$). En la zona oxidada el azufre bajo forma de sulfato alcanza una concentración media de $2'11\% \pm 0'99$ suponiendo la casi totalidad del total determinado en esas muestras, mientras que el azufre bajo forma de sulfato en zonas reducidas alcanza tan sólo el $0'59\% \pm 0'49$.

Se observa un salto más o menos importante del pH entre las muestras procedentes de la zona en la que se sitúa el frente de oxidación. Esta apreciación falla en el sondeo NA-2 en el que aparecen capas “colgadas” con presencia de láminas o predominio de colores típicos de gley, superpuestas a otras de apariencia predominantemente oxidada.

Los valores de pH superficiales varían entre 1'86 en NA-2-1 y 3'47 en NA-4-1, es decir, los materiales más superficiales (oxidados) son de carácter ultra-ácido según la escala establecida pro el Soil Survey Staff (1993). La muestra compuesta superficial, con pH de 2'6 y un contenido en azufre total del 2'51% parece, también en estos aspectos, bastante representativa. Sin embargo, la medida de capacidad de neutralización potencial es, comparativamente hablando, mucho mayor.



Las muestras de suelos naturales se mueven en un rango de pH entre 5'24 y 5'98. Si contemplamos la superficie de la balsa como un terreno en relación a su entorno, el vertido de los lodos, inicialmente, y posteriormente la oxidación de la pirita que contenían ha generado una superficie artificial cuyas propiedades son muy diferentes a las de los suelos de su entorno, destacando en este aspecto el pH (mucho menor). Además, los suelos naturales tienen todos, a pesar de su valor de pH ácido, una cierta capacidad de neutralización potencial. Esto no ocurre en las capas más superficiales de lodo ni, en general, en las muestras de lodos procedentes de zonas oxidadas. Solamente aparecen valores positivos en muestras profundas no oxidadas. El ejemplo más patente es el sondeo NA-4 que es el que se hizo, presumiblemente, sobre el material que tenía menos pirita.

En la **tabla XXVI** se muestra los valores obtenidos para los diferentes parámetros que intervienen en el cálculo de la Contabilidad Ácido-Base (*Acid-Base Account*). La acidez potencial (AP) se ha calculado con el factor estequiométrico 62'5 como sugiere (Dold). 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—, es en este caso, un descriptor fabuloso de los sondeos y del comportamiento general de los lodos de este depósito. Siendo todos los valores negativos, y pensando que las capas interestratificadas en las zonas medias de la balsa (NA-3) generan irregularidades por la propia naturaleza del proceso de vertido, la visualización de la evolución de los valores obtenidos con la profundidad y la distancia resume y apoya todo lo dicho en páginas anteriores. A la vista de los resultados, es esperable que siga produciéndose acidez en todo el depósito por largo tiempo.



Tabla XXVI. Valores de pH, azufre pírítico (Spir.), acidez potencial (AP) y capacidad de neutralización potencial (CNP) de las muestras analizadas en Mina María Luisa. 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).

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)
NA 1-1	2.97	0.12	7.5	-3.9	-11.4
NA 1-2	2.81	0.21	13.1	-6.7	-19.8
NA 1-3	2.94	0.10	6.2	-4.9	-11.1
NA 1-4	3.10	0.38	23.7	-7.3	-31.0
NA 1-5	2.62	1.03	64.4	-12.1	-76.5
NA 1-6	3.45	7.39	461.8	-2.1	-463.9
NA 1-7	4.60	10.22	638.8	+0.3	-638.5
NA-1-8	4.82	13.43	839.4	+ 6.05	-833.4
NA-1-9	4.79	5.63	351.9	-0.3	-352.2
NA-1-10	5.11	6.83	426.9	+9.57	-417.3
NA 2-1	1.86	0.63	39.4	-11.3	-50.7
NA 2-2	1.79	0.15	9.3	-19.2	-28.5
NA 2-3	2.19	0.18	11.2	-18.7	-29.9
NA-2-4	2.30	0.09	5.6	-13.2	-18.8
NA 2-5	3.24	5.08	317.5	+27.4	-290.1
NA 2-6	3.46	4.99	311.9	-7.8	-319.7
NA 2-7	3.33	3.01	188.1	+11.7	-176.4
NA-2-8	3.56	12.29	768.12	+8.2	-759.9
NA-2-9	3.39	19.18	1198.8	+33.1	-1165.7
NA-2-10	3.40	22.63	1414.4	+9.8	-1404.6
NA-2-11	3.60	21.36	1335.0	+3.5	-1331.5
NA 3-1	2.96	0.68	42.5	-17.9	-60.4
NA 3-2	3.17	0.03	1.9	-4.0	-5.9
NA 3-3	2.87	0.05	3.12	-15.3	-18,4
NA-3-4	3.03	0.53	33.12	-4.9	-38.0
NA 3-5	3.19	2.52	157.5	-14.4	-171.9
NA 3-6	2.73	0.19	11.9	-10.8	-22.7
NA 3-7	3.52	4.81	300.6	-7.2	-307.8
NA-3-8	3.15	0.37	23.1	+8.1	-15.0
NA 4-0	3.47	0.10	6.2	-0.6	-6.8
NA 4-1	3.19	0.0	0.0	-1.7	-1.7
NA 4-2	3.20	0.0	0.0	-4.0	-4.0
NA-4-3	3.25	0.24	15.0	-1.2	-16.2
NA 4-4	3.58	4.10	256.3	-2.7	-259.0
NA 4-5	3.24	0.03	1.9	-1.0	-2.9

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)
NA 4-6	4.09	2.42	151.3	+6.2	-144.3
NA-4-7	5.06	2.39	149.4	+7.11	-142.3
NA-4-8	7.17	4.33	270.6	+25.5	-245.1
NA-4-9	7.34	3.73	233.1	+27.4	-205.7

6.2.2. Elementos medidos en extracciones secuenciales

Observando los contenidos totales de elementos en el **ANEXO II** (suma de las siete fracciones de la extracción secuencial) y comparándolos con datos del fondo regional (**tabla XX**), destacan por sus más elevados valores los siguientes elementos: As, Co, Cu, Zn, Cd, Pb y Hg. Sin embargo, los elementos Ni y Cr son menos abundantes en los lodos que en el entorno natural. Como es lógico, en la mayoría de las muestras el Fe es el elemento mayoritario, sólo superado por el Al en algún caso. Los niveles totales de metales no férricos y arsénico en estos lodos superan generalmente los valores recogidos por Dold & Fontboté (2001). 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 una gran variabilidad (coeficiente de variación 128%) debida a distintos factores tales como la distinta posición de los sondeos a lo largo de la balsa, así como los distintos procesos geoquímicos acaecidos a microescala, los cuales llegan a provocar acumulaciones de Fe en muestras como NA-2-2 y NA-2-3, donde se alcanzan concentraciones de este metal superiores al 55%. Considerando el conjunto de muestras estudiadas en los cuatro perfiles, el valor medio de Fe en la zona de oxidación alcanza un 12'7% siendo superior a la concentración media de Fe de la zona inferior no expuesta a los procesos de oxidación que se ha estimado en un 7'01%. Esta última está caracterizada por una



menor variabilidad en los contenidos de los cuatro perfiles, como representa su menor coeficiente de variación (43%).

El estudio de extracción secuencial indica que en las muestras oxidadas el Fe estaría principalmente asociado a fracción cuarta, es decir bajo forma de sulfatos secundarios de Fe tales como jarosita, correspondientes a la zona de oxidación así como formando parte de oxi-hidróxidos secundarios de Fe tales como ferrihidrita, hematita y goetita también extraíbles en dicha fracción del procedimiento de extracción secuencial.

En la zona reducida, el Fe está asociado preferentemente a la fracción sexta del procedimiento de extracción secuencial utilizado, indicando por tanto un predominio de Fe en sulfuros primarios minerales no sometidos a procesos de oxidación, hecho corroborado en los diagramas de difracción de rayos X, que ponen de manifiesto la presencia de piritita y otros sulfuros minerales en esas muestras. Hay que señalar que en algunas muestras correspondientes a la zona oxidada aparecen contenidos apreciables de Fe asociados a la fracción de sulfuros primarios (fracción sexta. Este hecho debe ser interpretado no sólo en base a la existencia de algunos sulfuros de Fe, sino más bien a la acción energética de los reactivos utilizados en esta fracción ($\text{KClO}_3\text{-HCl-HNO}_3$) que según algunos autores (Dold y Fontboté, 2001), pueden atacar los bordes de silicatos liberando cantidades adicionales de Fe en esta fracción.

- ***Cu***

Los contenidos totales de Cu obtenidos en las muestras estudiadas permiten evidenciar un decrecimiento notable en las zonas oxidadas de la balsa (contenido medio $1643 \text{ mg kg}^{-1} \pm 2347$), respecto a la zona de sulfuros ubicada bajo el frente de oxidación (contenido medio $2710 \text{ mg kg}^{-1} \pm 1450$). La disminución de contenidos de Cu en los niveles más superficiales y su elevada heterogeneidad (coeficiente de variación 143%) pueden indicar la posible movilización de una parte del Cu presente en los niveles superficiales de la balsa originado por los procesos de oxidación de la calcopirita a través de lixiviación de los productos de oxidación o arrastre por escorrentía superficial.



La extracción secuencial de Cu permite evidenciar notables diferencias en la distribución de este metal en las zonas oxidadas y reducidas de la balsa. En la zona oxidada el Cu aparece principalmente asociado a fracción sexta. Esta fracción representa la porción de Cu adsorbido sobre superficies sólidas y/o bajo forma de minerales secundarios tipo jarosita. Es preciso tener en cuenta que a los bajísimos valores de pH alcanzados en estas zonas (oscilando entre 1'79 y 3'24), los procesos de adsorción específica de cationes metálicos en las superficies adsorbentes de los oxihidróxidos metálicos formados en los procesos de alteración no deben ser muy favorecidos, si bien en la zona oxidada la fracción mayoritaria de Cu es la fracción cuarta, lo que puede sugerir su presencia en sulfatos metálicos mixtos.

En las zonas reducidas este metal está principalmente asociado a la fracción sexta, sulfuros primarios y también a las de sulfuros secundarios disueltos con peróxido de hidrógeno principalmente.

Hay que destacar un hecho observado en las muestras estudiadas y que ha sido reseñado en otros trabajos, tanto en balsas mineras procedentes de residuos de minerales de Cu como en otros trabajos realizados en laboratorio recreando condiciones de alteración hidrotermal de sulfuros de Cu (Dold y Fontbote, 2001): en las muestras de los cuatro sondeos perfiles estudiados situadas a cierta profundidad, donde comienzan a predominar o a hacerse muy importantes los colores grises, el Cu aparece de modo prioritario asociado a la fracción de sulfuros secundarios, probablemente, como indican dichos autores bajo forma de covellina y calcosina. Precisamente en esas muestras aparecen los mayores valores de Cu extraíble en agua, así como —en este depósito— enriquecimientos importantes de Zn. A veces, en la bibliografía, se ha denominado zona de enriquecimiento a estas bandas, que se sitúan siempre en la frontera entre la zonas de oxidación y reducción fácilmente reconocibles.



- *Zn*

Los contenidos totales de Zn obtenidos en las muestras estudiadas indican un elevado decrecimiento en las zonas oxidadas de la balsa (contenido medio $1764 \text{ mg kg}^{-1} \pm 1887$), respecto a la zona bajo el frente de oxidación (contenido medio $19958 \text{ mg kg}^{-1} \pm 15379$). Como puede apreciarse en esta balsa los contenidos en Zn en zonas inferiores son mucho más elevados que los de Cu, lo cual podría deberse a la movilidad de estos metales bajo condiciones aireadas y de elevada acidez, tales como las que aparecen en la zona de oxidación superficial. Las concentraciones que alcanza este elemento en algunas muestras grises profundas llegan ser superiores al 3% (sondeo NA-3).

La extracción secuencial refleja un comportamiento diferente del Zn respecto al Cu en la zona de oxidación. En la mayor parte de las muestras de la zona oxidada el Zn aparece principalmente representado por la fracción soluble en agua, sobre todo a partir del nivel muestreado en superficie. La disminución de contenidos de Zn en los niveles más superficiales y su elevada heterogeneidad (coeficiente de variación 101%) pueden indicar la posible movilización de una parte del Zn presente en los niveles superficiales de la balsa originado por los procesos de oxidación de la esfalerita y a través de lixiviación de los productos de oxidación. En la zona de oxidación del sondeo NA-3, se observa un predominio del Zn en la fracción primera del procedimiento de extracción secuencial, llegando a alcanzar el 88% en la muestra NA-3-3, lo que indica la formación de sales solubles de este metal. En esa muestra se observó en campo la presencia de laminillas azuladas.

En la zona reducida, el Zn aparece fundamentalmente bajo forma de sulfuros primarios (fracción sexta) y en menor grado secundarios (fracción quinta), excepto en la anteriormente citada capa en la que el Cu aparece preferentemente ligado a la fracción quinta. Es destacable que las muestras del sondeo NA-3, tanto las correspondientes a las zonas oxidada como en gran parte de las de la zona reducida las formas solubles en agua de Zn son las prioritarias.



- *Pb*

Los contenidos totales de Pb obtenidos vuelven a mostrar un decrecimiento en las zonas oxidadas de la balsa (contenido medio $1929 \text{ mg kg}^{-1} \pm 2667$), respecto a la zona de sulfuros (contenido medio $3251 \text{ mg kg}^{-1} \pm 26699$). Los contenidos de Pb en la balsa están en consonancia con los de Cu, siendo mucho más bajos que los de Zn en la zona de reducción, lo que puede indicar una posible pérdida de Pb en niveles superficiales probablemente por formación de sulfatos lavados en estas posiciones.

La extracción secuencial pone de manifiesto diferencias importantes en cuanto al comportamiento de este elemento según el ambiente oxidante ó reductor. En las muestras oxidadas, el Pb aparece asociado preferentemente a la fracción cuarta, es decir asociado a oxi-hidróxidos ó a fases sulfatadas secundarias tipo jarosita, ó bien extraído en la fracción sexta, definida operacionalmente como metal en forma de sulfuros primarios. Dado que a estos niveles superficiales no se ha detectado la presencia de galena por DRX también podría pensarse en que el Pb que aparece en fracción sexta en muestras de zona oxidada puede corresponder, como se indicó en el caso del Fe, a Pb presente en silicatos que sea disuelto con los reactivos agresivos utilizados en la extracción de la fracción sexta.

En las muestras reducidas, el Pb aparece principalmente extraído en fracción segunda del procedimiento secuencial, que desde el punto de vista operacional indicaría formas de Pb de cambio. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por otros autores en los que se indicaba que el reactivo acetato amónico utilizado puede también disolver parte de algunos sulfuros minerales, podría pensarse que el Pb asociado a dicha fracción en estas muestras reducidas puede ser Pb parcialmente disuelto de la galena.

- *As*

El As muestra un mayor contenido medio en las zonas oxidadas de la balsa ($81'9 \text{ mg kg}^{-1} \pm 88'5$), respecto a la zona de sulfuros (contenido medio $44'6 \text{ mg kg}^{-1} \pm 26'8$), si



bien en la zona oxidada muestra una mayor variabilidad (coeficiente de variación 108%) respecto a la zona reducida (60%).

Este elemento presenta un comportamiento semejante en todos los sondeos estudiados según el tipo de ambiente al que está sometido. En muestras de zonas oxidadas la mayor parte del As se asocia 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. 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.

En muestras reducidas el As aparece principalmente en fracción sexta, sulfuros primarios. En estas zonas se aprecian mayores contenidos de As en fracción de cambio, probablemente por disolución de sulfoarseniuros según se discutió anteriormente. De cualquier forma estas hipótesis deberían ser comprobadas con empleo de otros reactivos de cambio que no impliquen el uso del acetato.

- *Cd*

Este elemento presenta un comportamiento muy similar al del Zn, confirmando su gran semejanza geoquímica. Los contenidos totales de Cd obtenidos en las muestras estudiadas indican un elevado decrecimiento en las zonas oxidadas de la balsa (contenido medio $9,64 \text{ mg kg}^{-1} \pm 12,51$), respecto a la zona de sulfuros ubicada bajo el frente de oxidación (contenido medio $117 \text{ mg kg}^{-1} \pm 125$). La elevada disminución de contenidos en la zona oxidada puede explicarse en base a la gran movilidad de este elemento bajo condiciones de extremada acidez. La extracción secuencial pone de manifiesto un predominio de Cd en fracciones solubles (del orden del 80% del Cd total), a partir de la segunda capa de muestro de la zona oxidada, mientras que en el nivel más superficial no se ha detectado Cd en fracciones solubles, indicando que se ha perdido



por lavado ó lixiviación. Ello manifiesta un peligro potencial para áreas próximas, dada la gran toxicidad de este metal.

En zonas reducidas el Cd aparece preferentemente asociado a las fracciones sexta (sulfuros primarios) y quinta (sulfuros secundarios).

- **Ag**

Los contenidos totales de Ag determinados en las muestras bajo estudio presentan una extraordinaria variabilidad en la zona de oxidación, con un coeficiente de variación del 314%. Como consecuencia, el establecimiento de valores medios puede no ser muy representativo. El contenido de la zona oxidada sería $44'3\text{mg/kg} \pm 139$, mientras que en zona reducida se sitúa en $8'65\text{ mg/kg} \pm 5'94$. En la zona oxidada, puntualmente, se alcanzan contenidos de 97'5 y 614'5 mg/kg.

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), salvo en muestras de la zona de oxidación del sondeo NA-2, donde se asocia preferentemente a la fracción cuarta. Es conocida la afinidad de la plata por el azufre, por lo que tanto la presencia de Ag en estas fracciones puede atribuirse a asociaciones con S bajo la forma de sulfuros ó de sulfatos secundarios respectivamente.

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, Co, Cu, Zn, Cd, Pb y Hg.

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 por el Cu (muestras NA-2-1, NA-3-1 y NA-SET), Pb (NA-2-1, NA-4-1 y NA-SET) y Zn (NA-2-1, NA-3-1), realizando estudios más profundos de distribución superficial de estos elementos. No obstante, al tratarse de medidas totales o pseudototales, puede resultar erróneo no considerar el Cd que, como se ha visto, abunda en formas solubles. De todos modos, la combinación de pH ultra-ácido con los contenidos en los elementos citados, unido a características físicas negativas (estructura ausente), han impedido una colonización por parte de la vegetación en el tiempo transcurrido desde el abandono, a excepción de la zona cubierta de derrubios del talud.

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 XXVII. 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.II.1 del ANEXO II**, 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 del precipitado NA-P, tomado en el fondo del reguero formado en la zona de rotura del dique, se aprecia un enriquecimiento de metales divalentes (Cu, Zn, Cd) en fracciones solubles, poniendo de manifiesto el potencial de movilización y disponibilidad de estos elementos por las aguas de escorrentía que después de limpiar las fracciones más solubles de la superficie del depósito, han dejado el rastro a la salida del mismo. No obstante el alejamiento de cursos de agua, el pequeño tamaño del depósito y el hecho de que toda la posible influencia hacia el exterior pasa por el depósito de lodos recubierto de inertes que tiene situado al pie, garantizan un grado de afección al medio mínimo, si no nulo.

6.3. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA

La composición mineralógica de la mineralización, según la información recopilada, incluía: pirita (FeS_2), esfalerita (ZnS), magnetita (FeFe_2O), pirrotina (Fe_{1-x}S), arsenopirita (FeAsS), calcopirita (CuFeS_2) y tetraedrita ($\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$).

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, biotita, flogopita, clinocloro, hornblenda, illita o zinnwaldita, que son teóricamente procedentes de la ganga original. Entre las muestras no oxidadas se reconocieron minerales silicatados semejantes a los anteriores y pirita en todas las muestras, además de pirrotina y calcopirita en algunas de ellas.

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 yeso ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). 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 las pirita. Los contenidos de K extraídos en la fracción cuarta del procedimiento secuencial son ostensiblemente superiores en la zona oxidada (0'3%) que en la zona por debajo del frente de oxidación (0'007%),



confirmando la disolución preferencial de jarosita. Estos resultados adolecen de mostrar pocos minerales esperables, especialmente entre los oxi-hidróxidos e hidroxisulfatos. Por ello se planteó realizar una revisión exhaustiva de los difractogramas y las tablas de datos asociadas.

Dicha revisión permitió ampliar el reconocimiento del yeso a la práctica totalidad de las muestras oxidadas y no oxidadas. Según la terminología de Jambor (1994), el yeso de las zonas oxidadas puede interpretarse como un mineral secundario (formado por procesos de alteración del lodo en el depósito). Sin embargo, el yeso identificado en las muestras procedentes de la zona no oxidada podría ser de carácter terciario, como apuntan Dold y Fontboté (2001). Igualmente; en los cuatro sondeos estudiados se aprecia la presencia de otros minerales primarios tales como esfalerita y galena.

El estudio de extracción secuencial indica que en las muestras oxidadas el Fe está principalmente asociado a fracción cuarta, es decir bajo forma de sulfatos secundarios de Fe tales como jarosita, correspondientes a la zona de oxidación así como formando parte de oxi-hidróxidos secundarios de Fe tales como ferrihidrita, hematita y goetita también extraíbles en dicha fracción y que pudieron ser identificados en las muestras con mayores contenidos en Fe, tales como NA-2-2 y NA-2-3.

No se han detectado, ni con la revisión posterior, minerales sulfatados de cobre que podrían haberse formado como consecuencia de los procesos de oxidación y que en función de su solubilidad habrían podido migrar desde de los niveles superficiales de la balsa. Tampoco se ha detectado presencia de minerales sulfatados tipo anglesita (PbSO_4) en esta balsa, lo que puede ser debido la época de la toma de muestras. Esto sugiere que, para las capas más superficiales, puede ser interesante completar los planteamientos de muestreo general con una toma de muestras superficiales en pleno centro del verano, buscando mayor proporción en las muestras de minerales más solubles.



Sin embargo, sí se detectaron algunos minerales sulfatados de zinc, tales como goslarita ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) en muestras subsuperficiales como NA-3-3. Precisamente las muestras superficiales correspondientes a la zona de oxidación del sondeo NA-3 presentan un predominio de Zn en la fracción primera del procedimiento de extracción secuencial, que llega a alcanzar el 88% en la muestra NA-3-3, indicando la formación de sales solubles de este metal. En esa muestra se observó en campo la presencia de laminillas azuladas.

Por último, en la muestra de precipitados NA-P, se detectaron starkeyita ($\text{Mg SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), alunógeno ($\text{Al}_{12} (\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$) y hexahidrita ($\text{Mg SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).

7. CONCLUSIONES

Se han investigado las características físicas, químicas y mineralógicas de un depósito de residuos mineros situado en Mina María Luisa (La Nava, Huelva). El clima es de carácter Mediterráneo húmedo, propio de la Sierra de Aracena.

Dicho depósito se identifica con el código 0917-2-0001 en la “Actualización y ampliación del inventario nacional de depósitos de lodos en procesos de tratamiento de industrias extractivas” (IGME, 2001). La naturaleza de los lodos está constituida por finos de flotación con un 48 % de pirita, 0,10 de Cu y 1 % de Zn (según la correspondiente ficha del Inventario Nacional de Depósitos de Lodos). Según la información recopilada, se beneficiaron Cu y Zn. La composición mineralógica de la mineralización que fue explotada, según la información recopilada, incluía: pirita, esfalerita, magnetita, pirrotina, arsenopirita, calcopirita y tetraedrita. La ganga estaba formada por minerales silicatados tales como: cuarzo, moscovita, biotita, flogopita, clinocloro, hornblenda, illita o zinnwaldita.

Se trata de una presa de pequeño tamaño, conformada con un dique perimetral que la circunda por el oeste y noroeste construido con materiales excavados en el terreno



natural que sirve de cierre en los lados sureste y este. El punto de vertido del lodo se encontraba centrado en cola, al sureste de la misma. La actividad cesó en el año 1985.

Se ha comprobado cómo la acidez generada por la oxidación de la pirita presente en los lodos ha generado cambios que afectan, sobre todo, a las capas superiores, formándose un frente de oxidación, reconocible con colores amarillentos y valores de pH ultra-ácido sobre un fondo de lodo poco o nada oxidado de colores grises oscuros y valores de pH mayores y crecientes con la profundidad. La alteración originada por la oxidación modifica la granulometría, además del quimismo y la composición mineralógica. En las zonas más próximas al punto de vertido, el ataque es más fuerte, alterando enormemente la granulometría en las zonas oxidadas y bajando el pH hasta los niveles más bajos alcanzados.

Los contenidos totales de S son claramente superiores en la zona reducida que en la zona oxidada. En la zona oxidada el azufre bajo forma de sulfato supone la casi totalidad del total determinado en esas muestras, mientras que el azufre bajo forma de sulfato en zonas reducidas es proporcionalmente muy inferior.

La capacidad neta de neutralización potencial de la acidez (NPN), independientemente de su ajuste a la realidad, se ha mostrado como un buen descriptor de los sondeos y del comportamiento general de los lodos de este depósito. Todos los valores de este parámetro resultan ser negativos, por lo que es previsible que la generación de acidez continúe por un número indeterminado de años.

Observando los contenidos totales de elementos en el (suma de las siete fracciones de la extracción secuencial en siete pasos llevada a cabo) y comparándolos con datos del fondo regional destacan por sus más elevados valores los siguientes elementos: As, Co, Cu, Zn, Cd, Pb y Hg.

Del análisis de los resultados de las extracciones secuenciales se deducen teóricamente una serie de conclusiones entre las que se pueden destacar:



- Aparentemente, los contenidos de Fe, As y Ag son mayores en las zonas oxidadas que en las reducidas. Lo contrario ocurre con Cu, Zn, Pb y Ag.
- En las muestras oxidadas el Fe está principalmente forma de sulfatos secundarios de Fe, tales como jarosita, así como formando parte de oxi-hidróxidos secundarios de Fe tales como ferrihidrita, hematita y goetita también extraíbles en dicha fracción del procedimiento de extracción secuencial.
- En la zona oxidada, el Cu aparece principalmente asociado superficies sólidas y/o bajo forma de minerales secundarios tipo jarosita. A cierta profundidad, donde comienzan a predominar o a hacerse muy importantes los colores grises, el Cu aparece de modo prioritario asociado a la fracción de sulfuros secundarios, probablemente, bajo forma de covellina y calcosina. Precisamente en esas muestras aparecen los mayores valores de Cu extraíble en agua, así como —en este depósito— enriquecimientos importantes de Zn. A veces, en la bibliografía, se ha denominado zona de enriquecimiento a estas bandas, que se sitúan siempre en la frontera entre la zonas de oxidación y reducción fácilmente reconocibles.
- En la mayor parte de las muestras de la zona oxidada, el Zn aparece principalmente representado por la fracción soluble en agua, sobre todo a partir del nivel muestreado en superficie. La disminución de contenidos de Zn en los niveles más superficiales y su elevada heterogeneidad pueden indicar la posible movilización de una parte del Zn presente en dichas capas superficiales.
- En las muestras oxidadas, el Pb aparece asociado preferentemente a la fracción cuarta, es decir asociado a oxi-hidróxidos ó a fases sulfatadas secundarias tipo jarosita, ó bien extraído operacionalmente como metal en forma de sulfuros primarios.
- En muestras de zonas oxidadas la mayor parte del As se asocia 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.
- La extracción secuencial pone de manifiesto un predominio de Cd en fracciones solubles (del orden del 80% del Cd total), a partir de la segunda capa de muestro



- de la zona oxidada, mientras que en el nivel más superficial no se ha detectado Cd en fracciones solubles, indicando que se ha perdido por lavado ó lixiviación.
- 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).
 - En las zonas no oxidadas los elementos metálicos están predominantemente asociados a la fracción de sulfuro primarios, a excepción del Pb, que mayoritariamente estaría ligado a posiciones de intercambio catiónico

De los minerales esperables como productos de la oxidación de los sulfuros se han reconocido jarosita, yeso, goslarita, ferrihidrita, hematita y goetita. No se han detectado, aunque eran de esperar, minerales sulfatados de cobre. Tampoco se ha detectado presencia de minerales sulfatados tipo anglesita en esta balsa.

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, vemos que habría que preocuparse por el Cu, Pb y Zn, realizando estudios más profundos de distribución superficial de estos elementos. Atendiendo al análisis TCLP, no es esperable ningún problema de toxicidad para las aguas superficiales o subterráneas, según los niveles establecidos. Además, el alejamiento de cursos de agua, el pequeño tamaño del depósito y el hecho de que toda la posible influencia hacia el exterior pasa por otro depósito de lodos recubierto de inertes que tiene situado al pie, garantizan un grado de afección al medio mínimo, si no nulo. De todos modos, parece que la combinación de pH ultra-ácido con los contenidos en los elementos citados, unido a características físicas negativas (estructura ausente), o a carencias de nutrientes, han impedido una colonización por parte de la vegetación en el tiempo transcurrido desde el abandono, a excepción de una zona cubierta de derrubios del talud.



Por último, considerando la muestra compuesta superficial que se tomo juntando 30 submuestras, su composición granulométrica parece ser bastante representativa de lo que ha podido ser observado en calicatas en los primeros 20 cm superficiales. Un muestreo de este estilo, por su comodidad, podría servir para acompañar a otra información en el caso de tener que decidir actuaciones sobre el conjunto de un elevado número de depósitos, sobre la base de que solamente aporta información sobre las características superficiales.

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.

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

Garrido Morillo, R. y E. Romero Macías. 2004. La potencialidad turística del patrimonio geológico-minero del Parque natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche (Huelva, España). *Pasos*, vol. 2, nº2: 215-232.

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 Politécnica de Madrid.

IGME. 1980. *Exploración minera de las áreas de Jabacas y Mina Maria Luisa (Huelva)*. Inédito. Servicio de Documentación del IGME, inf. N° 10.634.

IGME. 1984. Mapa Geológico de España, E 1:50.000, hoja 917 (Aracena). IGME. Madrid.

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.

ITGE. 1989. *Memoria del Mapa Metalogenético de España, E 1:200.000*, hoja nº 75 (Sevilla). MINER. Madrid.



- Junta de Andalucía. 1999. *Informe sobre los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado en Andalucía y la metodología y técnicas de toma de muestra y análisis para su investigación*. Junta de Andalucía-Consejería de Medio Ambiente. Sevilla. 253 p
- Jambor, J. L. 1994. Mineralogy of sulfide-rich tailings and their oxidation products, in Environmental Geochemistry of Sulfide Mine-wastes, Mineralogical Association of Canada Short Course Vol. 22, p. 59-102.
- 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.
- 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.
- 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.
- Pinedo Vara, I. 1963. *Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento*. Ed. Summa. Madrid. 1003 p.
- Quesada, C. y O. Apalategui. 1987. *Libro guía de la excursión: Transversal geológica "Zona Ossa-Morena". Aracena-Zafra*. IGME. Madrid. Inédito. 90p.
- Ramos Calzado, P. 2003. *Análisis de las precipitaciones en Andalucía Occidental a escala comarcal*. Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología. Monografías del Instituto Nacional de Meteorología. 150 p.
- Rivas Martínez, S. 1987. *Mapa de series de vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA.
- SOIL SURVEY STAFF. 1993. *Soil Survey Manual*. Agricultural Handbook No. 18. Soil Conservation Service, Washington, DC.
- Vázquez Guzmán, F. 1972. Génesis de la Mina Luisa. La Nava (Huelva). Una mineralización zonada. *Bol. Geol. Min.* 83(4): 377-386.
- Vázquez Guzmán, F. 1978. *Depósitos minerales de España*. Temas geológico mineros. ITGE, t.2, 158 p.



Tornos, F., C. M. C. Inverno, C. Casquet, A. Mateus, G. Ortiz and V. Oliveira. 2004. The metallogenic evolution of the Ossa-Morena Zone. *Journal of Iberian Geology*, 30: 143-181



ANEXO I. BALANCES HÍDRICOS



Tabla A.I.1. Balance hídrico por el método directo de la estación de Aracena. ETP según Thornthwaite.

ESTACIÓN: ARACENA				CLAVE: 4558					UTM X: 714500				
HOJA Nº: 917				Nº AÑOS T: 62					UTM Y: 4197000				
Reserva máxima: 100mm				Nº AÑOS P: 69					ALTITUD: 731 m.s.n.m.				
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
P	95,5	106,7	122,2	139,8	112,4	124,2	78,4	67,1	32,8	3,7	6,4	41,9	931,1
ETP	59,3	27,5	16,5	14,9	16,4	28,8	43,6	73,8	107,9	149,4	141,6	99,7	779,4
P-ETP	36,2	79,2	105,7	124,9	96,0	95,4	34,8	-6,7	-75,1	-145,7	-135,2	-57,8	151,7
PPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	81,8	227,5	362,7	420,5	///
R	36,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,3	18,2	0,0	0,0	0,0	///
ΔR	36,2	63,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	75,1	18,2	0,0	0,0	///
ETR	59,3	27,5	16,5	14,9	16,4	28,8	43,6	73,8	107,9	21,9	6,4	41,9	458,9
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	145,7	135,2	57,8	338,7
Ex	0,0	15,4	105,7	124,9	96,0	95,4	34,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	472,2
D	0,0	7,7	56,7	90,8	93,4	94,4	64,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	129,3

Tabla A.I.2. Balance hídrico por el método directo de la estación de Almonaster. ETP según Thornthwaite.

ESTACIÓN: ALMONASTER				CLAVE: 4563					UTM X: 694650				
HOJA Nº: 917				Nº AÑOS T: 49					UTM Y: 4194110				
Reserva máxima: 100mm				Nº AÑOS P: 52					ALTITUD: 610 m.s.n.m.				
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
P	112,8	143,1	174,9	157,2	124,1	103,8	95,7	69,0	31,0	5,1	8,2	44,8	1069,9
ETP	49,1	28,6	20,1	19,6	22,2	33,4	48,0	75,1	101,7	125,9	112,2	79,5	715,4
P-ETP	63,7	114,5	154,8	137,6	101,9	70,4	47,7	-6,1	-70,7	-120,8	-104,0	-34,7	354,5
PPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	76,8	197,6	301,6	336,3	///
R	63,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,9	23,2	0,0	0,0	0,0	///
ΔR	63,7	36,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	70,7	23,2	0,0	0,0	///
ETR	49,1	28,6	20,1	19,6	22,2	33,4	48,0	75,1	101,7	28,3	8,2	44,8	715,4
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,6	104,0	34,7	236,3
Ex	0,0	78,2	154,8	137,6	101,9	70,4	47,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	354,5
D	0,0	39,1	97,0	117,3	109,6	90,0	68,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	117,3



Tabla A.I.3. Balance hídrico por el método directo de la estación de Aroche. ETP según Thornthwaite.

ESTACIÓN: AROCHE				CLAVE: 4524				UTM X: 688200					
HOJA Nº: 916				Nº AÑOS T: 35				UTM Y: 4201100					
Reserva máxima: 100mm				Nº AÑOS P: 47				ALTITUD: 421 m.s.n.m.					
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
P	84,0	100,3	98,5	116,8	109,1	106,3	63,8	56,7	32,1	1,5	5,1	27,5	801,7
ETP	54,9	29,1	17,6	16,2	18,4	30,5	45,9	73,5	101,1	129,7	119,9	88,4	725,2
P-ETP	29,1	71,2	80,9	100,6	90,7	75,8	17,9	-16,8	-69,0	-128,2	-114,8	-60,9	76,5
PPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	85,8	214,0	328,8	389,7	///
R	29,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	83,2	14,2	0,0	0,0	0,0	///
ΔR	29,1	70,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,8	69,0	14,2	0,0	0,0	///
ETR	54,9	29,1	17,6	16,2	18,4	30,5	45,9	73,5	101,1	15,7	5,1	27,5	725,2
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	114,0	114,8	60,9	289,7
Ex	0,0	0,3	80,9	100,6	90,7	75,8	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,5
D	0,0	0,1	40,5	70,6	80,6	78,2	48,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,3

Tabla A.I.4. Balance hídrico por el método directo de la estación de Galaroza ETP según Thornthwaite.

ESTACIÓN: GALAROZA				CLAVE: 4515				UTM X: 701300					
HOJA Nº: 917				Nº AÑOS T: 29				UTM Y: 4200105					
Reserva máxima: 100mm				Nº AÑOS P: 29				ALTITUD: 554 m.s.n.m.					
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	AÑO
P	122,7	134,2	161,7	135,0	106,0	70,6	97,9	67,6	24,7	8,2	11,9	55,0	995,5
ETP	57,1	30,5	20,9	17,1	22,2	38,9	47,2	13,9	107,8	138,1	126,8	91,1	711,6
P-ETP	65,6	103,7	140,8	117,9	83,8	31,7	50,7	53,7	-83,1	-129,9	-114,9	-36,1	283,9
PPA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,1	213,0	327,9	364,0	///
R	65,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	16,9	0,0	0,0	0,0	///
ΔR	65,6	38,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,1	16,9	0,0	0,0	///
ETR	57,1	30,5	20,9	17,1	22,2	38,9	47,2	13,9	107,8	25,1	11,9	55,0	711,6
F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	113,0	114,9	36,1	264,0
Ex	0,0	65,6	140,8	117,9	83,8	31,7	50,7	53,7	0,0	0,0	0,0	0,0	283,9
D	0,0	32,8	86,8	102,4	93,1	62,4	56,5	110,2	0,0	0,0	0,0	0,0	142,0



**ANEXO II. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE
LABORATORIO.**



En las sucesivas tablas se muestran los resultados analíticos obtenidos sobre las muestras de lodos y suelos recogidas en Mina María Luisa y su entorno.

Tabla A.II.1. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, y medida de la densidad real de las partículas menores de 0,063 mm en las muestras de la calicata-sondeo NA-1.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)	Densidad real (g/cm ³)
NA-1-1	100'00	0'00	2'71
NA-1-2	100'00	0'00	2'74
NA-1-3	100'00	0'00	2'71
NA-1-4	100'00	0'00	2'76
NA-1-5	94'59	5'41	2'70
NA-1-6	100'00	0'00	2'96
NA-1-7	100'00	0'00	3'02
NA-1-8	100'00	0'00	3'06
NA-1-9	100'00	0'00	2'86
NA-1-10	100'00	0'00	2'97

Tabla A.II.2. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, y medida de la densidad real de las partículas menores de 0,063 mm en las muestras de la calicata-sondeo NA-2.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)	Densidad real (g/cm ³)
NA-2-1	99'11	0'89	2'73
NA-2-2	99'69	0'31	2'71
NA-2-3	98'61	1'39	2'70
NA-2-4	99'81	0'19	2'69
NA-2-5	100'00	0'00	2'93
NA-2-6	99'52	0'48	2'82
NA-2-7	100'0	0'00	2'74
NA-2-8	100'0	0'00	3'16
NA-2-9	100'0	0'00	3'14
NA-2-10	99'50	0'50	3'31
NA-2-11	82'81	17'19	3'14

Tabla A.II.3. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, y medida de la densidad real de las partículas menores de 0,063 mm en las muestras de la calicata-sondeo NA-3.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)	Densidad real (g/cm³)
NA-3-1	100'00	0'00	2'63
NA-3-2	100'00	0'00	2'68
NA-3-3	100'00	0'00	2'60
NA-3-4	100'00	0'00	2'67
NA-3-5	100'00	0'00	2'63
NA-3-6	100'00	0'00	2'64
NA-3-7	97'24	2'76	2'84
NA-3-8	51'26	48'74	2'76

Tabla A.II.4. Contenido en elementos mayores y menores de 2 mm, y medida de la densidad real de las partículas menores de 0,063 mm en las muestras de la calicata-sondeo NA-4 y en la muestra compuesta superficial NA-SET.

MUESTRA	<2 mm (%)	>2mm (%)	Densidad real (g/cm³)
NA-4-0	99'41	0'59	2'71
NA-4-1	100'00	0'00	2'71
NA-4-2	100'00	0'00	2'71
NA-4-3	100'00	0'00	2'75
NA-4-4	100'00	0'00	2'84
NA-4-5	100'00	0'00	2'71
NA-4-6	100'00	0'00	2'79
NA-4-7	100'00	0'00	2'83
NA-4-8	100'00	0'00	2'95
NA-4-9	100'00	0'00	3'94
NA-SET	100'00	0'00	2'72

Tabla A.II.5. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME. 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)
NA-1-1	0,0039	0,094	99,53	17,78	39,96	42,26
NA-1-2	0,0021	0,040	99,83	7,55	44,93	47,52
NA-1-3	0,0040	0,110	99,27	21,72	38,44	39,84
NA-1-4	0,0050	0,090	94,60	13,20	54,77	32,03
NA-1-5	0,0039	0,053	97,73	7,46	58,02	34,52
NA-1-6	0,0760	0,260	88,44	55,12	37,79	7,09
NA-1-7	0,1300	0,310	82,29	73,47	22,84	3,69
NA-1-8	0,1100	0,350	81,11	65,69	31,15	3,16
NA-1-9	0,0700	0,256	89,67	53,86	43,02	3,12
NA-1-10	0,0150	0,060	98,69	9,26	81,47	9,27

Tabla A.II.6. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME. 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)
NA-2-1	0,020	0,250	90,34	27,83	53,23	18,94
NA-2-2	0,031	0,240	91,23	33,81	50,97	15,22
NA-2-3	0,063	0,340	81,84	50,24	37,50	12,26
NA-2-4	0,054	0,245	90,47	47,67	42,26	10,07
NA-2-5	0,081	0,400	74,87	55,10	40,98	3,92
NA-2-6	0,040	0,120	97,50	36,07	59,21	4,72
NA-2-7	0,018	0,070	100,00	12,27	81,49	6,24
NA-2-8	0,090	0,330	80,86	57,91	38,82	3,27
NA-2-9	0,081	0,302	85,40	57,41	39,91	2,68
NA-2-10	0,109	0,340	83,26	68,72	29,66	1,62
NA-2-11	0,182	0,600	68,84	73,58	24,35	2,07

Tabla A.II.7. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME. 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)
NA-3-1	0,011	0,043	98,00	6,01	79,56	14,43
NA-3-2	0,060	0,190	98,80	48,92	42,64	8,44
NA-3-3	0,012	0,043	98,11	5,72	83,19	11,09
NA-3-4	0,035	0,153	99,51	36,53	53,87	9,60
NA-3-5	0,013	0,039	100,00	2,23	91,56	6,21
NA-3-6	0,022	0,100	99,81	21,13	68,28	10,59
NA-3-7	0,046	0,180	96,05	45,15	53,79	5,06
NA-3-8	0,030	0,900	78,26	35,95	54,26	9,79

Tabla A.II.8. Parámetros deducidos a partir de las curvas granulométricas obtenidas en los laboratorios del IGME. 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)
NA-4-0	0,030	0,170	96,40	33,48	54,30	12,22
NA-4-1	0,011	0,060	100,00	9,79	67,86	22,35
NA-4-2	0,013	0,072	99,90	13,12	66,63	20,25
NA-4-3	0,012	0,043	97,95	5,26	85,44	9,30
NA-4-4	0,011	0,033	100,00	1,34	90,25	8,41
NA-4-5	0,014	0,110	99,63	25,20	63,57	11,23
NA-4-6	0,014	0,046	96,99	5,64	90,35	6,64
NA-4-7	0,019	0,078	99,37	14,04	80,24	5,72
NA-4-8	0,012	0,037	99,17	3,16	88,16	8,68
NA-4-9	0,016	0,060	99,66	8,92	83,97	7,11
NA-SET	0'015	0'18	95'67	31'00	43'00	26'00



Tabla A.II.9. Características físicas de las muestras superficiales de suelos naturales tomadas en el entorno de Mina María Luisa.

MUESTRA	Color Munsell (húmedo, campo)	Color Munsell (seco, lab.)	EG (%)	Fracciones granulométricas (USDA) en %		
				Ar	L	Ac
NA-NAT-1	7.5 YR 4/4	7.5 YR 4/3	56.40	38.2	52.1	9.6
NA-NAT-2	10 YR 4/4	10 YR 5/4	35.09	51.0	36.9	12.1
NA-NAT-3	5 YR 4/4	7.5 YR 4/3	50.57	26.1	61.0	13.9
NA-NAT-4	7.5 YR 4/4	10 YR 4/4	61.39	34.8	47.2	18.0
NA-NAT-5	5 YR 4/4	5 YR 5/4	39.46	25.4	34.9	39.7
NA-NAT-6	10 YR 3/3	10 YR 4/4	75.31	35.2	45.6	19.2

Tabla A. II.10. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Sulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras del sondeo NA-1. 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)
NA 1-1	2.97	2.44	2.32	0.12	-3.9
NA 1-2	2.81	2.33	2.11	0.21	-6.7
NA 1-3	2.94	2.02	1.92	0.10	-4.9
NA 1-4	3.10	1.70	1.32	0.38	-7.3
NA 1-5	2.62	2.74	1.71	1.03	-12.1
NA 1-6	3.45	7.92	0.53	7.39	-2.1
NA 1-7	4.60	10.61	0.39	10.22	+0.3
NA-1-8	4.82	13.90	0.47	13.43	+ 6.05
NA-1-9	4.79	6.05	0.42	5.63	-0.3
NA-1-10	5.11	7.81	0.27	6.83	+9.57



Tabla A. II.11. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Sulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras del sondeo NA-2. 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)
NA 2-1	1.86	4.25	3.62	0.63	-11.3
NA 2-2	1.79	4.65	4.50	0.15	-19.2
NA 2-3	2.19	3.48	3.30	0.18	-18.7
NA-2-4	2.30	2.67	2.58	0.09	-13.2
NA 2-5	3.24	5.80	0.72	5.08	+27.4
NA 2-6	3.46	5.85	0.86	4.99	-7.8
NA 2-7	3.33	3.97	0.96	3.01	+11.7
NA-2-8	3.56	12.60	0.31	12.29	+8.2
NA-2-9	3.39	19.70	0.52	19.18	+33.1
NA-2-10	3.40	23.20	0.57	22.63	+9.8
NA-2-11	3.60	21.70	0.34	21.36	+3.5

Tabla A.II.12. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Sulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras del sondeo NA-3. 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)
NA 3-1	2.96	3.93	3.25	0.68	-17.9
NA 3-2	3.17	1.72	1.69	0.03	-4.0
NA 3-3	2.87	1.75	1.70	0.05	-15.3
NA-3-4	3.03	1.71	1.18	0.53	-4.9
NA 3-5	3.19	3.88	1.36	2.52	-14.4
NA 3-6	2.73	2.16	1.97	0.19	-10.8
NA 3-7	3.52	5.60	0.79	4.81	-7.2
NA-3-8	3.15	0.92	0.55	0.37	+8.1



Tabla A.II.13. Valores de pH, azufre total, azufre en forma de sulfatos (Sulfato), azufre pirítico (Spir.) y capacidad de neutralización potencial de las muestras del sondeo NA-4 y de la muestra compuesta superficial NA-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)
NA 4-0	3.47	0.66	0.56	0.10	-0.6
NA 4-1	3.19	2.00	2.25	---	-1.7
NA 4-2	3.20	1.98	2.10	---	-4.0
NA-4-3	3.25	2.04	1.98	0.24	-1.2
NA 4-4	3.58	4.89	0.79	4.10	-2.7
NA 4-5	3.24	1.33	1.30	0.03	-1.0
NA 4-6	4.09	2.56	0.14	2.42	+6.19
NA-4-7	5.06	3.80	0.41	2.39	+7.07
NA-4-8	7.17	4.46	0.13	4.33	+25.5
NA-4-9	7.34	3.89	0.16	3.73	+27.4
NA-SET	2.60	2.51	---	---	-0.7
NA-P	2.07	8.56	---	----	-98.5

Tabla A.II.14. Valores de pH, y de la capacidad de neutralización potencial de muestras de suelos en el entorno de Mina María Luisa. La capacidad de neutralización potencial fue medida por el método de Sobek *et al.*, (1987).

MUESTRA	pH	C.N.P. (t CaCO ₃ /1000 t material)
NA NAT-1	5.24	+4.2
NA NAT-2	5.49	+3.0
NA NAT-3	5.57	+7.2
NA NAT-4	5.98	+12.1
NA NAT-5	5.88	+9.2
NA NAT-6	5.92	+11.1



Tabla A.II.15. Resultados analíticos de muestras de lodos 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	Ag	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(*)
NA-2-1	0.0007	0.003	0.002	0.008	0	3.24	0.047	0.007	0.051	0	0.52
NA-2-2	0.003	0.044	0.002	0.017	0	14.8	0.082	0.011	0.059	0	0.55
NA-4-1	0.007	0.013	0.017	0.002	0.002	0.74	0.009	0.01	0.04	0.0009	2.75
NA-4-2	0.0003	0	0.015	0.012	0.002	0.41	0.04	0.011	0.016	0	3.71
NA-4-3	0.0004	0.004	0.079	0.052	0	13.12	0.0004	0.027	0.247	0	19.12
NA-SET	0.0005	0.006	0.015	0.026	0	0.47	0.0004	0.014	0.063	0	4.11
NA-NAT 1	0	0.039	0.034	0.23	0.0005	0.16	0	0.020	0.029	0.005	4.97
NA-NAT 2	0	0.0001	0.0001	0.019	0.003	0.053	0	0.007	0.007	0	0.26
NA-NAT 3	0	0.003	0.13	0.061	0.002	2.23	0	0.023	0.30	0	9.48
NA-NAT 4	0	0.001	0.008	0.058	0	0.11	0	0.017	0.047	0	1.15
NA-NAT 5	0	0	0.00005	0.013	0.003	0.044	0	0.012	0.006	0.003	0.09
NA-NAT 6	0	0.003	0.001	0.067	0.0009	0.143	0	0.016	0.004	0	0.19



Tabla A.II.16. 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-sondeo NA-1. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME. La llamada (*) se refiere a la posible presencia de esfalerita y/o pirita.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
NA-1-1	CUARZO	JAROSITA, CLINOCLORO	FLOGOPITA, BRUSHITA, YESO, ALBITA
NA-1-2	CUARZO	JAROSITA, CLINOCLORO, FLOGOPITA	BRUSHITA, YESO, ALBITA
NA-1-3	CUARZO	JAROSITA, CLINOCLORO	MICA, YESO
NA-1-4	CUARZO	CLINOCLORO, MICA, JAROSITA	YESO
NA 1-5	CUARZO, CLINOCLORO, ZINNWALDITA	ANFÍBOL, JAROSITA	ALBITA, BRUSHITA
NA 1-6	CUARZO, CLINOCLORO, ZINNWALDITA	ANFÍBOL, BRUSHITA	FELDESPATOS, YESO (*)
NA-1-7	CUARZO, CLINOCLORO, BIOTITA	ALBITA	(*)
NA-1-8	CUARZO, PIRITA	CLORITA	BIOTITA, RIEBECKITA, CALCOPIRITA, PIRROTINA, ALBITA
NA-1-9	CUARZO, PIRITA, CLORITA	ALBITA	RIEBECKITA, CALCITA ANKERITA, BIOTITA
NA 1-10	CUARZO, PIRITA, CLORITA	MOSCOVITA	RIEBECKITA, ALBITA, YESO



Tabla A.II.17. 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-sondeo NA-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
NA-2-1	CUARZO, PIRITA, JAROSITA	----	ALBITA, MOSCOVITA, CLORITA
NA-2-2	CUARZO, PIRITA, JAROSITA	ALBITA	RIEBECKITA, MOSCOVITA
NA-2-3	CUARZO, JAROSITA, PIRITA	MOSCOVITA	RIEBECKITA, CLORITA, YESO
NA-2-4	CUARZO, JAROSITA	MOSCOVITA, ALBITA	RIEBECKITA, YESO, CLORITA
NA-2-5	CUARZO	PIRITA, MOSCOVITA, ALBITA	RIEBECKITA, CLORITA
NA-2-6	CUARZO	PIRITA, CLORITA, MOSCOVITA	ALBITA, YESO, HORNBLENDA
NA 2-7	CUARZO	PIRITA, ALBITA	CLORITA, MOSCOVITA/ILLITA, YESO, RIEBECKITA
NA-2-8	CUARZO	PIRITA, CALCOPIRITA	CLORITA (1), MOSCOVITA, ALBITA, ANFIBOL, YESO
NA-2-9	CUARZO, CLORITA	PIRITA, MOSCOVITA	RIEBECKITA, YESO
NA-2-10	CUARZO, CLORITA, PIRITA	MOSCOVITA	CALCOPIRITA, RIEBECKITA, YESO
NA-2-11	CUARZO, CLORITA, PIRITA	MOSCOVITA	ALBITA, RIEBECKITA, YESO, CALCOPIRITA



Tabla A.II.18 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-sondeo NA-3. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME. La llamada (*) se refiere a la posible presencia de clorita/vermiculita.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
NA 3-1	CUARZO, CLORITA	JAROSITA, YESO, ALBITA	MOSCOVITA, RIEBECKITA
NA 3-2	CUARZO, CLORITA, MOSCOVITA	HORNBLENDA, JAROSITA	ALBITA, YESO
NA 3-3	CUARZO, CLORITA, MOSCOVITA	RIEBECKITA, JAROSITA	YESO, ALBITA
NA-3-4	CUARZO, CLORITA(*), MOSCOVITA	RIEBECKITA, JAROSITA	YESO, ALBITA
NA 3-5	CUARZO	PIRITA, CLORITA, MOSCOVITA	ALBITA, YESO, HORNBLENDA, HEXAHYDRITA
NA 3-6	CUARZO, CLORITA(*), MOSCOVITA	JAROSITA, YESO	RIEBECKITA, ALBITA
NA 3-7	CUARZO, CLORITA, IILITA, PIRITA	ALBITA	RIEBECKITA, YESO
NA-3-8	VERMICULITA, ESMECTITA	HORNBLENDA	YESO, CUARZO



Tabla A.II.19. 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-sondeo NA-4. La identificación de las especies se realizó con el Software X'Perl y la base de datos ICDD en los laboratorios del IGME. La llamada (†) se refiere a la posible presencia de clorita/vermiculita.

MUESTRA	Minerales principales	Minerales secundarios	Accesorios y trazas
NA-4-0	CUARZO	VERMICULITA(†), ESMECTITA	HORNBLENDA, JAROSITA, ALBITA, MOSCOVITA
NA-4-1	CUARZO, JAROSITA	ESMECTITA	HORNBLENDA, ILLITA, ALBITA, CLORITA
NA-4-2	CUARZO, CLORITA, JAROSITA	ESMECTITA, RIEBECKITA, ILLITA	ALBITA
NA-4-3	CUARZO, CLORITA, MOSCOVITA	PIRITA	RIEBECKITA, ALBITA, PIROFILITA, YESO
NA-4-4	CUARZO, CLORITA, MOSCOVITA	PIRITA, ESMECTITA	RIEBECKITA, YESO, ALBITA
NA-4-5	CUARZO, CLORITA, MOSCOVITA	JAROSITA, ALBITA	RIEBECKITA, ALBITA, YESO
NA-4-6	CUARZO, CLORITA, MOSCOVITA	PIRITA	RIEBECKITA, YESO, ALBITA, ESMECTITA
NA-4-7	CUARZO, CLORITA, MOSCOVITA	PIRITA, BIOTITA, ALBITA	RIEBECKITA, YESO
NA-4-8	CUARZO, CLORITA, MOSCOVITA	PIRITA, BIOTITA	RIEBECKITA, ALBITA, YESO, CALCITA
NA-4-9	CUARZO, CLORITA, BIOTITA	MOSCOVITA, PIRITA	RIEBECKITA, ALBITA, YESO, CALCITA
NA-SET	CUARZO	JAROSITA, MOSCOVITA	YESO, ALBITA
NA-P	CUARZO, STARKEYITA, JAROSITA	ALUNÓGENO, CLORITA	RIEBECKITA, YESO, HEXAIDRITA



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 siguientes procedimientos de extracción:

- **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.

NA-1-1											NA-1-1										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	58,40	0,00	3,14	25,20	0,02	0,00	14,40	5,51	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03	0,00	0,04	0,51	0,13	0,00	0,31	0,02
2	0,03	54,70	0,19	0,84	164,00	0,03	1,76	6,55	1,96	0,06	0,03	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	22,60	0,14	0,00	0,47	0,04
3	0,00	81,80	1,04	0,39	3634,00	0,01	0,00	11,20	2,29	2,74	0,00	0,50	0,29	0,00	0,33	0,41	27,50	0,03	0,00	21,10	0,01
4	0,00	430,00	8,43	6,73	61551,00	146,00	0,87	300,00	76,20	44,60	0,05	5,65	1,14	0,11	0,79	4,43	26,80	0,00	0,33	528,00	0,05
5	0,00	6,44	2,93	1,16	26,70	0,01	0,27	26,40	3,48	0,32	0,05	0,81	0,27	0,03	0,09	0,12	30,30	0,03	0,00	23,20	0,05
6	0,31	637,00	1,77	17,20	1807,00	0,09	0,26	24,90	5,70	2,35	2,13	0,44	1,74	13,10	0,67	0,38	780,00	0,00	0,00	285,00	0,06
7	0,34	14730,00	8,89	306,00	6696,00	1,00	2,51	11,50	60,20	1,25	0,00	0,17	1,62	0,17	0,94	4,66	1175,00	0,00	0,22	11,10	0,00
SUMA	0,68	15998,00	23,20	335,00	73904,00	147,20	5,67	395,00	165,00	51,30	2,25	7,57	5,21	13,40	2,84	10,00	2063,00	0,32	0,55	869,00	0,21

NA-1-2											NA-1-2										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	74,30	0,00	13,40	0,00	0,13	0,00	16,40	89,40	0,00	0,00	0,00	0,02	0,39	0,00	0,00	0,43	0,04	0,00	0,09	0,02
2	0,01	70,90	0,23	1,53	153,00	0,01	21,60	13,70	10,50	0,06	0,00	0,00	0,09	0,02	0,33	0,00	17,10	0,27	0,00	3,71	0,04
3	0,00	181,00	2,66	0,48	7836,00	0,01	1,85	23,60	5,87	2,70	0,01	1,58	0,13	0,00	0,11	0,75	45,10	0,09	0,00	17,00	0,02
4	0,00	316,00	6,87	5,00	67813,00	104,00	0,78	586,00	127,00	41,70	0,35	13,70	1,49	0,04	0,85	7,71	36,50	0,00	0,43	706,00	0,03
5	0,00	3,78	0,65	0,42	13,80	0,00	0,19	2,43	1,34	0,12	0,96	3,66	0,13	0,00	0,05	0,00	20,50	6,13	0,00	5,03	0,02
6	0,27	1005,00	4,35	35,40	143,80	0,19	0,37	116,00	45,40	66,60	1,86	3,84	2,54	6,48	2,09	3,33	1202,00	0,05	0,13	843,00	0,13
7	0,00	2089,00	0,61	39,60	882,00	0,05	0,10	1,11	8,51	0,00	0,13	0,00	0,05	0,01	0,02	0,37	201,00	0,00	0,03	1,55	0,22
SUMA	0,28	3739,98	15,37	95,83	76841,60	104,39	24,89	759,24	288,02	111,18	3,31	22,78	4,46	6,95	3,45	12,16	1522,63	6,58	0,60	1576,38	0,48

NA-1-3											NA-1-3										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	29,60	0,00	7,00	39,50	0,09	0,00	6,76	133,70	0,01	0,04	0,00	0,00	0,71	0,01	0,01	0,74	0,11	0,00	2,25	0,01
2	0,01	99,00	1,17	1,59	101,00	0,02	0,09	7,97	22,60	0,02	0,00	0,00	0,12	0,10	0,00	0,02	33,40	0,34	0,00	2,14	0,03
3	0,00	104,00	1,49	0,51	2707,00	0,00	0,00	14,00	6,81	2,78	0,06	0,95	0,18	0,01	0,08	1,12	70,30	0,12	0,00	32,10	0,02
4	0,00	483,00	10,60	6,06	62365,00	0,07	0,49	376,00	131,00	26,30	0,13	6,60	2,65	0,05	0,57	7,56	15,90	0,00	0,24	633,00	0,03
5	0,00	30,80	3,65	0,52	113,00	0,01	0,34	42,60	8,32	0,17	0,10	0,01	0,46	0,04	0,67	0,13	7,01	0,07	0,01	821,00	0,03
6	0,14	1082,00	2,86	60,00	6258,00	0,06	0,38	58,40	44,00	5,53	0,18	0,00	3,55	5,29	1,60	1,39	1112,00	0,26	0,08	1772,00	0,17
7	0,33	12446,00	3,65	260,00	5278,00	0,36	0,46	7,48	53,10	1,11	0,00	0,00	3,87	0,04	0,09	5,52	1890,00	0,00	0,29	15,70	2,00
SUMA	0,49	14274,40	23,42	335,68	76861,50	0,61	1,76	513,21	399,53	35,92	0,50	7,56	10,83	6,25	3,03	15,74	3129,35	0,90	0,62	3278,19	2,29

NA-1-4											NA-1-4										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,01	126,00	0,00	3,61	30,90	0,10	0,00	56,00	201,50	0,02	0,00	0,00	0,05	1,16	0,01	0,00	0,81	0,00	0,00	1,67	0,09
2	0,02	142,00	0,23	1,48	146,00	0,02	0,05	27,70	38,60	0,06	0,00	0,00	0,24	0,18	0,00	0,01	11,90	0,20	0,00	5,22	0,04
3	0,00	342,00	4,73	0,92	14451,00	0,02	0,05	69,10	18,50	2,44	0,00	1,07	0,25	0,04	0,32	1,22	41,70	0,02	0,00	23,50	0,06
4	0,00	483,00	10,60	6,06	62365,00	0,07	0,49	376,00	131,00	26,30	0,13	6,28	2,65	0,05	0,57	7,66	59,00	0,24	0,00	633,00	0,03
5	0,00	6,09	3,15	1,56	15,60	0,00	0,28	4,83	3,17	0,07	0,75	2,28	0,17	0,04	0,15	0,00	11,20	0,01	0,01	15,20	0,04
6	0,21	1342,00	7,92	49,60	21751,00	0,12	0,56	174,00	80,00	39,70	1,99	1,50	3,31	3,01	1,13	3,81	770,00	0,13	0,15	603,00	0,12
7	0,20	16394,00	6,65	450,00	10049,00	0,63	1,27	13,60	81,00	8,67	0,05	0,12	0,87	0,06	0,86	3,77	1744,00	0,00	0,31	25,90	0,00
SUMA	0,43	18835,09	33,28	513,23	108808,50	0,96	2,70	721,23	553,77	77,26	2,92	11,25	7,54	4,54	3,04	16,47	2638,61	0,61	0,47	1307,49	0,38



NA-1-5											NA-1-5										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,02	685,00	0,00	12,50	67,10	1,30	0,00	224,00	3087,00	0,02	0,07	0,00	0,04	12,10	0,00	0,01	0,78	0,00	0,00	1,35	0,00
2	0,01	171,00	0,31	1,87	173,00	0,12	0,09	41,40	255,00	0,09	0,00	0,00	0,06	1,16	0,02	0,02	10,10	0,05	0,00	5,61	0,05
3	0,00	185,00	2,44	0,61	3115,00	0,02	0,02	25,00	54,60	1,81	0,06	1,21	0,34	0,60	0,37	0,57	38,30	0,00	0,00	17,80	0,07
4	0,00	625,00	5,98	6,47	36283,00	0,07	0,63	308,00	77,50	21,20	0,00	7,90	0,01	0,12	0,67	3,08	44,20	0,00	0,24	526,00	0,20
5	0,00	6,54	4,23	0,35	41,40	0,01	0,23	31,40	30,70	0,10	0,24	5,13	0,41	0,25	0,09	0,11	23,50	0,02	0,00	16,00	0,11
6	0,26	3229,00	8,71	49,50	21646,00	0,63	1,52	168,00	234,00	19,30	1,14	2,25	6,93	17,70	1,25	2,44	616,00	0,28	0,23	1384,00	0,34
7	0,79	27281,00	8,96	315,00	9766,00	0,93	2,10	16,30	131,00	2,76	0,10	0,93	0,60	0,09	1,93	6,63	1262,00	0,00	0,55	202,00	4,68
SUMA	1,07	32182,54	30,63	386,30	71091,50	3,09	4,59	814,10	3869,80	45,28	1,61	17,42	8,38	32,02	4,34	12,86	1994,88	0,35	1,02	2152,76	5,45

NA-1-6											NA-1-6										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,01	38,20	0,00	5,73	29,90	1,67	0,00	474,00	2617,00	0,09	0,00	0,00	0,00	9,23	0,00	0,07	0,93	0,00	0,01	84,00	0,08
2	0,01	315,00	2,73	0,79	355,00	0,15	2,81	104,00	206,00	1,68	0,00	0,00	0,00	0,99	0,02	0,91	20,60	0,00	0,00	1142,00	0,09
3	0,00	554,00	5,73	0,73	2401,00	0,07	0,13	296,00	95,30	10,70	0,00	0,18	0,00	0,20	0,87	5,28	9,27	0,00	0,00	578,00	0,07
4	0,00	1036,00	2,89	13,20	3982,00	0,20	0,50	407,00	151,00	6,02	0,00	0,00	0,00	0,19	0,34	1,98	34,40	0,00	0,02	616,00	0,17
5	0,00	42,60	0,46	14,20	1151,00	4,69	0,99	2025,00	7859,00	0,19	0,45	0,00	0,00	34,90	0,10	0,06	0,56	0,00	0,00	35,00	0,13
6	0,11	2898,00	3,81	62,90	29362,00	5,00	1,09	985,00	16102,00	15,20	1,15	16,60	8,87	73,50	0,29	4,55	107,00	3,77	0,20	508,00	0,67
7	25,80	24979,00	4,70	253,00	6843,00	0,60	1,24	25,40	274,00	1,56	0,25	3,04	0,96	0,82	1,52	2,27	962,00	0,00	0,26	172,00	4,90
SUMA	25,93	29862,80	20,32	350,55	44123,90	12,38	6,76	4316,40	27304,30	35,44	1,85	19,82	9,83	119,83	3,14	15,12	1134,76	3,77	0,49	3135,00	6,11

NA-1-7											NA-1-7										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	6,45	0,00	2,21	6,81	4,02	0,99	9,07	1825,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,60	0,00	0,05	0,54	0,00	0,02	70,40	0,00
2	0,01	406,00	1,16	0,49	362,00	1,27	0,84	42,80	803,00	0,94	0,03	0,00	0,00	10,80	0,02	0,66	20,50	0,00	0,00	1918,00	0,00
3	0,01	645,00	3,14	0,69	1826,00	1,14	0,67	271,00	877,00	4,01	0,00	0,00	0,00	7,03	0,27	2,22	7,95	0,00	0,00	1079,00	0,39
4	0,00	629,00	1,20	11,90	1650,00	1,23	0,89	249,00	846,00	1,30	0,00	0,00	0,00	14,60	0,17	0,87	43,30	0,00	0,01	363,00	0,27
5	0,00	63,90	0,50	11,10	2508,00	5,95	1,52	1051,00	5830,00	0,46	0,40	0,00	0,00	31,20	0,14	0,15	0,79	0,00	0,02	317,00	0,23
6	0,00	3240,00	5,40	76,00	48663,00	11,30	2,36	1715,00	20937,00	32,40	2,76	12,00	10,10	100,00	0,00	8,12	91,60	1,97	0,17	1670,00	0,83
7	0,62	15920,00	3,05	163,00	5364,00	0,63	0,35	82,50	329,00	1,94	0,02	2,12	0,79	1,24	1,14	1,69	506,00	0,00	0,18	104,00	3,37
SUMA	0,64	20910,35	14,45	265,39	60379,81	25,54	7,62	3420,37	31447,00	41,05	3,22	14,12	10,89	182,47	1,74	13,76	670,68	1,97	0,40	5521,40	5,09

NA-1-8											NA-1-8										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,01	20,62	0,00	0,87	135,22	4,44	2,27	0,00	1080,80	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,51	0,00	0,00	126,86	0,33
2	0,03	1387,78	7,25	0,49	1204,81	2,39	1,34	2,23	1139,05	1,08	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,67	15,74	0,00	0,00	1218,82	1,35
3	0,00	1270,38	5,57	1,14	4928,41	3,21	1,96	3,78	2071,56	3,75	0,06	0,19	0,00	0,00	0,13	2,23	5,88	0,00	0,01	187,30	0,00
4	0,08	743,69	3,14	12,64	2426,93	1,49	0,94	12,59	2170,65	1,48	0,37	0,00	0,00	0,56	0,18	0,78	39,99	0,15	0,02	299,39	0,25
5	0,03	54,62	0,00	16,39	3278,57	7,49	2,17	1024,98	10362,76	0,80	0,57	0,02	0,00	39,61	0,00	0,55	0,56	0,00	0,02	738,09	0,00
6	0,00	7093,94	3,00	152,93	115336,57	30,68	0,00	2435,52	49210,34	122,89	0,00	28,98	23,71	199,91	1,98	22,95	126,98	4,27	0,39	3939,71	1,66
7	0,29	20506,22	3,14	199,07	6091,71	0,37	0,00	56,98	220,65	1,11	0,85	2,01	0,40	0,39	1,22	1,61	389,74	0,00	0,00	101,03	3,56
SUMA	0,43	31077,25	22,10	383,52	133402,22	50,06	8,69	3536,08	66255,81	131,16	1,85	31,20	24,12	240,67	3,51	28,81	579,39	4,43	0,45	6611,20	7,15



NA-1-9

FR	NA-1-9																				
	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,01	13,02	0,00	1,79	38,21	1,11	0,40	0,78	590,60	0,01	0,07	0,00	0,00	0,74	0,00	0,02	0,33	0,00	0,00	70,40	0,01
2	0,05	1741,54	7,00	0,52	497,96	0,70	0,51	8,54	810,69	0,72	0,10	0,00	0,00	1,45	0,00	0,39	21,39	0,00	0,01	2254,64	0,30
3	0,06	2039,94	10,45	1,36	2759,21	0,43	0,34	27,92	827,17	2,48	0,04	0,17	0,00	0,95	0,16	1,98	13,37	0,00	0,01	212,63	0,19
4	0,05	1293,12	4,01	19,94	2576,87	0,31	0,37	12,50	362,89	0,89	0,05	0,00	0,00	0,24	0,11	0,55	91,46	0,00	0,01	70,37	0,00
5	0,02	187,75	0,83	24,16	3605,51	6,51	1,77	1291,59	13177,38	0,14	1,09	0,00	0,00	56,15	0,00	0,22	1,04	0,00	63,23	63,23	0,00
6	0,00	4235,38	1,00	64,66	33532,77	2,79	0,00	603,14	10194,13	19,73	0,00	20,13	8,02	33,51	1,39	5,10	125,13	0,61	0,13	313,18	0,93
7	0,81	23165,72	5,15	237,82	6226,27	0,11	0,11	36,28	196,89	0,55	0,81	2,24	0,32	0,12	1,56	1,44	963,57	0,00	0,04	123,00	4,60
SUMA	1,00	32676,47	28,44	350,25	49236,81	11,97	3,50	1980,73	26159,75	24,52	2,16	22,54	8,34	93,17	3,21	9,69	1216,29	0,61	63,42	3107,44	6,04

NA-1-10

FR	NA-1-10																				
	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	14,80	0,00	29,61	6,83	1,63	1,20	2,88	1578,70	0,00	0,05	0,00	0,00	4,15	0,00	0,04	0,45	0,00	0,02	69,76	0,00
2	0,09	1116,25	20,79	25,57	2170,46	0,66	0,70	89,85	2659,46	2,23	0,39	0,00	0,00	4,46	0,00	1,77	35,08	0,00	0,06	1739,85	1,01
3	0,07	707,11	8,32	63,67	3869,81	0,34	0,67	85,40	2136,89	5,31	0,14	0,26	0,00	2,63	0,27	2,33	58,23	0,00	0,02	281,14	0,34
4	0,06	1604,01	5,10	53,60	4561,68	0,31	0,02	29,84	838,60	4,57	0,18	0,09	0,00	2,33	0,18	1,80	272,99	0,00	0,02	371,23	0,00
5	0,02	227,91	0,72	33,13	3538,11	1,71	0,68	1622,48	14931,28	0,20	1,08	0,00	0,00	65,74	0,00	0,28	0,56	0,00	0,02	3,37	0,00
6	0,27	5657,80	2,54	153,28	51002,66	2,71	0,00	954,72	9078,25	31,94	55,28	21,67	12,42	61,75	1,86	7,37	169,34	1,16	0,20	503,95	0,91
7	0,24	15452,07	3,68	228,82	5455,62	0,00	0,20	4,48	83,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,30	965,25	0,00	0,11	17,12	2,71
SUMA	0,75	24779,94	41,16	587,68	70605,17	7,36	3,47	2789,65	31307,08	44,26	57,11	22,02	12,42	141,06	3,32	14,89	1501,91	1,16	0,45	2986,42	4,97



NA-2-1											NA-2-1										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,01	129,02	0,12	3,85	478,18	0,15	0,00	75,46	8,99	0,01	0,13	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,69	0,00	0,00	0,39	0,04
2	0,00	37,43	0,00	0,66	888,71	0,02	0,00	20,04	3,31	0,02	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,08	15,62	0,00	0,00	8,59	0,01
3	0,00	19,87	0,38	0,39	3425,74	0,01	0,33	22,21	10,10	9,31	0,01	3,27	0,06	0,00	0,19	1,07	21,54	0,00	0,01	55,88	0,01
4	0,00	321,12	3,99	2,01	56199,01	0,10	0,00	287,01	189,51	53,76	0,84	7,22	7,28	0,21	0,63	6,78	6,35	0,02	0,46	147,73	0,35
5	0,03	22,73	0,00	0,57	899,98	0,39	0,13	1403,71	24,44	0,10	0,30	0,00	0,53	0,00	0,00	0,03	3,26	0,00	0,01	208,58	0,02
6	0,00	178,85	0,00	1,98	8442,87	0,22	0,00	158,94	149,15	7,76	0,00	0,47	1,25	0,00	0,00	1,12	293,37	0,00	0,03	264,95	0,00
7	0,00	91748,50	3,27	132,96	4010,59	0,19	0,00	13,59	31,51	1,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	5,45	967,08	0,00	0,00	17,34	0,28
SUMA	0,04	92457,52	7,76	142,41	74345,08	1,08	0,46	1980,96	417,00	72,34	1,28	10,96	9,12	0,34	1,28	14,55	1307,91	0,02	0,51	703,47	0,71

NA-2-2											NA-2-2										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,01	119,24	0,09	3,02	441,13	0,12	0,00	38,64	4,51	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,88	0,00	0,00	0,08	0,03
2	0,01	12,75	4,49	0,34	1147,92	0,01	0,00	6,73	0,13	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	35,46	0,00	0,00	2,99	0,01
3	0,02	24,03	0,36	0,51	1323,16	0,01	0,00	12,50	4,52	10,67	0,01	4,34	0,05	0,00	0,34	1,07	38,18	0,00	0,01	29,47	0,01
4	0,00	2245,27	32,58	31,97	525517,06	2,00	0,00	9240,12	3265,61	354,86	9,24	71,23	91,72	0,53	6,63	67,00	76,03	0,00	7,39	2448,05	0,19
5	0,03	20,86	0,52	0,93	3276,15	0,37	0,02	639,59	26,77	1,01	0,16	0,39	0,63	0,00	0,00	0,52	2,42	0,00	0,03	502,61	0,03
6	0,00	87,90	0,00	0,68	23637,77	0,46	0,00	296,91	23,65	15,32	233,23	4,10	5,04	7,60	1,37	3,35	342,60	1,10	0,03	1377,05	0,00
7	0,20	10269,23	3,26	120,09	2934,07	0,04	0,18	9,68	24,54	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	7,55	677,28	0,00	0,00	11,45	0,28
SUMA	0,27	12779,28	41,31	157,54	558277,26	3,02	0,20	10244,17	3349,72	383,37	242,63	80,06	97,45	8,13	8,97	79,73	1172,83	1,10	7,46	4371,71	0,55

NA-2-3											NA-2-3										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,02	471,11	0,40	10,42	620,99	0,44	0,20	113,86	22,77	0,01	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,13	0,18
2	0,00	88,79	1,42	1,49	1130,78	0,06	0,00	23,13	5,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	4,10	0,00	0,00	0,85	0,03
3	0,00	40,41	0,83	0,23	0,52	0,01	0,13	8,49	3,25	4,41	0,06	4,02	0,03	0,00	0,23	0,73	3,08	0,00	0,00	3,18	0,01
4	0,01	3430,91	111,05	23,77	584464,03	0,92	0,00	2003,65	1194,81	210,96	5,61	67,55	7,30	0,00	6,00	32,85	81,73	0,00	0,20	243,52	0,00
5	0,02	126,13	1,30	0,20	92,82	0,02	0,09	25,40	2,11	0,04	0,52	2,76	0,18	0,00	0,00	0,03	8,37	0,00	0,12	24,66	0,03
6	0,00	1328,72	0,84	7,42	22816,26	0,21	0,00	256,06	143,53	26,48	29,81	1,68	3,64	0,00	0,46	2,80	238,10	0,00	0,12	335,79	0,06
7	0,82	20285,72	6,86	223,55	9005,32	0,61	1,11	43,57	107,72	0,50	0,00	0,19	0,87	0,00	1,48	2,60	1064,22	0,00	0,13	142,92	2,52
SUMA	0,87	25771,79	122,69	267,08	618130,73	2,26	1,52	2474,16	1479,62	242,40	35,99	76,20	12,02	0,14	8,17	39,02	1399,84	0,00	0,58	751,05	2,83

NA-2-4											NA-2-4										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	722,73	2,27	13,95	2,93	0,61	0,29	166,71	42,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,02	0,00	0,48	0,00	0,00	0,79	0,16
2	0,01	41,79	5,21	0,39	1236,81	0,02	0,00	11,73	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	9,12	0,00	0,00	0,98	0,03
3	0,00	50,47	1,55	0,42	6236,03	0,01	0,00	14,20	6,62	2,74	0,00	3,97	0,03	0,00	0,34	0,66	10,91	0,00	0,00	6,00	0,02
4	0,00	388,63	9,08	1,78	46602,24	0,07	0,00	145,08	115,80	15,37	0,27	6,52	1,95	0,00	0,47	2,21	10,73	0,00	0,22	259,43	0,01
5	0,02	10,60	1,72	0,72	235,85	0,02	0,03	68,99	9,13	0,14	0,34	0,95	0,10	0,02	0,00	0,03	14,08	0,00	0,00	20,79	0,02
6	0,00	1236,60	0,01	14,51	23360,67	0,27	0,00	272,69	138,91	25,55	29,66	3,51	2,18	0,00	0,90	2,31	476,51	0,00	0,14	388,01	0,04
7	0,59	23970,21	5,78	218,65	8050,63	0,51	1,03	24,96	89,48	0,39	0,00	0,07	0,00	0,00	1,24	1,72	719,87	0,00	0,04	72,45	2,66
SUMA	0,62	26421,03	25,62	250,43	85725,17	1,51	1,35	704,36	404,11	44,18	30,26	15,03	4,28	0,19	2,96	6,95	1241,69	0,00	0,40	748,45	2,94



NA-2-5

NA-2-5											NA-2-5										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	174,08	0,00	7,31	82,59	4,81	0,69	783,78	684,85	0,02	0,00	0,00	0,00	3,73	0,00	0,01	0,38	0,00	0,00	18,87	0,11
2	0,00	233,19	0,96	0,68	154,13	0,58	0,14	203,66	81,33	0,88	0,00	0,00	0,00	0,53	0,11	0,38	23,57	0,00	0,00	511,12	0,07
3	0,00	306,39	0,46	0,53	670,40	0,44	0,47	221,77	30,35	2,81	0,00	0,19	0,00	0,18	0,16	0,74	3,95	0,00	0,00	304,14	0,03
4	0,00	718,60	0,00	8,96	5069,62	0,21	0,00	197,69	49,23	4,25	0,00	0,24	0,00	0,07	0,12	0,93	30,36	0,00	0,03	315,50	0,06
5	0,01	87,45	0,30	14,74	2364,54	8,13	1,28	2956,64	8641,83	0,28	0,59	0,08	0,00	36,62	0,00	0,22	0,00	0,00	0,01	35,44	0,06
6	0,00	4700,04	1,47	64,32	36547,35	3,99	0,00	873,39	12071,15	13,54	0,00	13,64	4,95	36,94	1,23	3,21	85,84	0,00	0,14	371,00	0,53
7	0,60	18919,22	5,10	175,60	5420,69	0,27	0,41	31,48	188,74	0,35	0,00	1,36	0,39	0,22	1,24	1,73	735,56	0,00	0,01	116,83	3,65
SUMA	0,61	25138,98	8,29	272,15	50309,33	18,45	2,98	5268,40	21747,47	22,13	0,59	15,51	5,34	78,30	2,86	7,22	879,67	0,00	0,21	1672,90	4,52

NA-2-6

NA-2-6											NA-2-6										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	298,02	0,00	20,75	230,56	29,48	7,02	457,17	5189,12	0,06	0,24	0,00	0,00	422,51	0,00	0,08	0,72	0,00	0,01	33,36	0,00
2	0,00	1451,98	19,50	0,90	2758,03	2,72	0,10	346,17	331,72	5,41	0,08	0,00	0,00	20,99	0,06	2,56	15,62	0,00	0,02	367,72	1,44
3	0,00	876,33	1,47	0,91	1391,74	2,34	0,52	289,91	101,46	3,30	0,00	0,09	0,00	6,88	0,32	1,38	4,41	0,00	0,01	279,44	0,49
4	0,04	1454,77	0,30	15,20	4071,54	1,09	0,23	373,77	193,36	2,53	0,16	0,01	0,00	3,64	0,11	1,08	20,78	0,00	0,03	331,37	0,23
5	0,05	153,80	0,45	12,90	1619,92	8,38	1,90	2405,38	6397,89	0,46	0,51	0,28	0,00	30,15	0,00	0,60	0,08	0,00	0,00	25,08	0,08
6	0,10	6159,14	2,68	73,08	43421,93	5,20	0,00	496,98	8414,91	16,89	0,00	19,13	7,70	29,77	1,90	6,40	142,20	0,42	0,20	355,38	0,60
7	1,38	37397,92	7,99	260,55	9080,60	0,52	0,00	17,48	227,47	0,73	4,03	2,50	0,33	0,25	1,97	2,63	998,87	0,00	0,18	137,38	6,11
SUMA	1,57	47791,96	32,40	384,28	62574,33	49,73	9,77	4386,85	20855,93	29,38	5,02	22,01	8,03	514,19	4,36	14,74	1182,69	0,42	0,46	1529,74	8,94

NA-2-7

NA-2-7											NA-2-7										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,04	495,47	0,00	19,86	1231,52	13,54	3,55	40,26	2564,03	0,09	0,01	0,00	0,00	249,34	0,01	0,09	0,29	0,00	0,01	89,02	0,24
2	0,00	1313,10	6,22	1,27	1322,53	2,42	0,42	44,53	472,36	3,18	0,00	0,00	0,00	28,82	0,06	2,61	19,25	0,00	0,02	765,09	0,20
3	0,00	671,31	2,70	1,67	2254,13	2,02	0,69	52,78	395,96	2,33	0,00	0,05	0,00	12,05	0,20	1,40	31,73	0,00	0,02	444,28	0,20
4	0,00	1709,33	0,00	27,62	3460,34	0,50	0,00	8,44	161,38	0,74	0,14	0,00	0,00	2,20	0,18	1,40	68,37	0,00	0,01	350,36	0,22
5	0,02	305,04	0,90	17,26	2323,88	6,84	1,44	607,09	6999,07	0,15	0,50	0,00	0,00	35,56	0,00	0,26	0,14	0,00	0,01	7,08	0,00
6	0,00	6800,71	2,50	89,38	29403,41	2,61	0,00	170,92	2531,59	22,48	2,27	20,48	6,00	4,42	1,61	4,33	242,36	0,00	0,17	346,51	1,31
7	0,93	31949,81	5,71	330,79	9634,54	0,44	0,67	5,47	197,11	0,00	0,00	1,23	0,14	0,00	1,83	2,24	1060,88	0,00	0,22	102,28	5,82
SUMA	0,99	43244,77	18,03	487,86	49630,33	28,37	6,78	929,49	13321,49	28,96	2,92	21,76	6,14	332,40	3,88	12,33	1423,02	0,00	0,47	2104,61	7,99

NA-2-8

NA-2-8											NA-2-8										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,01	59,58	0,00	4,48	45,98	1,90	0,35	21,76	360,36	0,06	0,00	0,00	0,00	16,47	0,01	0,07	0,74	0,00	0,01	77,57	0,03
2	0,00	859,79	6,74	0,68	279,14	0,25	0,64	38,24	101,25	7,60	0,00	0,25	0,02	2,10	0,04	1,01	57,50	0,00	0,02	757,80	0,10
3	0,00	266,88	1,24	1,37	432,69	0,16	0,05	65,01	132,08	3,26	0,12	0,40	0,03	1,42	0,10	0,88	44,20	0,00	0,01	199,05	0,12
4	0,01	1080,98	9,25	32,80	2935,59	0,23	0,31	36,35	168,27	2,69	0,24	0,07	0,00	0,62	0,17	1,15	111,87	0,00	0,01	233,96	0,17
5	0,02	139,43	0,00	8,83	2222,67	0,69	0,34	1275,72	3200,01	19,15	0,23	0,39	0,00	14,90	0,00	0,29	0,23	0,00	0,00	11,63	0,07
6	0,00	1188,07	0,70	87,40	74517,23	4,07	0,00	2167,91	8283,82	38,23	2,26	6,26	8,14	32,02	0,54	3,43	77,87	0,36	0,15	81,83	0,31
7	0,37	15308,35	4,60	282,62	7404,74	0,13	0,00	67,03	102,80	1,53	0,00	0,00	0,29	0,00	1,08	2,59	915,22	0,00	0,16	29,63	2,40
SUMA	0,41	18903,08	22,53	418,18	87838,05	7,43	1,70	3672,02	12348,58	72,52	2,85	7,37	8,48	67,52	1,96	9,43	1207,63	0,36	0,36	1391,47	3,20



NA-2-9											NA-2-9										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	113,97	0,09	3,36	26,65	0,95	0,28	25,91	261,54	0,00	0,00	0,00	0,00	3,85	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	32,63	0,02
2	0,02	1093,96	8,82	1,42	2399,59	0,30	0,00	25,50	99,19	19,01	0,00	0,02	0,00	0,42	0,01	2,41	23,70	0,00	0,03	12361,98	0,16
3	0,03	258,63	0,51	3,59	720,84	0,14	0,00	58,29	76,18	6,43	0,00	0,14	0,03	0,53	0,20	0,66	50,89	0,00	0,02	131,81	0,24
4	0,05	1744,29	11,54	78,52	5961,75	0,28	0,44	57,81	142,38	8,94	0,60	0,18	0,00	0,36	0,19	2,11	210,65	0,00	0,05	485,78	0,45
5	0,03	200,05	0,00	13,25	2488,87	0,64	0,33	703,18	1494,36	2,17	0,22	0,01	0,00	6,57	0,00	0,06	0,25	0,00	0,00	4,73	0,11
6	0,00	2641,07	0,00	114,03	92442,39	4,21	0,00	929,66	2756,04	32,40	2,27	5,35	4,50	3,83	0,47	1,75	62,00	0,00	0,21	35,09	0,43
7	0,08	11076,73	2,73	360,49	6987,29	0,00	0,00	18,52	76,24	0,93	0,21	0,00	0,19	0,00	0,44	1,62	602,76	0,00	0,00	9,69	2,28
SUMA	0,21	17128,71	23,69	574,65	111027,39	6,50	1,06	1818,87	4905,93	69,88	3,30	5,70	4,71	15,56	1,31	8,62	950,61	0,00	0,31	13061,71	3,69

NA-2-10											NA-2-10										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	559,86	0,09	12,63	124,23	2,86	1,49	42,52	809,61	0,26	0,00	0,00	0,00	3,89	0,01	0,03	1,58	0,00	0,01	63,88	0,21
2	0,00	1182,89	9,81	1,52	2520,78	0,31	0,00	27,57	108,70	21,33	0,01	0,00	0,00	0,47	0,03	2,53	26,57	0,03	0,03	404,35	0,18
3	0,02	208,92	0,00	4,28	599,27	0,13	0,90	28,37	55,71	4,44	0,00	0,05	0,07	0,13	0,38	0,68	53,48	0,00	0,25	304,41	0,25
4	0,03	831,32	7,03	42,91	2658,23	0,11	0,17	22,75	62,60	3,47	0,20	0,00	0,00	0,06	0,04	0,82	154,82	0,00	0,03	169,48	0,27
5	0,29	210,20	0,00	15,35	2875,60	0,75	0,13	930,59	1950,38	2,55	0,33	0,42	0,00	8,51	0,00	0,18	0,48	0,00	0,01	17,99	0,16
6	0,19	2784,58	0,00	130,07	129339,17	5,68	0,00	1977,25	4537,19	39,16	205,23	6,96	6,25	11,53	5,15	3,46	42,54	0,46	0,25	120,83	0,60
7	0,03	11940,66	2,31	448,28	8188,21	0,00	0,00	59,87	102,12	0,77	0,00	0,00	0,12	0,00	0,42	2,05	97,41	0,00	0,00	1,61	0,00
SUMA	0,55	17718,42	19,24	655,05	146305,48	9,83	2,69	3088,93	7626,31	71,98	205,78	7,42	6,43	24,58	6,04	9,75	376,88	0,49	0,58	1082,53	1,67

NA-2-11											NA-2-11											
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U	
1	0,00	254,02	0,06	15,82	107,69	1,72	0,78	14,29	1091,48	0,46	0,13	0,00	0,00	10,00	0,03	0,10	1,24	0,00	0,00	10,05	0,09	
2	0,12	2701,18	5,39	2,72	1074,32	0,30	0,24	23,68	744,21	11,08	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,81	28,51	0,00	0,01	112,06	0,85	
3	0,03	931,22	0,00	3,52	1649,63	0,17	0,07	24,53	270,48	9,50	0,00	0,12	0,00	0,45	0,15	0,93	15,52	0,00	0,01	222,70	0,15	
4	0,04	1154,46	0,00	35,19	4029,48	0,35	0,00	19,01	355,56	5,03	0,10	0,07	0,00	0,23	0,05	0,71	47,93	0,00	0,01	180,44	0,26	
5	0,05	312,30	1,09	17,92	2986,97	0,81	0,31	1634,39	1872,23	2,63	0,24	0,23	0,00	7,41	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	4,53	0,12	
6	0,00	3650,86	1,59	127,98	85894,34	3,45	0,00	1581,09	2465,67	30,11	20,93	5,43	3,88	10,69	0,84	1,97	52,98	0,00	0,17	249,60	0,30	
7																						
SUMA	0,24	9004,03	8,14	203,16	95742,42	6,79	1,41	3296,99	6799,63	58,81	21,39	5,84	3,88	29,58	1,06	4,63	146,18	0,00	0,20	779,37	1,78	



NA-3-1

FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,02	1817,38	0,00	72,88	33,79	3,37	0,97	305,29	2097,53	0,01	0,17	0,00	0,00	8,94	0,01	0,00	0,64	0,00	0,00	0,60	0,00
2	0,01	455,36	0,78	4,40	93,32	0,19	0,30	85,09	152,09	0,00	0,00	0,00	0,00	2,06	0,00	0,18	12,89	0,00	0,00	3,56	0,17
3	0,02	402,17	0,00	1,01	3838,59	0,02	0,00	55,16	33,13	2,57	0,00	2,39	0,07	0,03	0,32	0,32	77,29	0,00	0,00	25,65	0,07
4	0,02	468,00	2,95	9,66	35207,63	0,09	0,00	464,37	118,77	20,28	0,46	6,38	7,48	0,04	0,70	5,98	4,45	0,01	0,29	228,36	0,05
5	0,02	19,32	2,11	0,19	261,76	0,01	0,02	73,70	8,01	0,12	0,37	0,50	1,37	0,00	0,00	0,24	8,67	0,00	0,00	938,63	0,03
6	0,35	1093,20	0,00	39,31	8938,35	0,07	0,00	104,15	29,38	11,09	0,00	1,91	6,70	0,00	0,65	2,55	715,33	0,00	0,05	1021,82	0,01
7	0,18	16189,60	6,75	344,43	8001,15	0,22	0,52	11,18	65,89	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	9,05	1312,21	0,00	0,06	50,91	1,53
SUMA	0,62	20445,03	12,59	471,88	56374,59	3,97	1,82	1098,94	2504,80	34,47	1,00	11,18	15,63	11,07	2,73	18,32	2131,49	0,01	0,41	2269,53	1,86

NA-3-1

NA-3-2

FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	485,31	0,70	21,85	0,65	1,15	0,48	82,18	595,61	0,00	0,05	0,00	0,00	3,23	0,01	0,00	0,36	0,00	0,00	0,10	0,07
2	0,01	413,61	2,92	1,40	272,24	0,07	0,37	37,60	55,59	0,00	0,01	0,00	0,00	0,27	0,00	0,02	11,53	0,00	0,00	3,36	0,27
3	3,11	438,93	0,00	0,60	4073,88	0,02	0,00	30,47	28,54	2,82	0,00	1,60	0,03	0,00	0,37	1,00	7,86	0,00	0,00	6,92	0,08
4	0,05	625,70	2,89	6,12	35094,16	0,13	0,00	350,74	168,33	12,61	0,29	8,31	1,22	0,08	0,35	2,15	16,15	0,00	0,25	217,83	0,03
5	0,00	32,86	2,01	0,18	172,56	0,01	0,17	75,98	13,93	0,14	0,16	0,17	0,13	0,00	0,00	0,09	11,31	0,00	0,00	11,30	0,03
6	0,00	3277,25	0,66	42,31	14453,85	0,36	0,00	263,67	121,11	13,90	0,57	3,23	0,34	0,00	0,00	1,27	262,91	0,00	0,07	268,73	0,11
7	1,46	25452,50	4,80	250,77	7655,08	0,29	0,00	12,96	99,91	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	1,45	1,54	1154,35	0,00	0,10	56,78	3,41
SUMA	4,63	30726,16	13,99	323,24	61722,43	2,04	1,02	853,61	1083,03	29,52	1,08	13,31	1,71	3,58	2,18	6,07	1464,46	0,00	0,43	565,04	4,00

NA-3-2

NA-3-3

FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,10	3057,60	0,49	121,03	69,63	5,97	2,02	465,86	3266,37	0,02	0,40	0,10	0,00	14,22	0,03	0,00	1,29	0,00	0,00	0,42	0,38
2	0,01	553,94	1,29	4,26	206,90	0,19	0,06	49,81	146,17	0,07	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,08	26,93	0,00	0,00	3,27	0,19
3	0,00	265,62	0,00	1,06	1353,14	0,02	0,13	22,55	35,19	4,09	0,00	1,81	0,01	0,07	0,46	0,03	108,72	0,00	0,00	7,12	0,00
4	0,02	724,28	0,31	19,29	20701,07	0,14	0,00	164,22	82,56	16,18	0,22	4,50	2,51	0,12	0,47	2,81	20,24	0,00	0,17	296,62	0,10
5	0,02	157,42	1,41	13,47	1882,38	0,06	0,00	33,20	16,51	2,46	0,15	3,38	1,08	0,06	0,00	0,56	30,14	0,00	0,01	57,32	0,00
6	0,00	3095,03	5,90	104,85	4101,89	0,36	0,76	21,76	60,03	5,64	0,13	1,09	3,23	11,30	1,40	2,11	1525,33	0,00	0,02	241,25	0,01
7	1,44	25050,14	10,38	474,85	11443,89	0,64	0,00	6,55	101,22	0,63	0,00	0,00	0,00	0,00	1,91	10,94	1903,14	0,00	0,27	84,25	3,47
SUMA	1,59	32904,03	19,78	738,81	39758,90	7,38	2,98	763,96	3708,05	29,09	0,90	10,88	6,83	26,46	4,25	16,54	3615,80	0,00	0,47	690,26	4,16

NA-3-3

NA-3-4

FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,11	784,07	0,00	31,34	24,92	2,10	0,43	121,44	1058,62	0,00	0,11	0,00	0,00	6,08	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,05	0,29
2	0,02	1011,93	20,09	4,86	738,65	0,36	0,46	81,69	232,21	0,01	0,04	0,00	0,00	1,19	0,02	0,06	20,87	0,00	0,00	2,75	0,52
3	0,00	534,70	1,24	1,01	6410,61	0,04	0,26	47,93	64,61	2,78	0,00	5,10	0,06	0,03	0,42	1,44	29,91	0,00	0,00	13,26	0,08
4	0,01	899,46	5,12	7,27	31346,34	0,17	0,00	233,53	299,18	10,38	0,29	7,07	2,29	0,10	0,37	2,37	11,67	0,00	0,24	364,22	0,05
5	0,01	31,27	1,34	0,34	175,15	0,02	0,08	102,02	10,45	0,08	0,19	2,44	0,05	0,00	0,00	0,11	16,69	0,00	0,00	15,58	0,04
6	0,07	4216,62	2,21	49,11	11717,74	0,41	0,00	174,69	139,24	7,66	1,73	0,00	0,60	0,00	0,00	1,00	369,06	0,00	0,05	244,97	0,19
7	1,21	24750,39	11,34	261,49	8583,41	0,55	2,71	18,50	129,18	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	1,77	1,97	1470,49	0,00	0,15	160,90	4,95
SUMA	1,44	32228,45	41,33	355,43	58996,83	3,65	3,93	779,81	1933,49	20,92	2,35	15,04	3,00	7,40	2,58	6,96	1919,09	0,00	0,46	801,75	6,13

NA-3-4



NA-3-5

NA-3-5											NA-3-5										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,04	1079,92	0,08	40,07	48,49	3,84	0,83	497,84	1671,02	0,00	0,07	0,00	0,00	9,81	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,28	0,15
2	0,00	844,90	1,00	6,36	76,45	1,61	0,57	495,26	418,65	0,77	0,00	0,00	0,00	1,93	0,00	0,14	33,42	0,00	0,01	10,39	0,36
3	0,01	843,53	0,00	1,30	448,75	0,69	0,63	674,65	120,37	2,88	0,00	0,12	0,00	0,43	0,25	0,52	62,05	0,00	0,00	10,18	0,34
4	0,01	1637,30	5,20	19,31	3945,11	0,55	0,90	552,05	190,65	6,80	0,15	0,18	0,00	0,56	0,39	2,17	131,09	0,04	0,01	57,36	0,50
5	0,05	362,56	1,36	19,31	11442,83	3,75	0,66	2834,77	8331,28	0,62	0,64	0,54	0,06	34,26	0,00	0,09	0,72	0,00	0,01	0,58	0,00
6	0,02	8815,02	7,93	92,02	22448,03	1,81	0,00	283,11	1081,16	9,34	0,00	14,53	3,77	0,00	0,06	1,55	424,36	0,00	0,12	172,08	0,59
7	2,02	32862,37	11,39	281,14	9854,34	0,88	1,60	11,81	206,88	1,03	0,00	1,49	0,00	0,00	2,61	3,39	1270,85	0,00	0,60	615,53	0,00
SUMA	2,14	46445,60	26,96	459,52	48264,00	13,14	5,19	5349,49	12020,01	21,44	0,85	16,86	3,83	47,00	3,31	7,85	1922,69	0,04	0,75	866,40	1,95

NA-3-6

NA-3-6											NA-3-6										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	991,72	0,20	31,08	9,20	2,68	0,71	88,92	1359,54	0,00	0,14	0,00	0,00	9,34	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,36	0,16
2	0,01	485,97	1,22	3,56	551,57	0,33	0,14	39,77	209,56	0,09	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,04	9,57	0,00	0,00	1,82	0,16
3	0,00	280,92	0,00	0,80	4601,57	0,03	0,04	22,76	31,81	1,96	0,00	4,94	0,04	0,03	0,26	0,72	3,73	0,00	0,00	10,52	0,04
4	0,00	638,61	6,37	6,78	30268,16	0,12	0,00	92,70	191,82	11,66	0,31	9,80	1,13	0,17	0,32	2,00	24,73	0,03	0,21	197,08	0,04
5	0,02	43,45	1,59	0,19	199,67	0,02	0,00	109,36	17,27	0,08	0,16	0,02	0,00	0,00	0,00	0,09	8,44	0,00	0,00	36,11	0,05
6	0,00	3993,23	2,17	41,80	13161,86	0,41	0,00	147,00	136,63	7,77	0,31	2,89	1,16	0,00	0,00	1,06	180,93	0,00	0,07	401,68	0,22
7	1,01	20106,98	7,95	175,41	6429,65	0,36	0,01	7,31	92,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,53	2,54	684,76	0,00	0,17	136,79	0,84
SUMA	1,04	26540,89	19,49	259,62	55221,67	3,94	0,90	507,82	2038,95	21,56	0,92	17,65	2,34	11,00	2,10	6,45	912,37	0,03	0,44	784,37	1,50

NA-3-7

NA-3-7											NA-3-7										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,08	836,12	0,00	50,29	627,89	10,05	3,28	26,98	3065,31	0,25	0,14	0,00	0,00	17,53	0,01	0,15	3,23	0,00	0,01	136,83	0,69
2	0,04	3435,17	11,68	2,96	2308,62	1,46	0,20	47,02	716,84	4,94	0,00	0,00	0,00	2,45	0,20	2,77	18,34	0,00	0,02	2271,07	0,33
3	0,02	856,14	0,00	2,70	1231,80	0,61	0,14	55,00	329,53	3,11	0,00	0,35	0,01	0,69	0,13	2,02	36,48	0,00	0,00	117,95	0,17
4	0,04	1827,44	5,32	25,21	5311,20	0,67	0,78	25,60	509,30	4,76	0,14	0,49	0,00	0,34	0,35	2,16	54,07	0,01	0,01	350,97	0,18
5	0,02	204,84	0,00	14,49	1885,15	4,13	0,68	782,68	5546,29	3,25	0,39	0,65	0,00	23,13	0,00	0,70	0,18	0,00	0,00	7,17	0,09
6	0,00	4081,71	0,76	53,48	28679,36	3,13	0,00	279,06	5648,45	25,35	2,20	13,09	7,04	13,30	0,82	3,86	160,88	0,12	0,12	118,18	0,24
7	1,08	34674,92	8,14	302,95	9747,75	0,65	0,00	8,98	176,15	0,47	0,00	0,00	0,10	0,00	1,58	3,00	1053,67	0,00	0,16	106,06	5,68
SUMA	1,29	45916,36	25,89	452,09	49791,76	20,70	5,07	1225,32	15991,87	42,14	2,87	14,59	7,14	57,45	3,09	14,65	1326,85	0,14	0,32	3108,23	7,38

NA-3-8

NA-3-8											NA-3-8										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,08	50,43	0,00	108,77	292,91	3,06	0,76	3,18	921,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,01	0,00	1,29	0,00	0,00	0,81	0,02
2	0,09	486,25	7,52	109,43	1336,79	3,33	0,43	10,59	1121,31	0,20	0,29	0,00	0,00	0,67	0,00	0,01	40,53	0,00	0,00	18,24	0,09
3	0,03	428,32	2,64	29,68	2423,02	0,60	0,00	6,22	76,43	3,12	0,03	0,29	0,01	0,04	0,14	0,39	23,52	0,00	0,00	8,19	0,05
4	0,05	1265,13	19,82	42,93	8190,51	1,19	1,85	11,57	66,41	5,76	0,21	0,13	0,00	0,12	0,16	0,51	25,16	0,00	0,00	35,56	0,02
5	0,03	179,33	8,28	3,68	427,86	0,12	0,63	17,75	73,69	0,65	0,00	0,29	0,00	0,04	0,00	0,07	6,64	0,00	0,00	0,22	0,02
6	0,00	8431,98	39,51	118,53	14869,54	6,36	7,69	29,56	267,75	9,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	40,34	0,00	0,01	0,00	0,00
7	0,40	48458,88	129,05	913,84	50909,08	15,29	28,50	39,30	118,95	6,22	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44	2,50	171,17	0,00	0,00	10,04	0,00
SUMA	0,67	59300,30	206,83	1326,86	78449,70	29,96	39,86	118,16	2646,25	25,34	0,54	0,70	0,01	1,19	1,75	3,76	308,65	0,00	0,01	73,05	0,21



NA-4-0											NA-4-0										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	0,13	0,00	4,37	1,57	0,07	0,03	2,69	5,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	1,29	0,00	0,00	0,61	0,00
2	0,05	501,90	1,32	51,80	272,15	1,04	0,36	54,31	16,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	32,89	0,00	0,01	42,58	0,07
3	0,00	258,83	1,81	37,97	2262,41	0,99	0,00	25,37	6,34	1,33	0,00	0,23	0,06	0,00	0,13	0,51	30,73	0,00	0,00	39,98	0,07
4	0,00	601,34	14,83	52,29	22064,28	1,04	0,00	119,45	35,18	8,74	0,27	1,68	0,38	0,06	0,25	2,89	44,59	0,00	0,08	297,41	0,01
5	0,02	18,95	3,02	0,62	82,79	0,03	0,10	31,96	1,23	0,06	0,21	0,97	0,17	0,00	0,00	0,11	22,67	0,00	0,00	26,05	0,01
6	0,00	3354,37	19,86	41,30	16247,73	1,75	0,00	145,70	71,68	21,80	0,00	0,00	1,06	0,00	0,00	3,95	434,05	0,00	0,04	165,27	0,00
7	0,33	25331,49	45,45	533,07	21559,31	4,74	10,67	42,51	129,28	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	9,02	1795,81	0,00	0,00	27,52	0,74
SUMA	0,40	30067,02	86,29	721,43	62490,23	9,67	11,15	421,99	264,74	34,83	0,51	2,87	1,67	0,25	1,39	16,48	2362,03	0,00	0,13	599,42	0,89

NA-4-1											NA-4-1										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	2,01	0,09	6,30	1,85	0,16	0,09	8,39	20,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,29	0,00
2	0,01	658,70	3,39	15,66	323,52	0,46	0,31	60,48	66,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,11	21,02	0,00	0,00	10,42	0,18
3	0,00	355,26	3,80	4,20	4425,03	0,08	0,24	40,33	23,47	2,79	0,00	0,95	0,06	0,00	0,53	0,79	22,28	0,00	0,01	84,45	0,11
4	0,00	682,64	18,01	23,90	55584,36	0,40	0,00	252,60	88,93	16,92	0,07	4,30	3,13	0,25	0,51	3,48	12,89	0,01	0,22	200,29	0,03
5	0,02	36,28	4,44	0,22	228,61	0,01	0,02	18,58	2,13	0,08	0,32	0,44	0,22	0,00	0,00	0,06	8,07	0,00	0,01	100,80	0,03
6	0,00	2946,72	17,00	31,82	25131,41	0,96	0,00	174,35	96,45	35,94	0,00	0,94	2,96	0,00	0,00	3,64	531,37	0,00	0,15	704,43	0,13
7	0,66	38946,78	38,14	553,97	22901,14	4,17	5,38	43,53	143,81	6,46	0,00	0,00	0,03	0,00	1,17	11,07	1897,86	0,00	0,00	70,18	1,94
SUMA	0,70	43628,39	84,87	636,07	108595,93	6,23	6,04	598,26	441,66	62,20	0,39	6,63	6,40	0,89	2,22	19,14	2494,33	0,01	0,38	1170,85	2,44

NA-4-2											NA-4-2										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	5,22	0,29	5,40	1,97	0,15	0,09	8,44	37,48	0,00	0,05	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,08	0,01
2	0,02	590,40	2,01	8,10	458,10	0,25	0,04	40,48	71,96	0,04	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,04	34,78	0,00	0,01	31,45	0,48
3	0,00	268,95	0,00	1,33	3064,31	0,03	0,00	23,72	14,27	3,06	0,00	1,27	0,03	0,00	0,18	0,85	29,65	0,00	0,00	61,19	0,11
4	0,00	624,84	11,26	7,76	43350,40	0,16	0,00	273,36	121,16	40,45	0,32	4,08	4,18	0,40	0,54	3,23	19,49	0,00	0,26	284,90	0,05
5	0,02	8,30	2,54	0,33	91,51	0,01	0,09	10,50	8,73	0,26	0,34	1,18	0,10	0,00	0,00	0,19	26,70	0,00	0,00	57,99	0,04
6	0,00	1658,79	3,22	23,62	10300,00	0,30	0,00	88,57	62,28	25,42	0,00	0,00	610,21	0,00	0,00	1,76	802,83	0,00	0,06	426,23	0,01
7	1,13	20876,88	19,43	377,91	41245,00	1,55	3,62	20,50	107,87	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26	8,47	2367,98	0,00	0,07	32,25	2,72
SUMA	1,18	24033,38	38,76	424,45	98511,28	2,47	3,84	465,58	423,77	71,48	0,72	6,54	614,51	0,81	1,98	14,53	3282,28	0,00	0,40	894,09	3,41

NA-4-3											NA-4-3										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,07	132,65	0,04	18,00	10,68	0,73	0,40	198,88	237,38	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,01	2,37	0,05
2	0,03	451,53	0,64	3,67	261,99	0,39	0,24	264,78	118,59	0,02	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,17	28,17	0,00	0,03	37,63	0,37
3	0,01	543,94	0,00	2,66	7091,78	0,16	0,28	221,30	82,41	13,35	0,00	3,27	0,01	0,11	0,34	5,23	80,86	0,00	0,01	82,71	0,21
4	0,00	1032,84	5,66	24,81	26269,80	0,36	0,00	652,36	332,53	57,66	0,29	6,01	0,00	0,19	0,52	6,05	149,85	0,00	0,38	258,44	0,09
5	0,05	97,01	2,14	2,80	334,73	1,86	0,55	858,40	2535,24	0,13	0,56	0,07	0,19	9,03	0,00	0,34	7,14	0,00	0,05	151,79	0,06
6	0,00	6255,90	4,14	134,30	21434,75	1,85	0,00	426,98	1416,15	41,05	0,00	5,51	14,28	0,00	0,94	6,50	1464,83	0,00	0,19	0,19	0,46
7	0,81	25542,71	10,20	383,79	10154,11	0,90	1,12	11,64	118,14	1,14	0,00	0,18	0,17	0,09	1,70	7,93	2254,90	0,04	0,65	37,29	0,00
SUMA	0,97	34056,58	22,82	570,04	65557,84	6,26	2,59	2634,34	4840,44	113,35	0,85	15,04	14,65	10,92	3,51	26,21	3986,14	0,04	1,33	570,43	1,24



NA-4-4

FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,03	276,69	0,24	24,16	103,28	2,35	1,05	178,42	489,09	0,06	0,00	0,00	0,00	8,66	0,01	0,06	0,32	0,00	0,02	72,54	0,25
2	0,06	1402,26	2,88	4,47	180,74	0,96	0,50	240,32	0,00	6,33	0,01	0,00	0,00	7,38	0,00	1,34	14,46	0,00	0,11	11368,61	0,86
3	0,03	2412,23	4,10	3,68	1188,61	0,60	0,60	358,30	324,55	15,02	0,08	0,14	0,00	5,49	0,33	3,74	59,59	0,00	0,02	234,21	0,00
4	0,10	3197,25	12,31	59,40	10198,07	1,15	1,99	344,15	639,09	20,33	0,22	0,58	0,00	4,24	0,41	5,97	157,96	0,00	0,06	332,21	0,00
5	0,06	575,14	1,99	24,79	1894,48	2,38	1,09	3223,66	4179,48	0,89	0,29	0,58	0,00	20,55	0,00	0,30	1,53	0,00	0,00	4,84	0,13
6	0,00	6310,50	8,86	133,06	27787,46	2,01	0,00	323,51	938,90	14,97	0,00	8,86	15,60	0,00	0,00	5,84	531,64	0,03	0,18	89,58	0,16
7	0,96	23079,46	13,28	356,19	11181,86	0,82	0,00	15,71	90,95	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36	6,78	897,90	0,00	0,20	14,85	3,02
SUMA	1,23	37253,54	43,65	605,75	52534,51	10,27	5,23	4684,06	6662,06	57,79	0,60	10,17	15,60	46,33	2,11	24,02	1663,38	0,03	0,60	12116,85	4,43

NA-4-4

NA-4-5

FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,04	85,19	0,03	14,29	0,00	0,33	0,25	4,19	163,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,01	0,00	0,48	0,00	0,00	0,09	0,04
2	0,26	552,15	0,74	3,91	154,18	0,11	0,18	6,26	62,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,02	25,36	0,00	0,01	2,29	0,46
3	0,00	448,68	3,14	2,71	5997,40	0,05	0,00	24,43	37,63	5,60	0,00	2,67	0,02	0,00	0,31	1,55	31,20	0,00	0,01	10,20	0,23
4	0,00	652,83	6,22	15,54	31779,45	0,19	0,00	179,40	171,24	21,77	0,22	7,59	0,97	0,09	0,42	2,73	36,73	0,00	0,17	278,54	0,10
5	0,02	41,68	2,69	0,58	229,55	0,06	0,14	15,58	12,95	0,18	0,36	2,47	0,30	0,00	0,00	0,19	21,88	0,00	0,00	23,17	0,12
6	0,00	5378,46	3,08	71,83	16091,58	0,72	0,00	67,89	141,88	11,14	0,00	0,32	1,41	0,00	0,00	1,29	543,77	0,00	0,13	263,11	0,19
7	1,33	25571,00	11,79	330,03	11080,55	0,91	4,58	15,50	137,84	0,21	0,00	0,08	0,00	0,00	1,90	3,31	1616,86	0,00	0,26	80,98	5,72
SUMA	1,66	32729,99	27,69	438,87	65332,72	2,37	5,15	313,23	727,28	38,90	0,58	13,12	2,69	0,45	2,64	9,10	2276,28	0,00	0,58	658,38	6,86

NA-4-5

NA-4-6

FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,05	51,11	0,00	23,75	13,61	4,82	1,92	15,35	845,26	0,00	0,00	0,00	0,00	14,40	0,00	0,07	0,09	0,00	0,01	61,78	0,10
2	0,15	1012,96	2,71	6,06	308,88	2,35	1,56	70,38	906,82	1,07	0,16	0,00	0,00	6,26	0,00	0,98	19,31	0,00	0,04	1461,99	0,56
3	0,09	1495,00	0,00	5,39	1899,87	0,97	0,88	110,45	609,67	3,09	0,00	0,35	0,00	1,94	0,22	2,24	33,30	0,00	0,01	180,27	0,39
4	0,07	2543,17	8,51	35,04	9057,55	0,99	0,42	52,30	875,83	4,03	0,44	0,79	0,00	1,14	0,38	2,49	72,35	0,00	0,01	355,22	0,00
5	0,02	41,68	2,69	0,58	229,55	0,06	0,14	15,58	12,95	0,18	0,36	2,47	0,30	0,00	0,00	0,19	21,88	0,00	0,00	23,17	0,11
6	0,00	7040,46	5,47	80,91	26901,87	1,12	0,00	133,60	910,38	13,90	0,00	21,70	5,46	0,00	0,06	4,71	223,24	0,00	0,15	229,96	0,47
7	0,76	25450,66	5,62	214,81	7285,12	0,32	0,00	5,90	87,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19	0,77	691,87	0,00	0,22	13,00	0,01
SUMA	1,14	37635,04	25,00	366,53	45696,46	10,62	4,91	403,56	4248,47	22,28	0,96	25,30	5,76	23,74	1,85	11,44	1062,04	0,00	0,44	2325,40	1,64

NA-4-6

NA-4-7

FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,06	8,15	0,00	33,39	1,63	3,99	1,62	0,82	1037,46	0,00	0,00	0,00	0,00	8,76	0,01	0,08	0,35	0,00	0,01	59,62	0,01
2	0,16	2078,89	14,00	40,55	1594,22	3,68	2,62	90,37	3560,87	3,69	0,45	0,00	0,00	17,15	0,00	2,55	38,32	0,00	0,05	3635,55	1,63
3	0,16	2034,53	0,00	48,42	4477,26	1,55	1,88	144,05	2906,11	5,73	0,00	0,49	0,00	5,29	0,35	6,08	51,80	0,00	0,02	628,59	0,53
4	0,04	1909,43	4,26	35,09	4405,08	0,69	0,75	49,43	887,21	2,80	0,22	0,01	0,00	2,42	0,27	1,99	90,10	0,00	0,01	395,18	0,00
5	0,04	341,03	1,11	29,26	3193,45	7,17	0,96	903,84	11844,64	0,04	0,81	0,00	0,00	50,76	0,00	0,26	1,65	0,00	0,04	24,18	0,00
6	0,00	5122,54	1,58	69,73	27251,39	2,53	0,00	256,24	4711,25	18,34	0,00	23,10	8,65	8,87	1,01	5,50	174,54	0,46	0,10	169,89	0,68
7	1,77	37741,15	6,75	433,87	13003,86	0,48	0,22	4,86	229,86	1,65	0,00	0,98	0,05	0,00	1,84	1,84	1058,15	0,00	0,21	53,93	6,76
SUMA	2,22	49235,73	27,70	690,31	53926,90	20,09	8,05	1449,62	25177,41	32,25	1,49	24,59	8,70	93,25	3,48	18,29	1414,91	0,46	0,43	4966,94	9,62

NA-4-7



NA-4-8

	NA-4-8																				
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	0,03	0,08	8,13	0,00	0,01	0,13	0,08	6,33	0,00	0,08	0,00	0,00	0,22	0,00	0,02	0,61	0,01	0,00	2,43	0,00
2	0,00	305,68	11,58	82,25	1693,50	0,99	2,37	149,74	3589,51	1,30	1,23	0,00	0,00	15,78	0,00	1,36	55,79	0,00	0,23	2771,73	0,57
3	0,04	582,31	12,16	31,84	3610,08	0,45	0,64	114,54	2939,15	9,42	0,23	0,35	0,00	3,34	0,45	5,24	73,53	0,00	0,01	243,92	0,14
4	0,06	1357,91	4,66	40,01	3983,00	0,19	0,34	0,98	553,47	3,79	0,00	0,19	0,00	2,50	0,20	1,99	344,20	0,00	0,00	458,30	0,24
5	0,02	292,41	0,00	40,40	2256,13	0,35	0,85	1272,21	18974,45	0,06	0,41	0,00	0,00	83,28	0,00	0,14	0,00	0,00	0,10	439,27	0,23
6	0,00	11878,76	8,25	259,29	41893,19	2,65	2,68	521,43	6943,26	25,67	0,00	34,60	15,07	29,88	1,68	7,50	892,98	0,18	0,00	381,44	1,65
7	0,23	11388,13	0,81	166,10	4108,21	0,20	0,36	1,87	61,92	0,09	0,29	0,34	0,07	0,03	0,59	0,92	535,41	0,00	0,20	5,40	0,00
SUMA	0,35	25805,23	37,54	628,03	57544,10	4,83	7,37	2060,84	33068,10	40,32	2,24	35,48	15,14	135,04	2,92	17,16	1902,51	0,19	0,54	4302,50	2,82

NA-4-9

	NA-4-9																				
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	0,15	0,52	5,58	0,00	0,01	0,13	0,07	7,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,04	0,58	0,00	0,01	2,97	0,00
2	0,00	257,38	24,06	83,00	1444,61	1,13	1,79	77,71	3118,64	2,33	0,00	0,00	0,00	13,20	0,00	2,13	68,60	0,00	0,02	3032,82	0,39
3	0,04	501,55	21,67	24,79	3090,73	0,69	0,79	84,76	2003,85	10,36	0,00	0,41	0,00	2,52	0,35	5,40	88,64	0,00	0,02	333,70	0,11
4	0,07	1116,96	6,70	33,63	3754,65	0,28	0,39	1,14	373,02	5,50	0,06	0,36	0,00	1,42	0,17	2,22	375,69	0,00	0,01	377,40	0,21
5	0,00	93,24	0,00	31,56	1663,81	4,87	0,90	1609,14	17913,37	0,12	0,30	0,00	0,00	78,51	0,00	0,52	0,00	0,00	0,16	1025,89	0,00
6	0,17	11206,26	9,17	215,33	30655,69	4,31	3,67	539,38	10353,76	37,64	0,00	26,76	21,01	46,01	1,20	16,53	399,35	0,96	0,00	762,33	1,37
7	0,29	22155,94	3,44	342,00	7871,99	0,48	1,02	9,34	118,49	0,81	0,00	0,68	0,13	0,08	1,38	3,15	1234,01	0,00	0,36	8,00	2,28
SUMA	0,56	35331,48	65,57	735,90	48481,47	11,77	8,70	2321,54	33888,77	56,76	0,36	28,21	21,14	141,98	3,09	29,99	2166,87	0,97	0,58	5543,11	4,36



NA-P											NA-P										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	8141,52	0,30	1138,27	0,00	23,18	14,13	260,03	20125,35	0,00	0,00	0,00	0,00	31,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
2	0,09	695,17	0,00	50,29	114,92	0,99	0,72	32,84	843,63	0,02	0,00	0,00	0,00	1,77	0,00	0,01	6,10	0,00	0,00	0,83	0,00
3	0,02	351,14	0,00	2,95	2068,81	0,04	0,06	16,75	53,22	1,78	0,00	0,75	0,00	0,15	0,09	0,55	23,17	0,00	0,00	23,03	0,09
4	0,06	704,78	10,79	6,42	43112,62	0,12	0,13	300,00	128,87	28,09	0,00	4,70	0,15	0,47	0,39	3,82	12,42	0,00	0,25	268,55	0,03
5	0,00	3,91	0,04	0,13	105,88	0,00	0,00	8,80	0,00	0,09	0,27	0,46	0,13	0,06	0,00	0,05	12,31	0,00	0,00	12,95	0,02
6	0,00	2553,68	6,20	49,77	11084,18	0,59	2,39	117,49	105,32	14,45	0,00	0,49	6,76	0,60	1,10	1,26	657,67	0,00	0,00	553,16	0,06
7	0,20	13585,32	6,47	190,26	5811,60	0,77	2,61	9,04	51,97	1,02	0,00	0,13	0,18	0,10	0,58	3,42	585,01	0,00	0,17	9,69	1,00
SUMA	0,37	26035,52	23,81	1438,09	62298,00	25,69	20,04	744,95	21308,36	45,46	0,27	6,52	7,22	34,39	2,15	9,11	1296,68	0,00	0,42	868,31	1,19

NA-SET											NA-SET										
FR	Be	Al	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Ba	Hg	Tl	Pb	U
1	0,00	110,28	0,00	12,22	9,98	0,37	0,19	28,83	79,53	0,00	0,07	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,52	0,08
2	0,00	116,15	0,00	6,94	248,33	0,27	0,11	15,56	11,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	20,56	0,00	0,00	3,64	0,10
3	0,01	85,88	0,00	8,69	2788,40	0,26	0,09	20,58	6,76	2,46	0,00	1,04	0,01	0,00	0,14	0,75	30,76	0,00	0,00	42,31	0,00
4	0,03	300,42	5,61	7,50	36386,45	0,15	0,10	373,17	108,00	19,19	0,00	4,67	0,06	0,09	0,44	4,75	9,37	0,00	0,21	160,64	0,00
5	0,00	33,33	0,17	1,33	422,33	0,10	0,09	262,13	0,00	0,00	0,44	2,56	0,18	0,00	0,00	0,00	1,45	0,00	0,01	27,81	0,05
6	0,00	2137,97	6,58	47,77	29745,18	0,39	1,44	480,90	98,96	50,22	0,07	3,33	10,64	0,27	1,21	5,91	494,16	0,00	0,00	1322,67	0,04
7	0,27	13152,11	3,04	201,32	5643,72	0,63	1,43	12,82	43,88	0,38	0,26	0,27	0,34	0,05	0,26	1,14	567,86	0,00	0,19	19,66	0,00
SUMA	0,31	15936,15	15,40	285,77	75244,40	2,17	3,46	1193,99	348,47	72,24	0,85	11,88	11,22	0,73	2,04	12,57	1124,55	0,00	0,41	1577,25	0,28

