

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS PROFESIONAL

**EVALUACIÓN GEOQUÍMICA E IDENTIFICACIÓN DE DRENAJE ÁCIDO DE
ROCA DE LOS DESMONTES, MINERAL Y PARED DE TAJO DE LA UEA -
CERRO DE PASCO COMPAÑÍA VOLCAN**

Presentado por:

Bach. Rossy Melina Chávez Contreras

Asesor:

MCs. Ing. José Alfredo Siveroni Morales

Cajamarca – Perú 2018

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Alma Mater, la Universidad Nacional de Cajamarca, y en especial a mi asesor MCs. Ing. José Siveroni Morales, por su constante colaboración en el presente trabajo de investigación. Agradezco a la empresa Ego Aguirre & Smuda S.A., por el apoyo brindado, al Doctor en Geoquímica Jochen Smuda, por todos los conocimientos que me regaló en el desarrollo de esta tesis y a todos aquellos que apoyaron y brindaron su ayuda.

DEDICATORIA

A Dios, la luz y guía en mi camino,

A mis padres por soportarme y por el apoyo incondicional,

A Franco, mi hijo, por darme la inspiración diaria.

GLOSARIO

ABA	Ácido Base
Ag	Plata
CaCO ₃	Carbonato de calcio
CaNP	Potencial de Neutralización -Carbonato
CIA	Compañía Minera
Cu	Cobre
DAM	Drenaje Ácido de Mina
DAR	Drenaje Ácido de Roca
ECA	Estándares de Calidad de Agua
et al	y otros (locución latina)
Fe	Hierro
GARDGUIDE	Guía Global de Drenaje Ácido de Roca
GARD	Global Acid Rock Drainage
ICP-MS	ICP Masas
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetros
L	Litro
LM	Lixiviación de metales
LMP	Límite Máximos Permisibles
mg/L	Miligramo por litro
MIW	Agua Influenciada por Minería
mL	Mililitro
mm	Milimetro
MPA	Máximo Potencial de Acidez
msnm	Metros sobre el nivel de mar
NAG	Generación de Acidez Neta
NMD	Drenaje Neutro de Mina
NNP	Potencial de Neutralización Neta

NPR	Ratio del Potencial de Neutralización
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la inversión en energía y Minería
PA	Potencial de Acidez
PAG	No Generador Potencial de Acidez
Pb	Plomo
pH	Medida de acidez o alcalinidad de una disolución
PN	Potencial de Neutralización
S.A	Sociedad Anónima
S.A.C	Sociedad Anónima Cerrada
SD	Drenaje Salino
SPLP	Ensayo de Lixiviación de Corto Plazo
TM	Toneladas Métricas
T	Toneladas
Stockpile	Reservas de mineral
UEA	Unidad Económicamente Activa
Zn	Zinc
μS/cm	Microsiemes por centímetro

CONTENIDO	PAG.
LISTADO DE TABLAS	8
CAPÍTULO I.....	11
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO II.....	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1 Antecedentes teóricos de la Investigación.....	14
2.2 Bases Teóricas.....	15
2.2.1 Drenaje Ácido de Roca	15
2.2.2 Generación de Drenaje Ácido De Mina	16
2.2.3 Fuentes De Drenaje Ácido De Mina	17
2.2.4 Metales Pesados en Aguas Residuales	17
2.2.5 Contaminación ambiental.....	18
2.2.6 Análisis de Metales Traza en Roca Entera.....	19
2.2.7 Drenaje ácido de Minería.....	19
2.2.8 Celdas de humedad	19
2.2.9 Ensayos estáticos.....	19
2.2.10 Ensayos cinéticos.....	19
2.3 Definición de términos Básicos.....	20
CAPÍTULO III.....	21
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1 Ubicación y Geografía	21
3.1.1 Geología Regional.....	21
3.1.2 Geología local y mineralización.....	22
3.1.3 Mineralogía de stock piles y botaderos	24
3.2 Procedimiento para la toma de datos y supuestos.....	26
3.3 Selección y colección de muestras de desmonte – ensayos estáticos.....	27
3.4 Selección de muestras – ensayos cinéticos (celdas de humedad) ...	28
3.5 Métodos analíticos y evaluación de los datos.....	29
3.5.1 Ensayos Estáticos Geoquímicos	29
3.5.1.1 Análisis de Metales Traza en Roca Entera	30
3.5.1.2 Conteo Ácido- Base (ABA).....	30
3.5.1.3 Prueba de Generación Neta de Acidez (NAG).....	32
3.5.1.4 Ensayo de Lixiviación de Corto Plazo (SPLP).....	33

	PAG.
3.5.1.5 Ensayo de Lixiviación de Mediano y Largo Plazo	33
3.5.2 Ensayos Cinéticos (Celdas de Humedad).....	34
3.6 Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados	36
3.7 Materiales	36
CAPÍTULO IV.....	37
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37
4.1 RESULTADOS DE ENSAYOS ESTATICOS.....	37
4.1.1 Pared de tajo.....	37
4.1.1.1 Resultados de ensayos estáticos.....	37
4.1.1.2 Resultados de ensayos cinéticos.....	39
4.1.1.3 Resumen de la Investigación para la Pared de tajo	41
4.1.2 Botadero Rumiallana	42
4.1.2.1 Resultados de Ensayos Estáticos	42
4.1.2.2 Resultados de Ensayos Cinéticos.....	43
4.1.2.3 Agua de Filtraciones	44
4.1.2.4 Resumen de la Investigación para el Botadero Rumiallana	45
4.1.3 Botadero Miraflores	45
4.1.3.1 Resultados de Ensayos estáticos	45
4.1.3.2 Resultados de Ensayos Cinéticos.....	46
4.1.3.3 Agua de Filtraciones	47
4.1.3.4 Resumen de la Investigación para el Botadero Miraflores	48
4.1.4 Botadero Hanancocha	49
4.1.4.1 Resultados de Ensayos Estáticos	49
4.1.4.2 Resultados de Ensayos Cinéticos.....	50
4.1.5 Stock piles de sulfuros Pampa Seca.....	52
4.1.5.1 Resultados de Ensayos Estáticos	52
4.1.5.2 Resultados de Ensayos Cinéticos.....	53
4.1.6 Stock Pile Excélsior	54
4.1.7 Stock Piles Menores de Sulfuros (2, 7B, 14, 2A)	55
4.1.8 Stock Pile Pampa Seca – Óxidos.....	56
4.1.8.1 Resultados de Ensayos Estáticos	56
4.1.8.2 Resultados de Ensayos Cinéticos.....	57
4.1.9 Botadero Paragsha	58

	PAG.
4.1.9.1 Resultados de ensayos Cinéticos	58
4.2 Contratación de Hipótesis.....	59
CAPÍTULO V.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 Conclusiones.....	60
5.2 Recomendaciones	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3-1 Minerales primarios y secundarios de la mina Cerro de Pasco	25
Tabla 3-2 Ubicación y tipo de muestras geoquímicas recolectadas.....	27
Tabla 3-3 Muestras seleccionadas para Ensayos Cinéticos.....	28
Tabla 3-4 Criterios de clasificación según resultados ABA.....	32
Tabla 3-5 Potencial generador de acidez vs. Generación Neta de Ácido.....	33
Tabla 4-1 Piezómetros de filtraciones del Botadero Rumiallana.....	44
Tabla 4-2 Datos de piezómetros del botadero Miraflores.....	48

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo A: Muestreo geoquímico.
- Anexo B: Mapas.
- Anexo C1: Datos geoquímicos Estáticos
- Anexo C2: Datos Geoquímicos Cinéticos
- Anexo D: Figuras – tajo Raúl Rojas.
- Anexo E: Figuras – botaderos.
- Anexo F: Figuras – stock piles
- Anexo G: Figuras – celdas de humedad.

RESUMEN

A la actualidad, la Unidad Económica Activa (UEA) – Compañía Minera Volcan, cuenta con tres botaderos (Rumiallana, Miraflores y Hanancocha), y varios stocks piles de diferentes tipos de minerales de metales económicos de baja ley. El material de los botaderos y mineral acopiado (stock piles) es parcialmente de muy altas concentraciones de sulfuros (hasta >90% sulfuros), y está expuesto a la meteorización.

El drenaje ácido de roca (DAR) es el término más comúnmente aplicado a este proceso y al lixiviado, infiltración o drenaje ácido resultante. Donde quiera que los minerales piríticos sean expuestos al oxígeno y al agua, puede resultar el DAR. Sin embargo, para que se desarrolle un problema de acidez severo, debe estar presente también la bacteria "Tiobacilus Ferroxidante". Mediante la restricción de cualquiera de estos tres componentes esenciales la generación de acidez significativa puede ser controlada, independientemente de la cantidad de pirita (porcentaje de pirita) disponible para las reacciones. Frente a este fenómeno, es necesario evaluar la posibilidad de generación de Drenaje Ácido de Roca (DAR) en las instalaciones de la UEA Volcán, utilizando métodos estáticos (primera etapa para la caracterización geoquímica) y de ser necesario métodos cinéticos (empleados para proveer información básica para la predicción de la calidad probable de agua ácida en un proyecto minero).

Palabras claves: stock piles, Tiobacilus Ferroxidante, estáticos, cinéticos, drenaje ácido de roca

ABSTRACT

Currently, the Active Economic Unit (UEA) - Compañía Minera Volcan, has three dumps (Rumiallana, Miraflores and Hanancocha), and several piles of different types of low-grade economic metal minerals. The material of the dumps and mineral stock (piles stock) is partially of very high concentrations of sulfides (up to > 90% sulfides), and is exposed to weathering.

Acid rock drainage (DAR) is the term most commonly applied to this process and to leachate, infiltration or acid drainage resulting. Wherever pyrite minerals are exposed to oxygen and water, DAR may result. However, for a severe acidity problem to develop, the "Thiobacillus Ferroxidante" bacterium must also be present, by restricting any of these three essential components the generation of significant acidity can be controlled, regardless of the amount of pyrite (%) available for reactions. In view of this phenomenon, it is necessary to evaluate the possibility of generation of Acid Rock Drainage (DAR) in the installations of the UEA Volcán, using static methods (first stage for the geochemical characterization) and if necessary kinetic methods (used to provide basic information for the prediction of the probable quality of acid water in a mining project).

Key words: stockpiles, Thiobacillus Ferroxidans, static, kinetic, acid rock drainage.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los drenajes ácidos de roca (DAR) y de explotaciones de minería metálica son de las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Debido a que este problema puede persistir durante décadas e incluso cientos de años una vez finalizado el ciclo productivo, existe la necesidad de evaluar el estado y la estabilidad química de los diferentes materiales de las instalaciones de pared de tajo, desmonte depositado en los botaderos Hanancocha, Miraflores y Rumiallana, y mineral de baja ley depositado en los stock piles, que existen como parte de la mina Cerro de Pasco de Volcan.

El problema principal se centra en el material de los botaderos y stock piles que presentan muy altas concentraciones de sulfuros (hasta >90% sulfuros), y está expuesto a la meteorización.

El DAR es el término más comúnmente aplicado a este proceso y al lixiviado, infiltración o drenaje ácido resultante. Donde quiera que los minerales piríticos sean expuestos al oxígeno y al agua, puede resultar el DAR. Sin embargo, para que se desarrolle un problema de acidez severo, debe estar presente también la bacteria *Tiobacillus ferro-oxidans*. Mediante la restricción de cualquiera de estos tres componentes esenciales la generación de acidez significativa puede ser controlada, independientemente de la cantidad de pirita disponible para las reacciones.

Frente a este fenómeno, es necesario evaluar la posibilidad de generación DAR en las instalaciones de la UEA Volcán, utilizando métodos estáticos y de ser necesario métodos cinéticos.

Para la solución de este problema nos formulamos la pregunta ¿Cómo evaluamos la generación de drenaje ácido de roca (DAR) y de lixiviación de metales (LM) de los desmontes, mineral y pared de tajo de la UEA Cerro de Pasco, Compañía Minera Volcan.

Como hipótesis general, la composición mineralógica de los botaderos, stock piles y pared de tajo es parcialmente de muy altas concentraciones de sulfuros y está expuesto a la meteorización, a través de la evaluación geoquímica se podrá determinar la generación de DAR y ocurrencia de lixiviación en la UEA Cerro de Pasco.

Para la justificación del problema, el drenaje ácido de roca es una responsabilidad ambiental y económica, su desarrollo puede tomar muchos años, la tecnología ha avanzado mucho para poder predecirla y controlarla.

La mineralogía de las instalaciones de Volcan nos guía a la formación de DAR, con la ayuda de los ensayos geoquímicos estáticos, podemos evaluar todos los materiales, Pensando a futuro en un cierre sustentable se propone desarrollar un sistema pasivo capaz de tratar el DAR de manera continua, el cual pueda ser instalado dentro de la mina.

El objetivo principal de esta investigación es, evaluar la generación de Drenaje Ácido de Roca (DAR) y potenciales de lixiviación de metales (LM) de los materiales de pared de tajo, desmonte depositado en los botaderos Hanancocha, Miraflores y Rumiallana, y mineral de baja ley depositado en los stock piles, que existen como parte de la mina Cerro de Pasco de Volcan.

La investigación incluye específicamente lo siguiente:

- Evaluación de informes hidroquímicos, hidrogeológicos, geoquímicos, mineralógicos y geológicos previos, con el fin de evaluar parámetros de importancia para la geoquímica ambiental. Visita al área, para la recopilación de muestras representativas de las instalaciones existentes, para análisis de laboratorio.

- Coordinación de pruebas de laboratorio estáticas de roca de desmonte, mineral de baja ley, y de paredes de tajo, para el programa de ensayos estáticos.
- Coordinación de pruebas de laboratorio cinética de muestras seleccionadas.
- Recopilación e interpretación de datos, incluyendo una evaluación del potencial de DAR/LM de material de cada instalación, y la evaluación de la cinética de DAR/LM con los datos de las celdas de humedad.

La distribución de los capítulos siguientes está de la siguiente manera: El capítulo II es el Marco teórico en donde se abordan temas de antecedentes teóricos, bases teóricas y definición de los términos básicos. El capítulo III, contiene la descripción de los Materiales y Métodos donde se detallan la metodología utilizada y la descripción de los materiales y equipos; el capítulo IV está referido a temas relacionados con la presentación y discusión de resultados donde se detallan los resultados obtenidos y la contrastación con la hipótesis. En el capítulo V están las conclusiones y recomendaciones obtenidas en base a los objetivos planteados.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes teóricos de la Investigación

- Ego-Aguirre & Smuda S.A.C realizó en el año 2012 un estudio geoquímico de materiales de pared de tajo, los botaderos y stock piles de la mina Cerro de Pasco. El objetivo de este estudio es actualizar la evaluación del potencial de generación de Drenaje Acido de Roca (DAR) y Lixiviación de Metales (LM) de estos componentes, y generó datos cinéticos de la liberación de acidez y metales vía Celdas de Humedad.
- Golder Associates Perú S.A. realizó en el año 2000, Plan de Manejo Ambiental de la Laguna Yanamate.
- Organismo Supervisor de la inversión en energía y Minería (OSINERGMIN), realizó el Informe de Supervisión especial participativa, sobre cumplimiento de acciones de remediación de los pasivos de origen minero en el Río San Juan, Delta, Upumayo y Parte Norte del Lago Chinchaycocha.
- Guía Ambiental para el Manejo de Drenaje Ácido de Roca, es importante reconocer que la definición se refiere al drenaje contaminado. El desarrollo del clásico DAR de pH bajo y rico en metales es un proceso que depende del tiempo. A lo largo del tiempo, la química del agua de drenaje cambiará, volviéndose gradualmente más ácida, con concentraciones crecientes de metales. Sin embargo, como se describe en la definición, el DAR se refiere a todo drenaje contaminado como resultado de los procesos de oxidación y lixiviación de los minerales sulfurosos. Con el tiempo las características del drenaje pueden cambiar, de ligeramente alcalino hasta casi neutro y finalmente ácido.

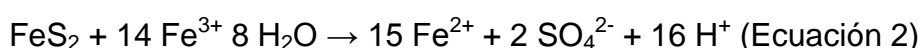
2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Drenaje Ácido de Roca

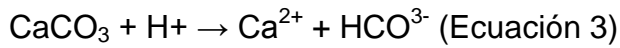
La Guía Global de Drenaje Ácido de Roca (GARDGUIDE) menciona que las actividades mineras aceleran típicamente la erosión física y química natural de material geológica, al exponer a la meteorización, mayores áreas superficiales de los materiales minados. Durante la operación minera y el procesamiento de minerales, los materiales son excavados y expuestos en la superficie. Las tasas elevadas de erosión podrían ocasionar la generación de drenaje ácido de rocas (DAR) y/o lixiviación de metales (LM) acelerada. La mayoría de minas operan en depósitos naturales de minerales de sulfuros metálicos. Las rocas que se encuentran cerca de los depósitos de mineral también se caracterizan por una abundancia relativa no comercializable de minerales de sulfuros. La pirita es uno de los minerales de sulfuro más común. Cuando se oxida, puede liberar acidez, sulfato y cualquier otro metal contenido dentro de la pirita. La oxidación de la pirita por acción del oxígeno, se define en la siguiente reacción:



Dado lo limitado de la solubilidad del oxígeno disuelto, si el material está saturado, la oxidación de pirita por el ión férrico es más prominente (Reacción 2).



Los minerales de sulfuro representan la fuente principal de ácido, o “potencial de acidez” en materiales geológicos como rocas de desmonte, los relaves y las paredes del tajo. El ácido generado por la oxidación de sulfuro puede ser consumido por la disolución de otros minerales que están cerca de las partículas de minerales de sulfuro, las cuales tienen una capacidad inherente para neutralizar el ácido. La capacidad de un mineral para neutralizar, o “amortiguar” la acidez está en función de su composición y su velocidad de meteorización (es decir, la reactividad de mineral). Los carbonatos, como la calcita (CaCO_3), son minerales básicos altamente reactivos y se disuelven rápidamente para neutralizar el ácido (Ecuación 3).



Alternativamente, los minerales de silicato (como el feldespato (KAlSi_3O_8) y la plagioclasa ($\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$) pueden neutralizar la acidez, pero reaccionan lentamente, aportando una contribución insignificante para la neutralización de drenaje ácido, hasta (o a menos) que se obtenga condiciones altamente ácidas. El drenaje ácido de rocas se produce cuando el potencial de acidez (reflejo del contenido de mineral de sulfuro) excede el potencial de neutralización de un material geológico particular o desmonte minero. Una vez que se han establecido las condiciones de acidez, pueden producirse reacciones de formación del DAR de forma más rápida, y otros minerales de sulfuro pueden disolverse, liberando más metales.

La oxidación de sulfuros y la disolución de minerales solubles, en el suelo y en rocas, podrían ocasionar la liberación de metales solubles. La lixiviación de metales puede producirse tanto en condiciones ácidas como no ácidas. Aunque la mayoría de metales (por ejemplo, cadmio, cobre, plomo) se vuelven más móviles en condiciones ácidas, algunos también son solubles en condiciones neutrales o alcalinas (por ejemplo, zinc, arsénico, selenio, molibdeno).

2.2.2 Generación de Drenaje Ácido De Mina

La generación de ácido es originada por la oxidación de los minerales sulfurosos cuando son expuestos al aire y agua, lo cual da por resultado la producción de acidez, sulfatos y la disolución de metales. No todos los minerales sulfurosos son 31 reactivos, ni la acidez se produce en igual proporción. Además, no todos los minerales sulfurosos o rocas con contenido de sulfuro son potencialmente generadores de ácido. La tendencia de una muestra particular de roca a generar acidez neta es una función del balance entre los minerales (sulfurosos) productores potenciales de ácido y los minerales (alcalinos) consumidores potenciales de ácido.

El proceso mediante el cual se consume ácido se denomina "neutralización". Teóricamente, cada vez que la capacidad consumidora de ácido de una roca ("potencial de neutralización") excede al potencial de generación de ácido, se consumirá toda la acidez y el agua que drene de la roca se encontrará en el

nivel de pH neutro o cerca de él. El drenaje ácido generado por la oxidación de sulfuros puede neutralizarse por contacto con minerales consumidores de ácido. Como resultado de ello, el agua que drena de la roca puede tener un pH neutro y una acidez insignificante, a pesar de la continua oxidación de sulfuros.

2.2.3 Fuentes De Drenaje Ácido De Mina

Los minerales sulfurosos están en todas partes en el ambiente geológico, pero se encuentran principalmente en rocas que yacen debajo de una capa de suelo y, a menudo, debajo de la napa freática. Bajo condiciones naturales, el suelo que cubre la roca y el agua subterránea minimiza el contacto con el oxígeno, permitiendo así que la generación de ácido prosiga a una velocidad tan baja que el efecto sobre la calidad general del agua será insignificante o indetectable. Exposición de roca sulfurosa reactiva al aire y al agua, como resultado de actividades tales como la construcción de carreteras o explotación minera, puede acelerar la velocidad de generación de ácido y ocasionar un impacto en el ambiente. En el caso del Proyecto Caserones, dado los resultados de laboratorio de las pruebas de lixiviación aplicadas en las muestras de lastre (presentados en el Anexo 11-5 del EIA), es posible estimar que el depósito de lastre que se habilitará, es una posible fuente de potencial de generación de aguas ácidas en el futuro.

2.2.4 Metales Pesados en Aguas Residuales

Aguado. (2008) Considera que los metales de aguas residuales que tenga un peso atómico superior a 23 (que corresponde al peso atómico del sodio) se considera un metal pesado; Entre ellos se puede destacar níquel, manganeso, plomo, cromo, cadmio, zinc, cobre, hierro y mercurio, entre otros.

Todos ellos se encuentran catalogados en la Directiva Europea 96/61/CE IPPC (Ley 16/2002) sustancias contaminantes que deben tenerse obligatoriamente en consideración para fijar valores límites de emisiones, aunque algunos de ellos son imprescindibles para el normal desarrollo de la vida biológica, y la ausencia de cantidades suficientes de ellos podría limitar, por ejemplo, el crecimiento de las algas. (Revistas de Universidad Complutense de Madrid Pág. 08-09 opiniones en minería y medio ambiente).

Considera que los metales pesados en aguas residuales que tenga un peso atómico superior a 23 (que corresponde al peso atómico del sodio) se considera un metal pesado; así, las aguas residuales contienen gran número de metales pesados 34 diferentes. Entre ellos se puede destacar níquel, manganeso, plomo, cromo, cadmio, zinc, cobre, hierro y mercurio, entre otros. Todos ellos se encuentran catalogados en la Directiva Europea 96/61/CE IPPC (Ley 16/2002) como sustancias contaminantes que deben tenerse obligatoriamente en consideración para fijar valores límites de emisiones, aunque algunos de ellos son imprescindibles para el normal desarrollo de la vida biológica, y la ausencia de cantidades suficientes de ellos podría limitar, por ejemplo, el crecimiento de las algas.

2.2.5 Contaminación ambiental

Jurado. (2005) establece que los centenares de años, la minería se ha constituido en la base de la economía boliviana y continuará contribuyendo de manera significativa en el futuro previsible. Su desarrollo ha seguido ciclos de producción, sujetos a factores externos e internos que han hecho que con el correr de los años se cierren y reactiven minas ósea las abandono definitivamente .Por falta de un marco jurídico regulatorio adecuado, muchos de los sitios mineros permanecen, como focos de contaminación ambiental que degradan el medio ambiente, generando drenaje ácido de mina, con altos contenidos de metales pesados contaminando cursos de agua, lagos y acuíferos, eliminando la flora y fauna acuática. Reducción de la Contaminación Ambiental debida a la Pequeña Minería en la Cuenca del Río Suratá. En el río Suratá, al nororiente del departamento de Santander - Colombia, hay residuos de mercurio y cianuro con unos niveles cuyos valores están por encima de la norma colombiana (Decreto 1594 de 1984). Estos contaminantes provienen de la parte alta de la cuenca de este río(), específicamente como desechos del beneficio 35 de minerales auroargentíferos existentes en la micro cuenca del río Vetás - afluente importante del río Suratá- (quebradas La Baja (California), y El Salado (Vetas).`

2.2.6 Análisis de Metales Traza en Roca Entera

Según el laboratorio de SGS, es un análisis de roca total, para la determinación de óxidos de elementos principales en una muestra de roca. Esto supondrá el 100% en muestras no mineralizadas.

2.2.7 Drenaje ácido de Minería.

Brothers (2005) Menciona que el drenaje de roca ácida (DAR) es un proceso natural a través del cual el ácido sulfúrico se produce cuando los sulfatos de las rocas son expuestos al aire libre o al agua. El drenaje de la minería ácida (DAM) es esencialmente el mismo proceso, solo que magnificado.

2.2.8 Celdas de humedad

SGS (2017) Son pruebas más comunes, las cuales pueden combinar grandes muestras de desechos mineros con aire, agua y bacterias. Los analistas pueden entonces observar la velocidad con la que la acidificación se lleva a cabo a lo largo de periodos más extendidos (meses). Esto puede proveer una mejor indicación acerca de si los desechos mineros pueden o no, generar ácido; sin embargo, no es confiable en cuanto a los niveles de pH o a la concentración futura de metales.

2.2.9 Ensayos estáticos

La Guía Global de Drenaje Ácido de Roca (GARDGUIDE) menciona que en minería, una prueba química en la que la muestra es examinada debido a su potencial para causar drenaje de mina ácido debido a la proporción de componentes ácidos y alcalinos en la muestra.

2.2.10 Ensayos cinéticos

La Guía Global de Drenaje Ácido de Roca (GARDGUIDE) menciona que en minería, se refiere a una prueba química en la que una muestra es examinada por su potencial de causar drenaje ácido al someter la muestra a condiciones (por ejemplo, humedad y exposición al aire) que se acercan a la meteorización natural de la muestra.

2.3 Definición de términos Básicos

Botadero

Max Schwarz (2013) Es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico conocido como en minería como Cut Off) que se obtiene al momento de realizar el corte de mineral en la operación de mina o que es obtenido como material de desbroce para acceder al mineral.

Desmante

Max Schwarz (2013) Considera que el desmante, para producir los productos que conocemos hoy en día, las diferentes actividades productivas transforman una diversidad de insumas, obteniéndose finalmente el producto y quedando un residuo que ya no es útil para ningún proceso productivo, al cual conocemos como desecho. Son los desechos que se generan producto de los trabajos realizados para llegar a la zona donde se encuentra el mineral.

Stock pile

Carlos Cabrejos (2015) Los stock piles no tienen paredes verticales y el material se acopia y sustenta sobre sí mismo, formando un ángulo de reposo (α_R). En general, para minerales chancados relativamente secos y de buena fluidez el ángulo de reposo varía desde 35° a 40°, medido desde la horizontal, y dependiendo del contenido de humedad del material y de su contenido de finos.

Minería a Tajo Abierto

Juan Herrera (2006) La minería a tajo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben mover. La disposición del yacimiento y el recubrimiento e intercalaciones de material estéril determinan la relación estéril/ mineral con que se debe extraer este último, es una actividad industrial que consiste en la remoción de grande cantidades de suelo y subsuelo, que es posteriormente procesado para extraer el mineral. Este mineral puede tener concentraciones muy bajas.

CAPÍTULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y Geografía

La Unidad Minera Cerro de Pasco está localizada aproximadamente a 190 km al noreste de Lima, en la meseta de Los Andes, en las coordenadas Norte: 8819782; Este: 361948 WGS 84, a una altitud promedio de 4300 msnm. El distrito minero está ubicado al este de la divisoria continental y al oeste de la Cordillera Oriental.

Se requiere la evaluación geoquímica de las siguientes instalaciones:

- Botadero de desmontes Hanancocha;
- Botadero de desmontes Rumiallana;
- Botadero de desmontes Miraflores;
- Tajo Abierto Raúl Rojas;
- Stock Piles – Pirita;
- Stock Piles – Minerales Oxidados; y
- Stock Piles – Minerales Marginales.

3.1.1 Geología Regional

Golder Associates Perú S.A (2000), en el área de Cerro de Pasco, se encuentran rocas sedimentarias con edades desde el Paleozoico inferior hasta el Cuaternario. Las rocas más antiguas que afloran en la zona corresponden al Grupo Excelsior (Siluriano-Devónico). Este grupo está compuesto por filitas grises, cuarcitas de grano fino y lutitas carbonáceas. La unidad infrayace al Grupo Mitú de edad Permo-triásica y yace discordante sobre el Excelsior, encontrándose como lentes delgados de areniscas, cuarcitas y conglomerados

rojos. La mayoría de las formaciones expuestas corresponde a calizas y otras formaciones de carbonatos de edad Jurásica-Triásica. En la parte oriental del distrito minero el Grupo Mitú infrayace al Grupo Pucará, conformado por sedimentos carbonatados del Triásico superior-Jurásico inferior con varios cientos de metros de espesor. Los tectonismos ocurridos en diferentes épocas han formado estructuras orientadas en dirección Norte-Sur. Después de varios episodios de deformación Eocenos y del Mioceno temprano, comenzó la actividad volcano-magmática. La actividad magmática tuvo su manifestación en la formación de rocas volcánicas y de intrusivos monzoníticos. En la zona de Cerro de Pasco, el magmatismo consistió en repetidas intrusiones de domos relacionadas al cuello de un diatrema y está asociado a subsidencia. Paralelamente a la actividad magmática ocurrió mineralización particularmente a lo largo del lado este del complejo de domos y diatremas, extendiéndose principalmente en las rocas carbonatadas del Grupo Pucará.

La actividad geológica de Cuaternario en la zona se caracterizó por una erosión glacial moderada sobre una superficie relativamente planizada y emergida por la subsecuente acumulación de morrenas y de depósitos fluvio-glaciares. La acción geológica actual, en cambio se traduce en la deposición de turbas y acumulaciones de precipitados calcáreos en la parte occidental y una intensa erosión fluvial en la parte oriental.

En gran parte del área de Cerro de Pasco el suelo está conformado por materiales coluviales que consiste de bloques, cantos y gravas angulares con matriz arcillo limoso.

3.1.2 Geología local y mineralización

Golder Associates Perú S.A (2000), Cerro de Pasco está situado en una de las pocas áreas donde la formación Excélsior del Paleozoico inferior (esquisto, filita, cuarcita), alcanza una altitud de aproximadamente 4200 msnm. Una chimenea de un volcán atraviesa la formación Excélsior. Su sección horizontal es ligeramente ovalada, con dimensiones de 2.7 Km. (dirección Norte-Sur) por 2.3 Km. (dirección Este-Oeste). Dentro de la chimenea han sido distinguidas tres tipos de rocas:

- Aglomerado de Rumiallana: una roca piroclástica con fragmentos de la formación Excélsior y de pórfido cuarzo-monzonita (Neógeno), localmente bandeados.
- Fragmental de Lourdes: fragmentos de la formación Excélsior en una matriz de cuarzo-monzonita.
- Pórfido de cuarzo-monzonita: masas intrusivas y diques con inclusiones de rocas huésped; probablemente intrusiones múltiples, la mayor parte pre-mineral, pero unos cuantos diques (albitizados) post-mineral.

Posteriormente, las soluciones ascendieron principalmente a lo largo de los márgenes este y sur de la chimenea resultando en la formación de un gran macizo de pirita-sílice, y cuerpos de plomo-zinc y de plata-pirita.

El área ha estado sometida a diferentes esfuerzos compresivos, los que han actuado en diferentes épocas, desarrollando así un número de fallas longitudinales con orientación norte-sur, fallas locales con orientación este-oeste y plegamientos en forma de sinclinales y anticlinales que tiene extensión regional, estructuras que se han formado a lo largo de diferentes épocas geológicas.

La mineralización de Cerro de Pasco se ha emplazado principalmente en el lado Este y Sur del extinguido volcán (Rica Cerreña), entre los grupos Excélsior al Sur y Pucará al Este. Este yacimiento está formado por grandes depósitos de menas polimetálicas formadas por procesos hidrotermales, originados por acción supérgena. Las alteraciones que se observa, se define en dos zonas: en volcánicos, predominando la sericitización, y en calizas con ligera silicificación y opalización. El yacimiento es de tipo reemplazamiento, con mineralización de sulfuros masivos, en forma de cuerpos irregulares y diseminados en cavidades cársticas. De acuerdo a su mineralogía, el yacimiento presenta los siguientes tipos de mineralización:

- Cuerpo de sílice – pirita.
- Vetas y cuerpos mineralizados de Pb-Zn.
- Vetas y cuerpos mineralizados de Cu
- Cuerpos supérgenos de Cu.

- Cuerpos mineralizados de Ag.
- Cuerpos oxidados argentíferos opacos.

Los sulfuros de importancia económica son: esfalerita, marmatita, galena y matildita. Los de ganga son pirita, marcasita, pirrotina, siderita, bismutinita y magnetita.

3.1.3 Mineralogía de stock piles y botaderos

Golder Associates Perú S.A (2000), los Stock Piles y Botaderos han recibido rocas de diferentes zonas geológicas y diferentes tipos de rocas, resultando en una separación mineralógica entre las diferentes instalaciones. Los Stock Piles de sulfuros son asociados principalmente con cuerpos mineralizados de plata o cobre y contienen principalmente sulfuros con contenidos altos de sílice (Baumgartner et al. 2002). Los stock piles de óxidos contienen principalmente, material de los cuerpos oxidados argentíferos opacos con contenidos altos de óxidos de hierro, cuarzo, y parcialmente, con carbonato de hierro. Los botaderos Miraflores y Rumiallana han recibido (Miraflores) o reciben a la actualidad (Rumiallana), principalmente material nonPAG de la zona de carbonatos, óxidos o rocas volcánicas. Sin embargo, en la base de estos botaderos, existen zonas de material PAG que fueron depositados antes de la asignación de estos botaderos como depósitos de material nonPAG. El botadero Hanancocha funciona como botadero principal de material PAG con origen: cuerpo de sílice – pirita, rocas volcánicas y rocas de la formación Excelsior con contenido alto de sulfuros.

En los botaderos, existen parcialmente, zonas para mineral de baja ley que fueron depositados por la falta de espacio en otras zonas.

En la mayoría de estas instalaciones se encuentran minerales secundarios como sulfatos y hidróxidos, producto de la prolongada exposición de las rocas a la meteorización (Smuda et al. 2007, Dold et al. 2008). En la Tabla 3-1 se encuentra una lista de minerales primarias principales y secundarias, mencionados en los estudios de Baumgartner et al. (2002), Smuda et al. (2008) y Dold et al (2008), e identificados en los diferentes depósitos de mineral y desmonte durante el trabajo de campo.

Tabla 3-1 Minerales primarios y secundarios de la mina Cerro de Pasco

ZONAS	MINERALES PRIMARIOS PRINCIPALES	MINERALES SECUNDARIOS
Stock Piles Pampa Seca (sulfuros), Stock Piles 7, Stock Piles menores de Botadero Hanancocha Sulfuros	Pirita (FeS ₂) Cuarzo (SiO ₂) Yeso (CaSO ₄ ·2H ₂ O) Jarosita ((K,H ₂ O)Fe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆) Plumbojarosita (PbFe ₆ (SO ₄) ₄ (OH) ₁₂) Hematita (Fe ₂ O ₃)	Sulfatos: Copiapita (FeFe ₄ (SO ₄) ₆ (OH) ₂ ·20H ₂ O) Starkeyita (MgSO ₄ ·4H ₂ O) Epsomita (MgSO ₄ ·7H ₂ O) Kieserita (MgSO ₄ ·H ₂ O) Melanterita (FeSO ₄ ·7H ₂ O) Siderolita (FeSO ₄ ·5H ₂ O) Fibroferrita (Fe(SO ₄)(OH)·5H ₂ O) Rozenita (FeSO ₄ ·4H ₂ O) Szomolnokita (FeSO ₄ ·H ₂ O) Romerita (Fe ₃ (SO ₄) ₄ ·14H ₂ O) Goslarita (ZnSO ₄ ·7H ₂ O) Gunningita (ZnSO ₄ ·2H ₂ O) Changoita (Na ₂ Zn(SO ₄) ₂ ·4H ₂ O) Anglesita (PbSO ₄) Óxidos: Schwertmannita (Fe ₈ O ₈ (OH) ₆ (SO ₄)·nH ₂ O) Goethita (FeO(OH)) Ferrihidrita (5Fe ₂ O ₃ ·9H ₂ O)
Stock Pile Pampa Seca Óxidos	Hematita (Fe ₂ O ₃) Siderita (FeCO ₃) Goethita (FeO(OH)) Cuarzo (SiO ₂) Pirita (FeS ₂) Yeso (CaSO ₄ ·2H ₂ O) Jarosita ((K,H ₂ O)Fe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆)	Sulfatos: Starkeyita (MgSO ₄ ·4H ₂ O) Epsomita (MgSO ₄ ·7H ₂ O) Kieserita (MgSO ₄ ·H ₂ O) Rozenita (FeSO ₄ ·4H ₂ O) Anglesita (PbSO ₄) Óxidos: Schwertmannita (Fe ₈ O ₈ (OH) ₆ (SO ₄)·nH ₂ O) Ferrihidrita (5Fe ₂ O ₃ ·9H ₂ O)
Botadero Miraflores y Rumiallana	Cuarzo (SiO ₂) Albita (NaAlSi ₃ O ₈) Calcita (CaCO ₃) Dolomita (CaMg(CO ₃) ₂) Siderita (FeCO ₃) Muscovita KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(F,OH) ₂ Caolinita Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄ Hematita (Fe ₂ O ₃) Goethita (FeO(OH)) Pirita (FeS ₂) Yeso (CaSO ₄ ·2H ₂ O) Jarosita ((K,H ₂ O)Fe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆)	Sulfatos: Starkeyita (MgSO ₄ ·4H ₂ O) Epsomita (MgSO ₄ ·7H ₂ O) Kieserita (MgSO ₄ ·H ₂ O) Rozenita (FeSO ₄ ·4H ₂ O) Anglesita (PbSO ₄) Óxidos: Schwertmannita (Fe ₈ O ₈ (OH) ₆ (SO ₄)·nH ₂ O) Ferrihidrita (5Fe ₂ O ₃ ·9H ₂ O)

Fuente: Golder Associates Perú S.A (2000)

3.2 Procedimiento para la toma de datos y supuestos

Para completar la línea base geoquímica se utilizaron los siguientes documentos como referencias técnicas:

- Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia (Guías y Métodos Recomendados para la Predicción de Lixiviación de Metales y Drenaje Ácido de Rocas en Sitios Mineros de British Columbia - Price 1997).
- List of Potential Information Requirements in Metal Leaching/Acid Rock Drainage Assessment and Mitigation Work (Lista de los Potenciales Requerimientos de Información sobre Evaluaciones y Trabajos de Mitigación de Lixiviación de Metales y Drenaje Ácido de Roca - MEND 2005).
- Global Acid Rock Drainage (GARD) Guide (Guía Global de Drenaje Ácido de Roca) (INAP 2009).

Estos documentos guía representan un enfoque ampliamente aceptado para la caracterización geoquímica, además de que han ganado aceptación regulatoria en jurisdicciones en todo el mundo.

El programa de caracterización geoquímica utilizó los datos disponibles al momento de la preparación del proyecto e incluye:

- Mapas geológicos y topográficos del tajo a escala 1:5000
- Planos topográficos de las instalaciones 1:5000
- Información geológica y mineralógica del material de los stocks piles.
- Información sobre los volúmenes de desmonte y mineral del Proyecto proporcionada por el personal del área de geología de la Compañía Minera Volcan.
- Información de calidad de agua superficial y subterránea.

El muestreo de paredes de tajo, roca de desmonte y de mineral de baja ley fue realizado usando la información disponible de geología, y tipo de desmonte/mineral de baja ley depositado en cada instalación.

3.3 Selección y colección de muestras de desmonte – ensayos estáticos

La información de referencia sobre geología se revisó incluyendo las unidades de rocas principales que se expondrán por la explotación a tajo abierto. De esta manera se han identificado y muestreado tipos de roca particulares, para complementar la base geoquímica existente de datos.

Las muestras de mineral de baja ley y desmonte para el programa de muestreo fueron tomadas en calicatas en sus respectivas instalaciones (stock piles y botaderos). En general, las muestras fueron tomadas en calicatas (botaderos y stock piles) y paredes con bajo impacto de meteorización (paredes de tajo). La selección y recolección de muestras se centró en lograr representatividad espacial y de la composición dentro de las instalaciones. Las zonas de muestreo fueron evaluados visualmente, respecto a su geología, mineralogía, grado de meteorización y presencia de minerales secundarios (Tabla 3-1)

Se generaron en cada punto de muestreo, muestras compuestas, recolectando cinco submuestras representativas a lo largo de zonas de 10 metros (paredes de tajo) o de 2 metros (calicatas de botaderos y stock piles). Cada intervalo de muestreo generó una muestra compuesta que pesaba de 3 kg a 5 kg en total. Todas las muestras se enviaron al laboratorio analítico (ALS CORLAB) en Lima, Perú.

Se recolectó un total de 120 muestras de paredes de tajo, y calicatas en botaderos y stock piles. Tabla 3-2 detalla las muestras de desmonte recolectadas en 2012; sus respectivos grupos de rocas y la ubicación de su origen.

Tabla 3-2 Ubicación y tipo de muestras geoquímicas recolectadas

CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD
		NORTE	ESTE	(MSNM)
CDP-12-R001	Tajo "Raúl Rojas"	8819782	361948	4253
CDP-12-R002	Tajo "Raúl Rojas"	8819572	361860	4275
CDP-12-R003	Tajo "Raúl Rojas"	8819982	362040	4280
CDP-12-R004	Tajo "Raúl Rojas"	8820130	362026	4271
CDP-12-R005	Tajo "Raúl Rojas"	8820075	362105	4283
CDP-12-R006	Tajo "Raúl Rojas"	8820328	362085	4293
CDP-12-R007	Tajo "Raúl Rojas"	8820012	362387	4296
CDP-12-R008	Tajo "Raúl Rojas"	8819871	362473	4296
CDP-12-R009	Tajo "Raúl Rojas"	8819784	362519	4303
CDP-12-R010	Tajo "Raúl Rojas"	8819728	362584	4304
CDP-12-R011	Tajo "Raúl Rojas"	8819626	362720	4311

CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD
		NORTE	ESTE	(MSNM)
CDP-12-R012	Tajo "Raúl Rojas"	8819461	362849	4328
CDP-12-R013	Tajo "Raúl Rojas"	8819314	362603	4330
CDP-12-R014	Tajo "Raúl Rojas"	8819177	362595	4347
CDP-12-R015	Tajo "Raúl Rojas"	8818981	362011	4226
CDP-12-R016	Tajo "Raúl Rojas"	8818909	362067	4215
CDP-12-R017	Tajo "Raúl Rojas"	8819128	362025	4180
CDP-12-R018	Tajo "Raúl Rojas"	8819225	361999	4188
CDP-12-R019	Tajo "Raúl Rojas"	8819611	362334	4101
CDP-12-R020	Tajo "Raúl Rojas"	8819577	362353	4105
CDP-12-R021	Tajo "Raúl Rojas"	8819336	362334	4105
CDP-12-R022	Tajo "Raúl Rojas"	8819212	362304	4093
CDP-12-R023	Tajo "Raúl Rojas"	8819122	362269	4098
CDP-12-R024	Tajo "Raúl Rojas"	8819122	362269	4098
CDP-12-R025	Tajo "Raúl Rojas"	8819120	362247	4096
CDP-12-R026	Tajo "Raúl Rojas"	8819120	362247	4096
CDP-12-R027	Tajo "Raúl Rojas"	8818649	361876	4304
CDP-12-R028	Tajo "Raúl Rojas"	8818662	362182	4324
CDP-12-R029	Tajo "Raúl Rojas"	8819239	362070	4151
CDP-12-R059	Botadero "Hanancocha"	8819402	360622	4376
CDP-12-R060	Botadero "Hanancocha"	8819407	360524	4376
CDP-12-R061	Botadero "Hanancocha"	8819332	360391	4375
CDP-12-R062	Botadero "Hanancocha"	8819458	360434	4375
CDP-12-R063	Botadero "Hanancocha"	8819559	360349	4425
CDP-12-R064	Botadero "Hanancocha"	8819621	360392	4428
CDP-12-R065	Botadero "Hanancocha"	8819603	360406	4424
CDP-12-R065	Botadero "Hanancocha"	8819567	360436	4430
CDP-12-R068	Botadero "Hanancocha"	8819671	360395	4425
CDP-12-R069	Botadero "Hanancocha"	8819597	360330	4428
CDP-12-R101	Botadero "Hanancocha"	8819370	360260	4381

El Anexo A (Muestreo Geoquímico) proporciona una lista detallada de las muestras recolectadas del Proyecto, para el programa de evaluación geoquímica. En el Anexo B, se encuentran los mapas para cada instalación con la ubicación de los puntos de muestreo.

3.4 Selección de muestras – ensayos cinéticos (celdas de humedad)

Para los ensayos cinéticos, se seleccionaron diecinueve (19) muestras representativas para los tipos más importantes de roca de pared de tajo, desmonte y mineral de baja ley de los stocks piles del lote inicialmente evaluado en los ensayos estáticos. Parcialmente, se utilizaron estas muestras para hacer compuestas representativas de zonas. La Tabla 3-3 indica las muestras seleccionadas y detalla las características de los compuestos representativos generados de estas muestras.

Tabla 3-3 Muestras seleccionadas para Ensayos Cinéticos

MUESTRA	TIPO	RATIO DE MEZCLA	CÓDIGO MUESTRA COMPUESTA
CDP-12-R097	Botadero "Miraflores"	01:01	CDP-12- CR01
CDP-12-R095			
CDP-12-R076	Botadero "Rumillana"	01:01:01	CDP-12- CR02

MUESTRA	TIPO	RATIO DE MEZCLA	CÓDIGO MUESTRA COMPUESTA
CDP-12-R120			
CDP-12-R083			
CDP-12-R031	"Pampa Seca" - Sulfuros	01:01	CDP-12- CR03
CDP-12-R032			
CDP-12-R034	"Pampa Seca"- Óxidos	01:01	CDP-12-CR04
CDP-12-R041			
CDP-12-R002	Tajo "Raúl Rojas"	-	- *
CDP-12-R016	Tajo "Raúl Rojas"	01:01	CDP-12- CR05
CDP-12-R019			
CDP-12-R025	Tajo "Raúl Rojas"	-	- *
CDP-12-R059	Botadero "Hanancocha"	01:01	CDP-12-CR06
CDP-12-R102			
CDP-12-R063	Botadero "Hanancocha"	01:01	CDP-12-CR07
CDP-12-R068			
CDP-12-R049	Stock Pile "Paragsha"	01:01	CDP-12-CR08
CDP-12-R044			

Los resultados de los ensayos cinéticos (20 semanas) están presentados en este documento en conjunto con los datos de ensayos estáticos.

3.5 Métodos analíticos y evaluación de los datos

Las siguientes secciones proporcionan un esbozo de métodos de ensayos estáticos usados para el programa de caracterización geoquímica, seguido de una reseña del enfoque para la interpretación de los datos.

3.5.1 Ensayos Estáticos Geoquímicos

Los ensayos estáticos se emplean para evaluar las características geoquímicas generales de una muestra y es típicamente la primera etapa de la caracterización geoquímica. Además se usó como un precursor para el ensayo cinético. Estos ensayos están diseñados para evaluar las composiciones elementales de un tipo de roca particular y el potencial para liberar ácido, neutralizar ácido o lixiviar metales. Los resultados de dicha prueba estática facilitan una evaluación inicial del potencial de DAR/LM, de cada tipo de roca. El programa de ensayos estáticos incluyó los siguientes análisis:

- Análisis de Metales Traza en Roca Entera.
- Conteo de Ácido- Base (ABA, por sus siglas en inglés).
- Prueba de Generación Neta de Acidez (NAG, por sus siglas en inglés).
- Prueba de Lixiviación de Corto Plazo (SPLP, por sus siglas en inglés).

El análisis de los lixiviados de los ensayos SPLP y NAG se empleó en veinte (20) muestras seleccionadas por su representatividad de su zona de recolección. Se enviaron las muestras a ALS CORLAB en Lima - Perú, para el análisis geoquímico. El análisis de concentraciones de azufre total y carbón inorgánico fue hecho por la sección Minerals de ALS Perú.

Las siguientes secciones presentan el trabajo de ensayo analítico en detalle y una reseña de los métodos de evaluación, usados para evaluar los resultados.

3.5.1.1 Análisis de Metales Traza en Roca Entera

Se realizó el análisis de roca entera para evaluar la composición de fase sólida de cada muestra, proporcionando una base para la comparación entre y dentro de los mismos tipos de rocas.

Los elementos fueron determinados digiriendo 0.5 g de la muestra sólida en agua regia a 95°C, durante 1.5 horas, en una muestra pulverizada. Luego el extracto se diluyó a 20 mL y se analizó para detectar metales por espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente - (ICP-MS) para: aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, boro, cadmio, calcio, cerio, cromo, cobalto, cobre, galio, hierro, lantano, plomo, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, fósforo, potasio, escandio, plata, sodio, azufre, estroncio, telurio, talio, torio, estaño, titanio, uranio, vanadio, tungsteno y zinc.

3.5.1.2 Conteo Ácido- Base (ABA)

Se realizó el conteo Ácido Base (ABA) para evaluar el potencial de generación de acidez de las muestras de desmonte, basándose en el balance entre los minerales que generan acidez y los que la neutralizan en una muestra. Los ensayos ABA fueron realizados de acuerdo con el método de Sobek modificado (Lawrence 1990). EL pH en pasta se midió mezclando una alícuota de la muestra con agua desionizada (relación: 1:2). Esta medición indica la acidez almacenada y/o la capacidad actual de neutralización de ácido. Como regla general (Price 1997), si los valores del pH en pasta son <5.5, esto sugiere que

hay minerales solubles capaces de contribuir con la acidez luego de la disolución.

Se calculó el potencial ácido (AP, por sus siglas en inglés) usando el contenido de azufre como sulfuros, lo cual presume que los sulfuros son la fuente dominante del azufre. Al usar azufre de sulfuros en lugar de valores de azufre total, se evita la sobreestimación del AP, que puede ocurrir incorporando otras formas oxidadas no reactivas de azufre.

Se reportaron dos medidas de potencial de neutralización (NP, por sus siglas en inglés) como parte de la evaluación del ABA: NP y NP de carbonato (CaNP) en masa. El NP en masa se determina por titulación, y es una medida de todo el potencial de neutralización contenido en una muestra (Sobek et al. 1978). El CaNP, calculado usando concentraciones de carbonatos, es una medida del NP atribuible a la disolución de carbonatos en una muestra.

Si el NP en masa es aproximadamente igual al CaNP, es posible que el NP sea atribuible a la disolución de carbonatos. En casos en los que el NP es significativamente mayor que el CaNP, el NP en masa puede sobreestimar la capacidad de neutralización de la muestra, debido a la disolución de minerales de silicato. La cinética de la disolución de los minerales de silicato por lo general es demasiado lenta para proporcionar capacidad de neutralización efectiva, los minerales de silicato típicamente proporcionan sólo NP, en caso (y en el momento que) se logre las condiciones ácidas. Si el CaNP excede de manera significativa el NP, es probable que el CaNP refleje la disolución de minerales de carbonatos metálicos (es decir, siderita (FeCO_3) y rodocrosita (MnCO_3), los cuales no aportan ninguna capacidad de neutralización luego de la disolución, o refleje la presencia de carbono orgánico.

Existe una variedad de enfoques por los cuales se puede evaluar el potencial de generación de ácido. Para fines de la presente investigación, se ha adoptado el método Price (1997), para la comparación preliminar y la presentación de los resultados en tablas. Aunque ha sido desarrollado por la Provincia de British Columbia (Canadá), este enfoque tiene aplicación a nivel mundial. El método usa la relación de los valores de potencial de neutralización

(NP) y potencial ácido (AP). Las relaciones calculadas de NP: AP o relación de potencial neto (NPR, por sus siglas en inglés), luego se comparan con los siguientes criterios con el propósito de determinar su potencial para generar DAR (Tabla 3-4).

Tabla 3-4 Criterios de clasificación según resultados ABA

POTENCIAL PARA LA GENERACIÓN DE ÁCIDO	CRITERIOS DE NPR	COMENTARIO
Poco probable (nonPAG)	>3	No generador de acidez – no se espera que genere acidez.
Incierto	3 a 1	Es incierto si es generador de acidez, dependiendo de la reactividad del NP y su agotamiento.
Probable (PAG)	<1	Probablemente generador de acidez, a menos que los sulfuros minerales sean no reactivos.

Debido a que las determinaciones de NP en masa toman en cuenta la neutralización por minerales menos reactivos, si estuvieran presentes (por ejemplo, silicatos), se evaluó también el CaNP, que sólo considera los minerales más reactivos, como los carbonatos.

3.5.1.3 Prueba de Generación Neta de Acidez (NAG)

La prueba de Generación Neta de Acidez (NAG, por sus siglas en inglés) se usa comúnmente para evaluar el potencial de un material para producir acidez después de un periodo de exposición y meteorización. La prueba de NAG se realizó de acuerdo con el método recomendado por AMIRA (2002), incluyendo el análisis integral de lixiviado de NAG. Se usó esta prueba para comparar sus resultados con los de la prueba ABA.

Durante el ensayo NAG, todos los sulfuros minerales en una muestra se oxidan por completo con peróxido de hidrógeno. Esto genera ácido, que a su vez es consumido por cualquier mineral neutralizante, como carbonatos. El pH de la solución resultante es un indicador de la propensión de la muestra a ser potencialmente generadora de acidez, ya que es una medida inherente de las proporciones relativas de etapas de minerales que generan ácido y que consumen ácido. Los resultados de los ensayos de NAG fueron analizados de acuerdo con la interpretación típica recomendada por AMIRA (2002) que es detallada en la Tabla 3-5.

Tabla 3-5 Potencial generador de acidez vs. Generación Neta de Ácido

pH de NAG	Potencial de Generación de Ácido
≥4.5	No potencialmente generador de ácido
<4.5	Potencialmente generador de ácido

3.5.1.4 Ensayo de Lixiviación de Corto Plazo (SPLP)

El Procedimiento de Lixiviación de Precipitación Sintética (Synthetic Precipitation Leach Procedure, SPLP) se realizó para evaluar la lixiviación de corto plazo. Una prueba SPLP simula la disolución o lavado de todas las etapas de mineral soluble de una muestra al mismo tiempo. De tal manera, esta prueba no está diseñada para simular procesos dependientes del tiempo, como la oxidación de sulfuro. Se usó el método de US EPA SW 846 con un pH del lixiviado de 4.2, simulando el pH ligeramente ácido de lluvias.

Lixiviados seleccionados de 20 muestras de los ensayos de lixiviación de corto plazo y ensayos NAG fueron enviados para el análisis de ICP-MS con los siguientes parámetros: pH, aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, boro, cadmio, calcio, cromo, cobalto, cobre, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, fósforo, potasio, selenio, silicio, plata, sodio, estroncio, azufre, estaño, talio, titanio, uranio, vanadio y zinc.

3.5.1.5 Ensayo de Lixiviación de Mediano y Largo Plazo

El análisis químico integral del lixiviado NAG permite la evaluación de las características del lixiviado luego de la oxidación/disolución de todas las fases de mineral reactivo (incluyendo sulfuros minerales). Cabe indicar que los resultados de la calidad del agua que se obtienen de la prueba NAG son típicamente muy conservadores (es decir, las concentraciones están sesgadas a valores altos) puesto que el ensayo representa la oxidación completa de todos los sulfuros reactivos y la disolución correspondiente de minerales solubles y la desorción de elementos al mismo tiempo. A pesar de ser conservadores, los resultados del lixiviado NAG pueden proporcionar una indicación de la calidad de agua que se espera durante condiciones de drenaje

ácido (DA) rápidas e intensas. En ausencia de datos de ensayos cinéticos que proporcionen calidades de agua ácida, el análisis de lixiviados NAG puede representar el único enfoque sustituto disponible para evaluar las condiciones “terminales”.

Los lixiviados de los NAG fueron enviados para el análisis de ICP MS de los siguientes parámetros: pH, aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, boro, cadmio, calcio, cromo, cobalto, cobre, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, fósforo, potasio, selenio, silicio, plata, sodio, estroncio, azufre, estaño, talio, titanio, uranio, vanadio y zinc.

3.5.2 Ensayos Cinéticos (Celdas de Humedad)

Los ensayos cinéticos son pruebas de lixiviación repetitiva de material geológico o desmonte de minas diseñado para evaluar la reactividad de material, las cargas de elementos lixiviados y/o la calidad del lixiviado de una muestra con el tiempo. Generalmente, los ensayos cinéticos son empleados para proveer información básica para la predicción de la calidad probable de agua ácida en un proyecto minero. Este tipo de ensayos también genera información necesaria para completar la evaluación de tasas de carga de elementos.

La celda estándar de humedad es una columna modificada construida de materiales adecuados a la naturaleza del experimento y los análisis a ser desarrollados. La columna debe llevar un disco perforado (del mismo material de la columna), aproximadamente de 3.15 mm de grueso y con un diámetro exterior compatible con el diámetro interior de la columna. Este debe estar elevado aproximadamente a 12.5 mm del fondo de la celda para soportar el peso de la muestra mineral. Esta celda lleva una cantidad conocida de muestra, usualmente 1 kg.

Después de la instalación de la celda, la muestra estará expuesta a un ciclo semanal de aire seco (durante tres días), otro ciclo de aire húmedo (tres días) y un día de lixiviación. La lixiviación consiste en la adición de un volumen conocido de agua (usualmente 1 L) en la superficie de la muestra mineral que

percolará por la muestra hasta su base. El lixiviado semanal es recogido en la base de la celda y filtrado para analizar parámetros fisicoquímicos y concentraciones de elementos disueltos.

Como estándar, las celdas corren con este programa de análisis por 20 semanas. En caso de material con una cinética más lenta de generación de acidez, se pueden correr celdas por un tiempo adicional.

Los lixiviados fueron analizados para los siguientes parámetros:

- Físico-químicos (volumen de lixiviado, pH, acidez total, alcalinidad total, conductividad eléctrica).
- Sulfato y metales disueltos (vía ICP-MS): aluminio, antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, boro, calcio, cadmio, calcio, cromo, cobalto, cobre, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, fósforo, potasio, selenio, silicio, plata, sodio, estroncio, azufre, estaño, talio, titanio, uranio, vanadio y zinc.

Se enviaron las muestras al laboratorio de ALS CORLAB en Lima - Perú, para el análisis cinético geoquímico.

La interpretación de los resultados de las celdas de humedad está basada en el cálculo de las cargas lixiviables de elementos, la acidez y alcalinidad, expresado en mg por kg de material analizado.

Estas cargas entraran en un modelo de calidad de agua donde se usará la relación agua-roca y los datos de hidrología y de clima local para calcular las concentraciones promedio en agua de filtración (en mg/L). Debido a este proceso, los datos de las celdas de humedad no se pueden usar directamente para comparaciones con Estándares de Calidad de Agua (ECA). Sin embargo, la calidad del lixiviado está discutida cualitativamente usando los Límites Máximos Permisibles (LMP) vigentes como referencia de comparación para cada tipo de material, sugiriendo indicaciones sobre elementos sensibles a la lixiviación y sobre la calidad general que puede generar cada tipo de material expuesto a la meteorización.

Los resultados de los ensayos cinéticos (de 20 semanas) son presentados en este documento en conjunto con los datos estáticos.

3.6 Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados

Para el procesamiento de datos enviados del laboratorio se utilizó los software Excel y Grapher para la base datos y representación gráfica respectivamente. Para la elaboración de planos ArcGis 9.2.

3.7 Materiales

MATERIALES	
Libreta de campo	GPS Garmin
Bolsas de muestreo	Picota ESTAWING
Guantes de cuero	Lapiz de dureza Carbide
Cámara fotográfica	Lupa 10X-20X Baush & Lamp
Computadora/ Laptop	Plano de la Unidad Minera (Escala 1/5000), coordenadas UTM WGS 84
Mapas geológicos y topográficos del tajo;	Información sobre los volúmenes de desmonte y mineral del Proyecto proporcionada por el personal del área de geología de Volcan.
Planos topográficos de las instalaciones;	El muestreo de paredes de tajo, roca de desmonte y de mineral de baja ley fue realizado usando la información disponible de geología, y tipo de desmonte/mineral de baja ley depositado en cada instalación.
Equipo de protección personal	
Información geológico y mineralógico del material de los stock piles; y	

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE ENSAYOS ESTATICOS

A continuación se describen los resultados de los análisis realizados a las muestras de minerales.

Anexo C1: Datos Geoquímica Estáticos e Hidroquímicos

Anexo C2: Datos Cinéticos

Anexo D: Figuras tajo Raúl Rojas

Anexo E: Figuras de Botaderos (Rumiallana, Hanacocha, Miraflores)

Anexo F: Figuras Stock Piles

Anexo G: Figuras Celdas de Humedad (Ensayos Cinéticos)

4.1.1 Pared de tajo

4.1.1.1 Resultados de ensayos estáticos

Las muestras de las paredes de tajo Raúl Rojas representaron los diferentes tipos principales de rocas expuestas en el tajo: carbonatos (principalmente de hierro), rocas volcánicas y sulfuros. Por su composición química y mineralógica muy variada, se observó tanto una alta variabilidad del NP (-23 a 1665 CaCO₃/Mt; Anexo D, Figura 3) como del AP (>0.63 a 1670 CaCO₃/Mt; Anexo C).

Los valores de azufre como sulfuro variaron de 0.02% a 53.30% en peso, siendo este la especie dominante de azufre (Anexos C y D, Figura 1). De las 29 muestras analizadas, 25 tenían un contenido de azufre en sulfuros y azufre

total >0.3% en peso, indicando un riesgo de generación de drenaje ácido para la mayoría de muestras.

Los valores de NPR dividen las muestras en dos grupos, uno con valores de NPR >3 (9 muestras) y otro con NPR <1 (15 muestras; Anexos C y D, Figura 5).

Las concentraciones de carbonato variaron de 0.01% a 12.2% en peso de equivalentes de CaCO₃ (Anexo C), lo cual dió como resultado un CaNP de 0.83 a 1017 t CaCO₃/1000 t (Anexo D, Figura 2). Los valores de CaNP fueron generalmente mucho menores que los valores de NP total en masa, indicando la presencia de carbonatos de hierro o manganeso que no contribuyen un potencial de neutralización.

Los valores de pH en pasta varían de 1.25 a 8.45, teniendo 11 de 29 muestras con valores de <5.5 (Anexo D, Figura 33). El pH de la mayoría de muestras con azufre de sulfuros >3 wt%, fue por debajo de 5.5 (Anexo C).

De las muestras del tajo, cuatro muestras representativas fueron seleccionadas para pruebas de lixiviación (Anexo C). Los siguientes elementos fueron encontrados con concentraciones por encima de los LMP vigentes en las pruebas de SPLP (Anexo D, Figura 25):

- Arsénico (1 muestra): 2.45 mg/L As (LMP Perú: 0.08 mg/L As)
- Cobre (1 muestra): 11.3 mg/L Cu (LMP Perú: 0.4 mg/L Cu)
- Hierro (1 muestra): 188 mg/L Fe (LMP Perú: 1.6 mg/L Fe)
- Plomo (2 muestras): 2.25 – 4.87 mg/L Pb (LMP Perú: 0.16 mg/L Pb)
- Zinc (2 muestras): 1.89 – 9.08 mg/L Zn (LMP Perú: 1.2 mg/L Zn)

Los valores de NAG pH variaron de 1.50 a 9.70, con 13 muestras de 29 que tenían valores de NAG pH por debajo de 4.5. Existe una clara relación con el NAG pH y NPR, ya que todas las muestras con valores de NAG pH >4.5 tenían valores NPR >1, lo que indica que estas muestras en particular serían non PAG (Anexo D, Figura 33). Los siguientes elementos fueron encontrados con concentraciones por encima de los LMP vigentes en las pruebas de NAG (con cuatro muestras representativas):

- Arsénico (1 muestra): 1.34 mg/L As (LMP Perú: 0.08 mg/L As);
- Cadmio (1 muestra): 0.442 mg/L Cd (LPM Perú: 0.04 mg/L Cd);
- Cobre (1 muestra): 9.52 mg/L Cu (LMP Perú: 0.4 mg/L Cu);
- Hierro (3 muestras): 18.5 - 646 mg/L Fe (LMP Perú: 1.6 mg/L Fe);
- Plomo (2 muestras): 2.14 – 3.33 mg/L Pb (LMP Perú: 0.16 mg/L Pb); y
- Zinc (2 muestras): 1.42 – 295 mg/L Zn (LMP Perú: 1.2 mg/L Zn).

4.1.1.2 Resultados de ensayos cinéticos

Para las celdas de humedad de muestras representativas del tajo “Raul Rojas”, se eligió material de las formaciones:

- Cuerpo Sílice-Pirita y cuerpo mineralizado de Pb-Zn (Celda CDP-12-CR05)
- Roca Volcánica Pórfido de cuarzo-monzonita (Celda CDP-12- R002)
- Formación Excélsior (Celda CDP-12-R025)

A continuación, se presentan los datos de las pruebas de 20 semanas de dichas celdas de humedad. Los datos se encuentran en el Anexo C2 y graficado en el Anexo G.

Celda CDP-12-CR05 - La celda de humedad CdP-12-CR05 está compuesta por material de muestra de CDP-12-R016 con origen: cuerpo Sílice-Pirita y material de muestra CDP-12R019 del cuerpo mineralizado de Pb-Zn.

Esta muestra contiene 28.9 % de azufre en forma de sulfuros, un bajo NP de 4.0 t CaCO₃/1000t, además de un AP de 916 t CaCO₃/1000t, es decir un alto potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica la muestra como PAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (datos cinéticos AnexoC2, graficado en el Anexo G)

- El lixiviado presentó valores de pH ácidos variando entre 3.15 y 4.20.
- La alcalinidad se mantuvo por debajo de 1 mg/L CaCO₃.

- La concentración de sulfato disminuyó de 3110 mg/L en la semana 0 a 397 mg/L en la semana 6 y a partir de allí presentó valores ligeramente variables alrededor de 400 mg/L.
- Los metales lixiviados fueron, Al entre 38.5 mg/L (semana 0) a 0.08mg/L; Ca entre 54.2 mg/L a 16.30 mg/L en la primera semana, con aumento hasta 43 mg/L en la semana 4 y a partir de allí disminuyó progresivamente hasta 25 mg/L; Cu entre 10 mg/L a 0.15 mg/L, con ligero aumento posterior hasta 0.48 mg/L; Fe entre 1290 mg/L a 2.3 mg/L; Mg entre 22.7 mg/L a 6.7 mg/L; Mn entre 47.2 mg/L a 14.8 mg/L; Pb entre 3.56 mg/L a 2.47 mg/L; Zn entre 162 mg/L a 64 mg/L.

Los datos de la celda de humedad confirman para las formaciones de cuerpo cuarzo-silice y la mineralización Pb-Zn del tajo Raúl Rojas la categoría PAG y un alto potencial de lixiviación de metales, especialmente hierro, cobre, plomo y zinc.

Celda CdP-12-R002 - La celda de humedad CdP-12-R002 está compuesta por material volcánico y cuarzo-monzonita brecciada, con presencia de sulfuros diseminados.

Esta muestra contiene 1.72 % de azufre en la forma de sulfuros, un alto NP de 106 tCaCO₃/1000t, además de un AP de 36.25 t CaCO₃/1000t, es decir un bajo potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica a la muestra como NonPAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (datos cinéticos AnexoC2, graficado en el Anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH neutrales variando entre 6.73 y 8.08.
- La alcalinidad varió entre 110 mg/L CaCO₃ al comienzo de las 20 semanas, y 17 mg/L CaCO₃ en las últimas semanas.
- La concentración de sulfato disminuyó de 317 mg/L en la semana 0 a 15 mg/L en la semana 20.
- La mayoría de las concentraciones de metales lixiviados se encuentran por debajo del límite de detección o con valores muy bajos, excepto el Ca que

presentó un descenso progresivo pasando de 265 mg/L a 10 mg/L; K de 33 mg/L a 1 mg/L; Mg de 28.8 mg/L a 2.78 mg/L y Sr de 5 mg/L a 0.18 mg/L.

Los datos de la celda de humedad indican para las rocas volcánicas del tajo, la presencia de material de la categoría NonPAG y sin lixiviación de metales pesados en altas concentraciones.

Celda CdP-12-R025 - La celda de humedad CdP-12-R025 está compuesta por material de la formación Excélsior, con la presencia de sulfuros diseminados.

La muestra contiene 4.26 % de azufre en forma de sulfuros, un bajo NP de 59 tCaCO₃/1000t, además de un AP de 133 t CaCO₃/1000t. Con estos datos se clasifica a la muestra como PAG.

Hasta la semana 20, se observaron las siguientes tendencias químicas en el lixiviado (datos cinéticos AnexoC2, graficado en el Anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH neutrales entre 7.03 y 7.86.
- La alcalinidad presentó valores variables de 39 CaCO₃ mg/L a 8 CaCO₃ mg/L.
- La concentración de sulfato varió de 40 mg/L a 87 mg/L.
- La mayoría de las concentraciones de metales lixiviados se encuentran por debajo del límite de detección o con valores muy bajo, excepto el Ca varió de 14.5 mg/L a 9.8 mg/L; K de 4.8 mg/L a 1.5 mg/L y Mg de 4.1 mg/L a 2.76 mg/L.

Hasta la semana 20, esta celda no presentó drenajes ácidos y se descarta la posibilidad de presentar valores de pH bajo. Se a confirma la categoría NonPAG para este tipo de material.

4.1.1.3 Resumen de la Investigación para la Pared de tajo

En resumen, se observó en las zonas mineralizadas del tajo la generación de drenajes ácidos, parcialmente con valores muy bajos de pH, y lixiviación de metales, especialmente de arsénico, hierro, cobre, zinc y plomo. Zonas con bajo potencial de DA son principalmente las zonas de carbonatos y las zonas

de óxidos. Hasta la fecha, el tajo es un generador de acidez que requiere un manejo activo de este drenaje.

4.1.2 Botadero Rumiallana

4.1.2.1 Resultados de Ensayos Estáticos

Los valores de azufre como sulfuro variaron de 0.01% a 3.46% en peso, siendo la especie dominante del azufre en las muestras del botadero Rumiallana (Anexo C). De las 20 muestras analizadas, 17 tenían un contenido de azufre en sulfuros y azufre total $>0.3\%$ en peso. Los valores de NP variaron de 7 a 889 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Los valores de NPR (0.08 a 2845 t $\text{CaCO}_3/1000$ t) indican que las muestras se dividen en dos grupos, uno con valores de NPR >3 (3 muestras) y otro con NPR >3 (15 muestras).

Las concentraciones de carbonato variaron de 1.39% a 10.95% en peso de equivalentes de CaCO_3 , lo cual dio como resultado CaNP de 116 a 912 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Los valores de CaNP fueron generalmente mucho mayores que los valores de NP (7 – 889 t $\text{CaCO}_3/1000$ t). Esta discrepancia indicó la presencia de carbonatos de hierro (siderita) o manganeso (rodocrosita), que no tuvieron un potencial de neutralización.

Los valores de pH en pasta varían de 6.05 a 8.31, no teniendo muestras con valores de <5.5 . Consecuentemente, no se observó muestras con acidez almacenada que podría afectar al corto plazo agua de contacto.

Los valores de NAG pH variaron de 5.30 a 8.40, sin muestras con valores de NAG pH <4.5 . La ausencia de valores bajos de NAG pH confirma la ausencia de material que puede producir drenaje ácido en condiciones de oxidación fuerte.

Una muestra representativa (CDP-12-R076) fue seleccionada para el análisis del lixiviado de las pruebas SPLP y NAG. En ambos análisis no se encontraron concentraciones de elementos por encima de los LMP Perú.

4.1.2.2 Resultados de Ensayos Cinéticos

Se seleccionaron tres muestras representativas de diferentes zonas del botadero Rumiallana para generar un compuesto en relaciones iguales para ser utilizado para la celda de humedad.

Celda CdP-12-CR02 - La celda de humedad CdP-12-CR02 está compuesta por muestras de material de CdP-12-R076, CdP-12-R120 y CdP-12-R083 que representan desmonte de óxidos y carbonatos del Botadero Rumiallana.

La muestra contiene 1.48 % de azufre en forma de sulfuros, un alto NP de 353 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, además de un AP de 53.44 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, es decir un bajo potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica la muestra como NonPAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (datos cinéticos AnexoC2, graficado en el Anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH neutrales y ligeramente básicos variando entre 6.20 y 8.21.
- La alcalinidad disminuyó progresivamente hasta la semana 6 pasando de 58 mg/L CaCO_3 hasta 19 mg/L CaCO_3 . Durante las semanas 7 a 9 se mantuvo estable y de la semana 10 a la 20 los valores fueron variables en este parámetro.
- La concentración de sulfato disminuyó de 298 mg/L en la semana 0 a 63 mg/L en la semana 8, posteriormente hasta la semana 20 los valores fueron ligeramente variables.
- La mayoría de las concentraciones de metales lixiviados se encuentran por debajo del límite de detección o con valores muy bajos, excepto el Ca que presentó un descenso progresivo pasando de 98.6 mg/L a 21 mg/L; K de 12.3 mg/L a 1.28 mg/L y Mg de 13.8 mg/L a 4.68 mg/L.

Los datos de la celda de humedad indican para el material superficial del Botadero Rumiallana la categoría NonPAG, sin lixiviación de metales en altas concentraciones.

4.1.2.3 Agua de Filtraciones

Aguas de piezómetros adjuntos al botadero Rumiallana (en los bordes norte y sur del botadero, **Tabla 4-1**) fueron muestreadas en estudios hidrogeológicos anteriores (GWI, 2007). Estas aguas de filtración representan un lixiviado de desmonte de este botadero y por la edad del botadero (>10 años), la calidad de agua que sale es a largo plazo.

Se utilizaron los datos de calidad de agua para evaluar la lixiviación adentro del botadero, zona que no fue cubierta por el muestreo geoquímico.

Tabla 4-1 Piezómetros de filtraciones del Botadero Rumiallana

PIEZÓMETRO	UBICACIÓN	FECHA MUESTREO	ESTUDIO ORIGINAL
PM06-1	Borde Norte del Botadero Rumiallana (E 362022, N 8821953)	14-jul-06	GWI (2007). Investigación Hidrogeológica de la Mina Subterránea y de las Facilidades Superficiales de la Unidad Minera Cerro de Pasco: Informe Final, Febrero 2007
PM06-02	Borde Sur del Botadero Rumiallana (E362073, N 8820885)	13-jul-06	

PM06-1

El piezómetro PM06-1 está ubicado al borde norte del Botadero Rumiallana. Los datos principales de la calidad de agua de este botadero fueron (Anexo C1):

- La muestra de agua subterránea presentó un pH ligeramente ácido (pH 4.9) y conductividad alta (>20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$; Anexo C1), con un valor de STD de 12850 mg/L. El tipo de agua fue Mg-Fe-SO₄
- Aniones principales fueron Cloruro 15 mg/L y Sulfato 7839 mg/L.
- Cationes principales fueron Calcio 699 mg/L, hierro (438 mg/L) y magnesio (1410 mg/L).
- Concentraciones de metales exceden los valores de Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM 1996 3-Descarga de Efluente para los elementos de Fe 438 mg/L; Zn 6.06 mg/L.

PM06-2

- La muestra de agua subterránea del piezómetro PM06-2 presentó un pH neutral (pH 6.8), conductividad eléctrica de 2420 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y un valor de STD de 2437 mg/L. El tipo de agua fue Mg-Ca-SO₄.
- Aniones principales fueron Bicarbonato con una concentración de 95.2 mg/L y Sulfato con 1413 mg/L.
- Cationes principales fueron calcio (228 mg/L) y magnesio (192 mg/L).
- Se encontró concentraciones de metales disueltos por encima de los valores de Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM 1996 3-Descarga de Efluente para los elementos de Cd 0.0128 mg/L; Fe 23.7 mg/L; Zn 34.8 mg/L.

4.1.2.4 Resumen de la Investigación para el Botadero Rumiallana

Los datos de la celda de humedad sugieren para el Botadero Rumiallana la categoría NonPAG sin lixiviación de metales en altas concentraciones. Una evaluación de la distribución espacial de material PAG (definido por sus valores NPR en la superficie; Anexo B) no muestra en la superficie el material PAG, tanto en zonas centrales como en el perímetro. Sin embargo, se observó un piezómetro en la zona norte de este botadero con drenaje ligeramente ácido y concentraciones elevadas de metales, especialmente hierro, cadmio y zinc. Muy probablemente, zonas internas de este botadero contienen material PAG que no fue posible de muestrear durante este estudio.

4.1.3 Botadero Miraflores

4.1.3.1 Resultados de Ensayos estáticos

Todas las 9 muestras tenían un contenido de azufre en sulfuros >0.3% en peso, con valores de azufre como sulfuro que variaron de 1.0% a 10.70% en peso. En todas las muestras, el azufre de sulfuro fue la especie dominante de azufre (Anexo C1), generando un potencial de generación de acidez (AP) entre 31.25 a 334 t CaCO₃/1000 t. Los valores de NP variaron de -10 a 662 t CaCO₃/1000 t.

Las concentraciones de carbonato variaron de 0.10% a 8.52% en peso de equivalentes de CaCO_3 (Anexo C1), lo cual dio como resultado, valores de CaNP entre 8.33 y 710 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Igualmente como en el botadero Rumiallana, la diferencia entre NP y CaNP indicó la presencia de carbonatos de hierro (siderita) o manganeso, que no tuvieron un potencial de neutralización.

Los valores de NPR (-0.2 a 13.24 t $\text{CaCO}_3/1000$ t) se dividen en dos grupos, uno con valores de NPR >3 (4 muestras) y otro con NPR <3 (4 muestras; Anexo C, Figura E13).

Los valores de pH en pasta varían de 3.04 a 7.82. De las nueve muestras, solo una muestra (CDP-12-R097) tuvo un pH por debajo de 5.5 (pH: 3.04), indicando que la mayoría de las muestras no contenía acidez almacenada que pueda generar DAR al corto plazo.

Los valores de NAG pH variaron de 2.60 a 7.80, con una de las nueve muestras que tenía un NAG pH por debajo de pH <4.5. La ausencia de valores bajos de NAG pH en la gran mayoría de muestras confirma una muy baja cantidad de material que puede producir drenaje ácido en condiciones de oxidación fuerte.

Este botadero recibió material mixto al comienzo de la deposición, y material de bajo potencial de generación de DAR en la fase final. Siendo adicionalmente una instalación de dimensiones menores comparado con los otros botaderos, no se analizó el lixiviado de pruebas SPLP y NAG de esta zona.

4.1.3.2 Resultados de Ensayos Cinéticos

Se seleccionaron dos muestras representativas de diferentes zonas del botadero Miraflores para generar un compuesto en relaciones iguales, que fue utilizado para la celda de humedad.

Celda CdP-12-CR01 - La celda de humedad CdP-12-CR01 está compuesta con mineral de las muestras CdP-12-R095 y CdP-12-R097 del Botadero de Miraflores que contiene en su mayoría, material tipo nonPAG.

La mezcla resultante contiene 5.63 % de azufre en forma de sulfuros, un alto NP de 248 t CaCO₃/1000t, además de un AP de 189.69 t CaCO₃/1000t, es decir mayor potencial de neutralización que potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasificó la muestra como NonPAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (ensayos cinéticos Anexos C2 y graficado en el anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH neutrales variando entre 7.23 y 6.18.
- La alcalinidad disminuyó progresivamente hasta la semana 7 pasando de 35 mg/L CaCO₃ hasta 8 mg/L CaCO₃, de allí en adelante presentó valores ligeramente estables alrededor de 10 mg/L.
- La concentración de sulfato disminuyó de 736 mg/L en la semana 0 a 124 mg/L en la semana 8, de allí en adelante presentó valores variables entre 134 mg/L y 243 mg/L.
- La mayoría de las concentraciones de metales lixiviados se encuentran por debajo del límite de detección o con valores muy bajos, excepto el Ca que presentó un descenso progresivo pasando de 247 mg/L a 38.7 mg/L, K de 3.7 mg/L a 0.67 mg/L y Mg de 29.8 mg/L a 8.6 mg/L.

Los datos de la celda de humedad confirman para el Botadero Miraflores la categoría NonPAG y sin lixiviación de metales en altas concentraciones.

4.1.3.3 Agua de Filtraciones

Agua de un piezómetro adjunto al botadero Miraflores (al borde este, **Tabla 4-2**) fue muestreada en estudios hidrogeológicos anteriores (GWI, 2007). Las aguas de filtración representan un lixiviado de desmonte de este botadero y por la edad del botadero (>10 años), el lixiviado al largo plazo. Se utilizaron los datos de calidad de agua para evaluar la lixiviación adentro del botadero, zona que no fue cubierta por el muestreo geoquímico.

Tabla 4-2 Datos de piezómetros del botadero Miraflores

PIEZÓMETRO	UBICACIÓN	FECHA MUESTREO	ESTUDIO ORIGINAL
PM 06-5	Borde Este del Botadero Miraflores (E 361763, N 8819682)	04-jul-06	GWI (2007). Investigación Hidrogeológica de la Mina Subterránea y de las Facilidades Superficiales de la Unidad Minera Cerro de Pasco: Informe Final, Febrero 2007

El piezómetro PM06-5 está ubicado al borde este del Botadero Miraflores. Los datos principales de la calidad de agua de este botadero fueron (Anexo C3):

- Presentó un valor ácido de pH 5.1, conductividad eléctrica de 17570 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y un valor de STD de 52740 mg/L.
- Aniones principales fueron Bicarbonato con una concentración de 1.22 mg/L; Fluoruro 5.43 mg/L y Sulfato 32269 mg/L.
- Cationes principales fueron calcio (475 mg/L), hierro (10200 mg/L), magnesio (1590 mg/L) y manganeso (1130 mg/L), dando como tipo de agua, Fe-Mg-Mn-SO₄.
- Concentraciones de metales disueltos excedieron los valores de Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM 1996 3-Descarga de Efluente para los elementos de Cd 5.11 mg/L; Cu 35.3 mg/L; Fe 10200 mg/L; Pb 1.43 mg/L; Zn 1760 mg/L.

4.1.3.4 Resumen de la Investigación para el Botadero Miraflores

Los datos de la celda de humedad sugieren para el Botadero Miraflores la categoría NonPAG y sin lixiviación de metales en altas concentraciones. Sin embargo, en piezómetros adjuntos se observó drenaje ácido con muy elevadas concentraciones de metales, indicando lixiviación de acidez y metales de este botadero. Muy probablemente, zonas internas contienen material PAG en acelerado estado de meteorización que libera drenaje ácido y genera las lixivaciones ácidas observadas. Una evaluación de la distribución espacial de material PAG (definido por sus valores NPR en la superficie; Anexo B) también muestra en la superficie el material PAG en el las zonas del perímetro. Las

muestras de esta zona indican la presencia de material generador de acidez en la base, que sugiere también la presencia de este material en zonas internas

4.1.4 Botadero Hanancocha

4.1.4.1 Resultados de Ensayos Estáticos

En las muestras del Botadero Hanancocha, los valores de azufre como sulfuro variaron de 0.29% a 42.3% en peso, siendo los sulfuros la especie dominante de azufre en las muestras (Anexo C1). De las 21 muestras analizadas, 20 tenían un contenido de azufre en sulfuros y azufre total $>0.3\%$ en peso. El AP de estas muestras varió entre 9.06 y 1322 t $\text{CaCO}_3/1000$ t, mientras el NP fue de -17 a 936 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Los valores de NPR (-0.01 a 93.24 t $\text{CaCO}_3/1000$ t) se dividen en dos grupos, uno con valores de NPR >3 (15 muestras) y otro con NPR >3 (3 muestras; Anexo C1). La mayoría de las muestras (12 muestras) tuvo un NPR por debajo de 1.

Las concentraciones de carbonato variaron de 0.01% a 11.60% en peso de equivalentes de CaCO_3 (Anexo C), lo cual dio como resultado CaNP de 0.83 a 967 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Los valores de CaNP fueron generalmente mucho mayores que los valores de NP total en masa, indicando la presencia de carbonatos de hierro y manganeso con bajo potencial de neutralización.

Los valores de pH en pasta varían de 2.11 a 8.87, teniendo 6 de 21 muestras con valores de <5.5 .

De las muestras del botadero Hanancocha, cuatro muestras representativas fueron seleccionadas para pruebas de lixiviación (Anexo C1). Los siguientes elementos fueron encontrados con concentraciones por encima de los LMP vigentes en las pruebas de SPLP:

- Cadmio (2 muestra): 0.06 – 0.11 mg/L Cd (LMP Perú: 0.04 mg/L Cd)
- Plomo (2 muestras): 0.17 – 0.55 mg/L Pb (LMP Perú: 0.16 mg/L Pb)
- Zinc (2 muestras): 2.91 – 18.8 mg/L Zn (LMP Perú: 1.2 mg/L Zn)

Los valores de NAG pH variaron de 1.50 a 8.70, con 13 muestras de 21 que tenían valores de NAG pH <4.5 . Los siguientes elementos fueron encontrados

con concentraciones por encima de los LMP vigentes en las pruebas de NAG (con cuatro muestras representativas):

- Arsénico (1 muestra): 0.47 mg/L As (LMP Perú: 0.08 mg/L As)
- Cadmio (3 muestras): 0.056 – 0.245 mg/L Cd (LPM Perú: 0.04 mg/L Cd)
- Cobre (1 muestra): 1.8 mg/L Cu (LMP Perú: 0.4 mg/L Cu)
- Hierro (2 muestras): 107 – 330 mg/L Fe (LMP Perú: 1.6 mg/L Fe)
- Plomo (2 muestras): 2.79 – 2.99 mg/L Pb (LMP Perú: 0.16 mg/L Pb)
- Zinc (3 muestras): 3.12 – 73.5 mg/L Zn (LMP Perú: 1.2 mg/L Zn)

4.1.4.2 Resultados de Ensayos Cinéticos

Se seleccionaron cuatro muestras representativas de diferentes zonas del botadero Hanancocha para generar dos compuestos en relaciones iguales, que fueron utilizados para dos celdas de humedad.

Celda CdP-12-CR06 - La celda de humedad CdP-12-CR06 está compuesta de dos muestras del material del Botadero Hanancocha, de CdP-12-R059 y CdP-12-R102.

La muestra contiene 5.47 % de azufre en forma de sulfuros, un alto NP de 203 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, además de un AP de 173.75 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, es decir un bajo potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica la muestra como NonPAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (ensayos cinéticos Anexos C2 y graficado en el anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH neutrales 6.97 y 7.30.
- La alcalinidad presentó valores variables entre 26 mg/L CaCO_3 y 5 mg/L CaCO_3 .
- La concentración de sulfato subió de 317 mg/L en la semana 0 a 630 mg/L en la semana 2, a partir de allí se observó un disminución progresiva hasta 64 mg/L.

- La mayoría de las concentraciones de metales lixiviados se encuentran por debajo del límite de detección o con valores muy bajos, excepto el Ca que presentó un descenso progresivo pasando de 80.9 mg/L a 20 mg/L, K de 6.96 mg/L a 0.97 mg/L; Mg de 18.6 mg/L a 6.78 mg/L; Mn de 9.2 mg/L a 6.65 mg/L y Zn de 3.11 mg/L a 0.3 mg/L.

Los datos de la celda de humedad confirman para el Botadero Huanancocha la categoría NonPAG sin lixiviación de metales pesados en altas concentraciones.

Celda CdP-12-CR07 - La celda de humedad CdP-12-CR07 está compuesta de dos muestras del material del Botadero Hanancocha, de CdP-12-R063 y CdP-12-R068.

Esta muestra compuesta contiene 18.7 % de azufre en forma de sulfuros, un NP de 128 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, además de un AP de 601.56 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, es decir un alto potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica la muestra como PAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado, (ensayos cinéticos Anexos C2 y graficado en el anexo G:

- El lixiviado presentó valores de pH neutrales y ligeramente ácidos variando entre 5.93 y 7.20.
- La alcalinidad disminuyó progresivamente hasta la semana 5 pasando de 47 mg/L CaCO_3 hasta 6 mg/L CaCO_3 . Puede observarse que durante las semanas 5 a 20 se presentó valores variables en este parámetro, variando entre 3 mg/L CaCO_3 y 9 mg/L CaCO_3 .
- La concentración de sulfato disminuyó de 1690 mg/L en la semana 0 a 180 mg/L en la semana 8, de allí hasta la semana 20 presentó valores variables entre 325 mg/L y 138 mg/L.
- Los metales lixiviados fueron, Ca de 479 mg/L a 49.4 mg/L; K de 5.0 mg/L a 0.6 mg/L; Mg de 72.9 mg/L a 19 mg/L; Mn de 41 mg/L a 2.33 mg/L; Sr de 1.37 mg/L a 0.15 mg/L y Zn de 42.7 mg/L a 0.69 mg/L.

Los datos de la celda de humedad confirman para Botadero Hanancocha la categoría PAG y con lixiviación de algunos metales en altas concentraciones, especialmente zinc.

4.1.5 Stock piles de sulfuros Pampa Seca

4.1.5.1 Resultados de Ensayos Estáticos

Los stock piles de sulfuros de Pampa Seca consisten, en alto grado, de sulfuros, con menores cantidades de otros minerales. Consecuentemente, los valores de azufre como sulfuro en las muestras de este stock pile fueron muy altos, variando de 32.80% a 41.70% en peso. Azufre de sulfuros fue la especie dominante de azufre, generando un AP entre 1081 y 1303 t $\text{CaCO}_3/1000$ t (Anexo C1). Los valores de NP variaron de -24 a -13 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Los valores de NPR fueron por debajo de 1, con un rango entre -0.01 y -0.02.

Las concentraciones de carbonato variaron de 0.01% a 0.03% en peso de equivalentes de CaCO_3 (Anexo C1), lo cual dió como resultado CaNP de 0.83 a 2.50 t $\text{CaCO}_3/1000$ t.

Los valores de pH en pasta varían de 1.03 a 4.46, indicando que este tipo de material genera DAR al corto plazo en contacto con agua. De las muestras del Stock Pile Pampa Seca (Sulfuros), dos muestras representativas fueron seleccionadas para pruebas de lixiviación (Anexo C1). Los siguientes elementos fueron encontrados con concentraciones por encima de los LMP vigentes en las pruebas de SPLP:

- Arsénico (2 muestras): 1.47 – 2.42 mg/L As (LMP Perú: 0.08 mg/L As).
- Cobre (2 muestras): 0.74 – 2.84 mg/L Cu (LMP Perú: 0.4 mg/L Cu).
- Hierro (2 muestras): 187 – 247 mg/L Fe (LMP Perú: 1.6 mg/L Fe).
- Plomo (2 muestras): 3.47 – 3.86 mg/L Pb (LMP Perú: 0.16 mg/L Pb).
- Zinc (2 muestras): 1.32 – 1.58 mg/L Zn (LMP Perú: 1.2 mg/L Zn).

Los valores de NAG pH variaron de 1.60 a 1.90; en condiciones de oxidación fuerte, este material genera DAR con valores de pH muy bajos. Los siguientes

elementos fueron encontrados con concentraciones por encima de los LMP vigentes en las pruebas de NAG (con dos muestras representativas):

- Arsénico (1 muestra): 0.29 mg/L As (LMP Perú: 0.08 mg/L As).
- Cadmio (3 muestras): 0.056 – 0.245 mg/L Cd (LPM Perú: 0.04 mg/L Cd).
- Cobre (2 muestras): 1.92 – 4.01 mg/L Cu (LMP Perú: 0.4 mg/L Cu).
- Hierro (2 muestras): 644 – 757 mg/L Fe (LMP Perú: 1.6 mg/L Fe).
- Plomo (2 muestras): 3.49 – 4.65 mg/L Pb (LMP Perú: 0.16 mg/L Pb).
- Zinc (1 muestra): 1.22 mg/L Zn (LMP Perú: 1.2 mg/L Zn).

4.1.5.2 Resultados de Ensayos Cinéticos

Se seleccionaron dos muestras representativas (CdP-12-R031 y CdP-12-R032) de diferentes zonas del Stock Pile Pampa Seca para generar un compuesto en relaciones iguales, que fue utilizado para la celda de humedad.

Celda CdP-12-CR03 - La celda de humedad CdP-12-CR03 está compuesta por muestras de material piritoso, tomado en calicata en la zona Sulfuros del Stock Pile Pampa Seca.

Esta muestra contiene 38.7 % de azufre en forma de sulfuros, un bajo NP de - 7.0 t CaCO₃/1000t, además de un AP de 1234 t CaCO₃/1000t, es decir un muy alto potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica la muestra como PAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (ensayos cinéticos Anexos C2 y graficado en el anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH extremadamente ácidos variando entre 1.63 y 2.51.
- La alcalinidad se mantuvo por debajo de 1 mg/L CaCO₃.
- La concentración de sulfato disminuyó de 8990 mg/L en la semana 0 a 776 mg/L en la semana 8, de allí hasta la semana 20 presentó valores variables entre 652 mg/L y 1020 mg/L.

- Los metales lixiviados fueron, Al de 44.6 mg/L a 0.219 mg/L; As de 18.2 mg/L a 0.96 mg/L; Ca de 222 mg/L a 3.42 mg/L; Cu 36 mg/L a 5.4 mg/L; Cr de 5.8 mg/L a 0.007 mg/L; Fe de 2810 mg/L a 185 mg/L; Pb de 4.3 mg/L a 2.75 mg/L; Sb de 7.48 mg/L a 0.52 mg/L; Zn de 19.9 mg/L a 0.61 mg/L.

Los datos de la celda de humedad confirman para el Stock Pile Pampa Seca la categoría PAG y con lixiviación de metales en altas concentraciones.

4.1.1 Stock Pile de Sulfuros 7

El Stock Pile de Sulfuros 7 consiste principalmente de sulfuros. Los valores de azufre como sulfuro variaron de 35.20% a 42.5% en peso, siendo el azufre de sulfuros la especie dominante de azufre (Anexo C). El AP de las 5 muestras de este stock pile varió entre 1100 y 1419 t $\text{CaCO}_3/1000$ t, mientras el NP tuvo valores entre -17 y -11 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Los valores de NPR fueron todos bajo 0, indicando que el material es un fuerte generador probable de drenaje ácido (Anexo D Figura 20 y 21). Se observó que las muestras no tuvieron potencial de neutralización (<10 t $\text{CaCO}_3/1000$ t). Las concentraciones de carbonato variaron de <0.01% a 0.03% en peso de equivalentes de CaCO_3 (Anexo C), lo cual dió como resultado CaNP de <0.83 a 2.50 t $\text{CaCO}_3/1000$ t.

Los valores de pH en pasta varían de 2.07 a 4.05, indicando la generación de drenaje ácido al corto plazo con valores de pH por debajo de 5.5.

Los valores de NAG pH variaron de 1.60 a 1.70, indicando la generación fuerte de acidez de este material.

Por su menor tamaño comparado con las otras instalaciones, no se ejecutó el análisis de los lixiviados SPLP y NAG. Sin embargo, por los valores de pH bajo y la similitud de este material con el material del Stock Pile Pampa Seca (Sulfuros), ambos lixiviados tuvieron, muy probablemente, elevadas concentraciones de arsénico, cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc.

4.1.6 Stock Pile Excélsior

En las tres muestras del stock pile Excélsior, se encontraron concentraciones de azufre de sulfuros entre 1.5% a 13.80% en peso, con este especie de azufre

siendo la especie dominante (Anexo C1). El AP en estas tres muestras varió entre 46.9 y 431 t CaCO₃/1000 t, mientras el NP fue de -24 a 190 t CaCO₃/1000 t. Los valores de NPR fueron entre -0.06 y 4.06, con una de tres muestra con un valor por encima de 3 (Anexo C). Las concentraciones de carbonato variaron de 0.40% a 5.6% en peso de equivalentes de CaCO₃, lo cual dio como resultado CaNP de 33.3 a 488 t CaCO₃/1000 t. Los valores de CaNP fueron mayores que los valores de NP total en masa indicando la presencia de carbonatos de hierro o manganeso con bajo potencial de neutralización.

Los valores de pH en pasta varían de 2.85 a 6.77, teniendo una de tres muestras con un valor de <5.5.

Los valores de NAG pH variaron de 1.90 a 7.90, con una de tres muestras con un valor debajo de 4.5.

Por su menor tamaño, comparado con las otras instalaciones, no se ejecutó el análisis de los lixiviados SPLP y NAG. Sin embargo, por los valores de pH bajo y la similitud de este material con el material del Stock Pile Pampa Seca (Sulfuros), ambos lixiviados tuvieron muy probablemente, elevadas concentraciones de arsénico, cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc.

4.1.7 Stock Piles Menores de Sulfuros (2, 7B, 14, 2A)

Los Stock Piles menores de sulfuros nombrados 2, 2A, 7B y 14 contuvieron principalmente material de sulfuros. Los valores de azufre como sulfuro variaron de 39.50% a 43.40% en peso, siendo el azufre de sulfuros la especie dominante de azufre (Anexo C). El potencial de generación de acidez (AP) estuvo entre 1234 y 1356 t CaCO₃/1000 t, mientras que el potencial de neutralización fue negativo (-21 a -12 t CaCO₃/1000 t). Los valores de NPR (-0.01 a -0.02) indican que las muestras son generadores muy probables de drenaje ácido. Las concentraciones de carbonato variaron de <0.01% a 0.03% en peso de equivalentes de CaCO₃ (Anexo 3), lo cual dio como resultado CaNP de <0.83 a 2.50 t CaCO₃/1000 t. Los valores de pH en pasta varían de 3.25 a 3.97, con todas las muestras con valores por debajo de 5.5.

Los valores de NAG pH variaron de 1.60 a 1.80, con todas las muestras con valores de pH por debajo de 4.5.

Por su menor tamaño, comparado con las otras instalaciones, no se ejecutó el análisis de los lixiviados SPLP y NAG. Sin embargo, por los valores de pH bajo y la similitud de este material con el material del Stock Pile Pampa Seca (Sulfuros), ambos lixiviados tuvieron muy probablemente, elevadas concentraciones de arsénico, cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc.

4.1.8 Stock Pile Pampa Seca – Óxidos

4.1.8.1 Resultados de Ensayos Estáticos

El Stock Pile Pampa Seca (óxidos) consiste principalmente de óxidos de hierro con baja participación de carbonatos de hierro. Los valores de azufre como sulfuro de las muestras del stock pile Pampa Seca (zona óxidos) variaron de 0.59% a 9.56% en peso, con azufre de sulfuros como la especie dominante de azufre (Anexo C). Los valores de AP variaron entre 25.00 y 299 t $\text{CaCO}_3/1000$ t, los valores de NP de 14 a 600 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Los valores de NPR (0.76 a 18.12) indican que las muestras se dividen en dos grupos, uno con valores de NPR >3 (06 muestras) y otro con NPR <1 (1 muestra; Anexo C1).

Las concentraciones de carbonato variaron de 3.83% a 10.25% en peso de equivalentes de CaCO_3 (Anexo C1), lo cual dio como resultado CaNP de 319 a 854 t $\text{CaCO}_3/1000$ t. Los valores de CaNP fueron generalmente mucho mayores que los valores de NP total en masa, indicando la presencia de carbonatos de hierro y manganeso sin potencial de neutralización. Los valores de pH en pasta varían de 6.61 a 8.18, con todas las muestras con valores por encima de pH 5.5.

Dos muestras representativas (CDP-12-R034 y CDP-12-R041) fueron seleccionadas para el análisis de lixiviados SPLP y NAG. Los siguientes elementos fueron encontrados con concentraciones por encima de los LMP vigentes en las pruebas de SPLP:

- Plomo (1 muestra): 0.17 mg/L Pb (LMP Perú: 0.16 mg/L Pb).
- Zinc (1 muestra): 1.22 mg/L Zn (LMP Perú: 1.2 mg/L Zn).

Los valores de NAG pH variaron de 6.20 a 8.10, con ninguna muestra con pH por debajo de 4.5, indicando que al largo plazo, estas muestra muy probablemente no generarían drenaje ácido. Los siguientes elementos fueron encontrados con concentraciones por encima de los LMPs vigentes en las pruebas de NAG (con dos muestras representativas):

- Cadmio (1 muestra): 0.222 mg/L Cd (LPM Perú: 0.04 mg/L Cd).
- Zinc (1 muestra): 50.6 mg/L Zn (LMP Perú: 1.2 mg/L Zn).

4.1.8.2 Resultados de Ensayos Cinéticos

Se seleccionaron dos muestras representativas de diferentes zonas de los óxidos del Stock Pile Pampa Seca para generar un compuesto en relaciones iguales, que fue utilizado para la celda de humedad.

Celda CdP-12-CR04 - La celda de humedad CdP-12-CR04 está compuesta por muestra de material de CdP-12-R034 y CdP-12-R041 que presenta material oxidado con concentración elevada de plata.

La muestra contiene 5.57 % de azufre en forma de sulfuros, un alto NP de 491 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, además de un AP de 185.31 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, es decir un bajo potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica la muestra como NonPAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (ensayos cinéticos Anexos C2 y graficado en el Anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH neutrales y ligeramente ácidos variando entre 5.95 y 7.80.
- La alcalinidad disminuyó progresivamente hasta la semana 7 pasando de 42 mg/L CaCO_3 hasta 11 mg/L CaCO_3 , y a partir de allí ligeramente estable alrededor de 15 mg/L.
- La concentración de sulfato disminuyó de 1230 mg/L en la semana 0 a 155 mg/L en la semana 8, de allí a la semana 20 presentó valores variables entre 120 mg/L y 289 mg/L.

- La mayoría de las concentraciones de metales lixiviados se encuentran por debajo del límite de detección o con valores muy bajos, excepto el Ca que presentó un descenso progresivo pasando de 384 mg/L a 38.8 mg/L; K de 8.83 mg/L a 0.56 mg/L; Mg de 60.6 mg/L a 12.9 mg/L; Mn de 14.2 mg/L a 1.46 mg/L y Zn de 4.49 mg/L a 1.15 mg/L.

Los datos de la celda de humedad confirman para los óxidos del Stock Pile Pampa Seca-Óxidos, la categoría NonPAG.

4.1.9 Botadero Paragsha

4.1.9.1 Resultados de ensayos Cinéticos

Se seleccionaron dos muestras representativas (CdP-12-R044 y CdP-12-R049) de diferentes zonas del Stock Pile Paragsha para generar un compuesto en relaciones iguales, que fue utilizado para la celda de humedad.

Celda CdP-12-CR08 - La celda de humedad CdP-12-CR08 está compuesta de material de dos muestras tomadas en el Stock Pile Paragsha.

La muestra compuesta contiene 4.91 % de azufre en forma de sulfuros, un bajo NP de -10 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, además de un AP de 189.06 t $\text{CaCO}_3/1000\text{t}$, es decir un alto potencial de generación de acidez. Con estos datos se clasifica la muestra como PAG.

Con los resultados obtenidos hasta la semana 20, se pueden observar los siguientes datos en el lixiviado (ensayos cinéticos Anexos C2 y graficado en el Anexo G):

- El lixiviado presentó valores de pH extremadamente ácidos variando entre 3.29 y 2.58.
- La alcalinidad se mantuvo por debajo de 1 mg/L CaCO_3
- La concentración de sulfato disminuyó de 3480 mg/L en la semana 0 a 557 mg/L en la semana 8, y a partir de allí presentó valores variables desde 450 mg/L a 796 mg/L.
- Los metales lixiviados fueron, Al de 36.3 mg/L a 1.22; Ca de 316 mg/L a 46.9 mg/L; Cu 885 mg/L a 96.6 mg/L; Fe de 221 mg/L a 58 mg/L; Mg de

41.9 mg/L a 0.65 mg/L; Mn de 19.3 mg/L a 0.008 mg/L; Pb de 2.05 mg/L a 0.36 mg/L; Zn de 237 mg/L a 15.6 mg/L.

Los datos de la celda de humedad confirman para Botadero Paragsha la categoría PAG y con lixiviación de metales en altas concentraciones, especialmente cobre, hierro, plomo y zinc.

4.2 Contrastación de Hipótesis

A través de la evaluación geoquímica, realizando ensayos estáticos y cinéticos, pudimos determinar la composición geoquímica de los materiales, donde se comprobó las altas concentraciones de sulfuros en cada una de las estaciones de la UEA Cerro de Pasco Volcan, estas altas concentraciones de sulfuros, dan origen a la generación del drenaje ácido de roca (DAR) y ocurrencia de lixiviación en esta unidad. Finalmente se logra corroborar la hipótesis.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la evaluación geoquímica se realizó ensayos estáticos y cinéticos para la identificación del DAR y lixiviación de metales de los materiales de pared de tajo, de los botaderos Hanancocha, Miraflores y Rumiallana, así como también de las reservas del mineral (stock piles), concluimos lo siguiente:

5.1 Conclusiones

- Se realizó muestreo representativo de pared de tajo, botaderos y stock piles, para realizar los ensayos estáticos y cinéticos.
- En el tajo Raúl Rojas, según la evaluación geoquímica indicó material con potencial de generar acidez (PAG).
- En los botaderos Rumiallana y Miraflores la mayoría de roca de desmonte de los botaderos no tuvo, o fue bajo el potencial de generación de acidez y bajo lixiviado de metales.
- En el botadero Hanancocha, de acuerdo a la evaluación geoquímica, indicó material con potencial de generar acidez (PAG), debido a su alto contenido de sulfuros.
- En los stock piles de sulfuros (Pampa Seca zona sulfuros, Stock Pile Excelsior, Stock Piles 2, 2A, 7, 7B, 14), se observó generación de acidez y lixiviación de metales en muchas muestras.

5.2 Recomendaciones

- Pared de Tajo: colección de DAR y tratamiento.
- Stock Piles de Sulfuros (Stock Pile Pampa Seca (sulfuros), Stock Pile Excelsior, Stock Piles 2, 2A, 7, 7B, 14): colección de DAR y tratamiento.

- Stock Piles de Óxidos (Stock Pile Pampa Seca (óxidos): colección de LM y tratamiento.
- Botaderos Miraflores y Rumiallana: por la muy probable presencia de material PAG en zonas internas y la generación actual de filtraciones tipo DAR: cierre con geomembrana y revegetación, colección de DAR y tratamiento. Alternativamente se puede evaluar:
 - el uso de lodos o relaves tipo nonPAG para encapsular o reducir convección de aire e infiltración de agua en zonas de material PAG; y
 - el uso de material orgánico como basura doméstica para facilitar la reducción biológica de sulfuros, proceso que neutraliza acidez e inmoviliza metales pesados.
- Botadero Hanancocha: cierre con geomembrana y revegetación, colección de DAR y tratamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIRA (AMIRA International Ltd.), 2002. ARD Test Handbook – Prediction and Kinetic Control of Acid Mine Drainage. Environmental Geochemistry International Pty, Ltd., and Ian Wark Institute, University of South Australia.
- ASTM (American Society for Testing and Materials), 2001. Standard Test Method for Humidity Cell Tests.
- Baumgartner R., Fontboté L., Jobin Y., 2002. Carbonate hosted zinc-lead high-sulfidation mineralization at the Cerro de Pasco deposit, Peru. Abstract volume. XI Congreso Peruano de Geología, Lima, Resúmenes p.75
- Dold, B., Wade, C., Fontbote, L. – 2008, Water management for acid mine drainage control at the polymetallic Zn–Pb–(Ag–Bi–Cu) deposit Cerro de Pasco, Peru.
- GWl, 2007. Investigación Hidrogeológica de la Mina Subterránea y de las Facilidades Superficiales de la Unidad Minera Cerro de Pasco.
- INAP (International Network for Acid Prevention), 2009. Global Acid Rock Drainage (GARD) Guide. USA.
- International Finance Corporation (IFC), 2007. Environmental, Health and Safety Guidelines for Mining. USA
- Lawrence, R.W, 1990. Prediction of the Behavior of Mining and Processing Wastes in the Environment. In: Western Regional Symposium on Mining and Mineral Processing Wastes, Littleton, CO:AIME/SME Publication, Doyle FM (Ed), pp. 115-121

- MEND (Mine Environment Neutral Drainage), 2005. List of Potential Information Requirements in Metal Leaching/Acid Rock Drainage Assessment and Mitigation Work. MEND Report 5.10E.
- Price, W.A, 1997. DRAFT Guidelines and Recommended Methods for the Prediction of Metal Leaching and Acid Rock Drainage at Mine Sites in British Columbia. British Columbia Ministry of Employment and Investment, Energy and Minerals Division, 159 p.
- Smuda J., Dold B, Friese K, Morgenstern P., Glaesser W. Mineralogical and geochemical study of element mobility at the sulfide-rich Excelsior waste rock dump from the polymetallic Zn–Pb–(Ag–Bi–Cu) deposit, Cerro de Pasco, Peru. *Journal of Geochemical Exploration* 92 (2007) 97–110.
- Sobek, A.A. Schuller, J.R, Freeman and R.M, Smith, 1978. Field and Laboratory Methods Applicable to Overburdens and Minesoils. Report EPA 600/2-78-054, US National Technical Information Report PB-280 495.

- Anexo A. Muestreo geoquímico**
- Anexo B. Mapas**
- Anexo C1. Datos Geoquímicos Estáticos**
- Anexo C2. Datos Geoquímicos Cinéticos**
- Anexo D. Figuras – Tajo Raúl Rojas.**
- Anexo E. Figuras – Botaderos.**
- Anexo F. Figuras – Stock Piles**
- Anexo G. Figuras – Celdas de Humedad.**

Muestreo de la Evaluación e Identificación
Geoquímica de Desmontes, Mineral y Pared de
Tajo de la UEA Cerro de Pasco –Volcan Compañía
Minera

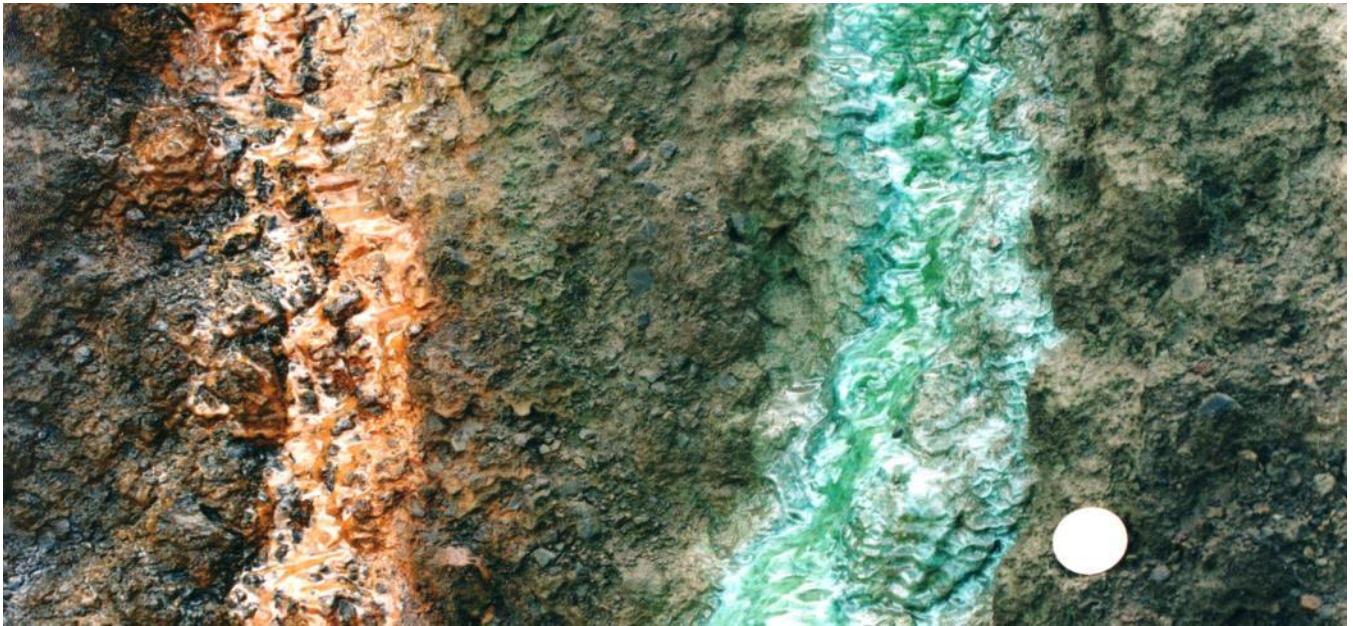


TABLA DE CONTENIDOS

1	Plan de Muestreo	1
2	primer Muestreo	2
3	Segundo Muestreo	6
4	Transporte de Muestras y Analisis	7

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2-1	Detalles de muestras geoquímicas tomadas de la pared de tajo Raúl Rojas, Cerro de Pasco	2
Tabla 2-3:	Detalles de muestras geoquímicas tomadas de botaderos, Cerro de Pasco	4
Tabla 2-4:	Detalles de muestras geoquímicas tomadas de Stock Piles, Cerro de Pasco	5

1 PLAN DE MUESTREO

Se ha llevado la revisión de los datos geológicos, mineralógicos, hidrológicos/hidroquímicos y climatológicos recopilados para el proyecto con el fin de obtener conocimientos acerca del entorno geológico ambiental inherente al proyecto y de la vulnerabilidad de los receptores hidrosféricos al DAR, así como de poder incorporar la información disponible y trazable.

Un Geoquímico Senior, ha realizado una visita de campo de tres días para definir la ubicación de los puntos de muestreo. Adicionalmente, en esta visita ya se tomó las muestras de pared de tajo, y la mayoría de las muestras de botaderos y stock piles. Durante esta visita, se ubicó los puntos donde se requiere la ejecución de calicatas. Después de la realización de las excavaciones indicadas por la consultora, un geólogo de campo subió a la UEA CdP los días 12 de marzo al 14 de marzo del 2012 para realizar la toma de las muestras. Sobre la base de la información disponible se ha tomado las siguientes muestras:

- Botadero de desmontes Hanancocha 40 muestras;
- Botadero de desmontes Rumiallana 14 muestras;
- Botadero de desmontes Miraflores 8 muestras;
- Tajo Abierto Raúl Rojas 30 muestras;
- Stock Piles – Pirita; 8 muestras
- Stock Piles – Minerales Oxidados 8 muestras;
- Stock Piles – Minerales Marginales 8 muestras; y
- QAQC 4 muestras

El número de muestras ha sido establecido en función de los criterios estadísticos de Price (1997); y la información disponible sobre la naturaleza de los desmontes y pilas de minerales que permite una reducción del número de muestras en algunas de las instalaciones. Las muestras serán enviadas al laboratorio ALS para los ensayos geoquímicos.

En los siguientes párrafos, se resume los dos muestreos.

2 PRIMER MUESTREO

Se tomó las siguientes muestras en el primer muestreo en la zona de pared de tajo:

Tabla 2-1 Detalles de muestras geoquímicas tomadas de la pared de tajo Raúl Rojas, Cerro de Pasco

CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS			DESCRIPCIÓN
		NORTE	ESTE	ALTITUD	
CdP-12-R001	Tajo "Raúl Rojas"	8819782	361948	4253	Roca Volcánica; color gris mediano, con clastos de más de 10 cm.; presencia de sulfuros diseminados, fresco, no oxidado, brechado.
CdP-12-R002	Tajo "Raúl Rojas"	8819572	361860	4275	Roca Volcánica; color gris mediano, con clastos de más de 10 cm.; Mayor cantidad de sulfuros diseminados, fresca, no oxidada, brechada; Superficie ligeramente meteorizada.
CdP-12-R003	Tajo "Raúl Rojas"	8819982	362040	4280	Cuerpo Pirita Sílice; muy poca presencia de mineral seco; roca principal es la Pirita.
CdP-12-R004	Tajo "Raúl Rojas"	8820130	362026	4271	Cuerpo mineralizado, abundante presencia de Sulfato de Cu; color gris oscuro; fuertemente fracturado.
CdP-12-R005	Tajo "Raúl Rojas"	8820075	362105	4283	Caliza oscura altamente fracturado con Carbonatos de Fe; meteorizado y afectado por drenaje ácido.
CdP-12-R006	Tajo "Raúl Rojas"	8820328	362085	4293	Caliza oscura altamente fracturado con Carbonatos de Fe; meteorizado y afectado por drenaje ácido; Se encuentra un poco más meteorizado.
CdP-12-R007	Tajo "Raúl Rojas"	8820012	362387	4296	Cuerpo Pb, Zn, Sulfuros; matriz oscura; meteorizado.
CdP-12-R008	Tajo "Raúl Rojas"	8819871	362473	4296	Roca Volcánica, brechado, con clastos variados de Cu, Calcita y pocos sulfuros.
CdP-12-R009	Tajo "Raúl Rojas"	8819784	362519	4303	Dique Tobásico, altamente alterado, aparente presencia de Sulfuros.
CdP-12-R010	Tajo "Raúl Rojas"	8819728	362584	4304	Caliza oscura, con abundante Carbonatos de Fe, parcialmente en vetillas, maciza, presencia de pocos Sulfuros.
CdP-12-R011	Tajo "Raúl Rojas"	8819626	362720	4311	Caliza parcialmente con Sulfuros fragmentados, color oscuro, abundante Carbonato de Fe.
CdP-12-R012	Tajo "Raúl Rojas"	8819461	362849	4328	Zona de oxidación de fuerte oxidación en contacto con Caliza, presencia de vetillas, sulfuros; material fuertemente oxidado y meteorizado.
CdP-12-R013	Tajo "Raúl Rojas"	8819314	362603	4330	Caliza, Carbonatos de Fe meteorizado, carbonatos de Calcio y parcialmente Mg.
CdP-12-R014	Tajo "Raúl Rojas"	8819177	362595	4347	Calizas fuertemente alteradas parcialmente Caolinizadas;

CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS			DESCRIPCIÓN
		NORTE	ESTE	ALTITUD	
					Concentración elevadas de arcillas; presencia de venillas de Sulfuros.
CdP-12-R015	Tajo "Raúl Rojas"	8818981	362011	4226	Cuerpo Sílice-Pirita macizo, parcialmente Sílice bambeado, presencia de minerales secundarios; oxidación en superficie.
CdP-12-R016	Tajo "Raúl Rojas"	8818909	362067	4215	Cuerpo Sílice-Pirita, presenta un poco mas de Sulfuros de otros metales, muy poca alteración.
CdP-12-R017	Tajo "Raúl Rojas"	8819128	362025	4180	Cuerpo Sílice-Pirita, presenta un poco más de Sulfuros de otros metales, muy poca alteración; presencia de Sulfatos.
CdP-12-R018	Tajo "Raúl Rojas"	8819225	361999	4188	No se encuentra macizo; Cuerpo Sílice-Pirita, presenta un poco más de Sulfuros de otros metales, muy poca alteración; presencia de Sulfatos.
CdP-12-R019	Tajo "Raúl Rojas"	8819611	362334	4101	Cuerpo mineralizado Pb-Zn, material fresco; presencia de Galena, Esfalerita.
CdP-12-R020	Tajo "Raúl Rojas"	8819577	362353	4105	Cuerpo Pb-Zn, abundante venillas con Galena y Esfalerita.
CdP-12-R021	Tajo "Raúl Rojas"	8819336	362334	4105	Contenido de Pb-Py, se encuentra mas bituminoso, arcilloso, plástico; color gris oscuro; abundante sulfuros diseminados.
CdP-12-R022	Tajo "Raúl Rojas"	8819212	362304	4093	Cuerpo Pb-Zn con Magnetita; roca maciza; color marrón claro a gris medio.
CdP-12-R023	Tajo "Raúl Rojas"	8819122	362269	4098	Roca maciza; abundantes Sulfuros. Muestra con duplicado.
CdP-12-R024	Tajo "Raúl Rojas"	8819122	362269	4098	Roca maciza; abundantes Sulfuros. Muestra duplicada de CdP-12-R023.
CdP-12-R025	Tajo "Raúl Rojas"	8819120	362247	4096	Excélsior, arcilloso, con Sulfuros diseminados; fresco; parcialmente mineralizado; color gris oscuro.
CdP-12-R026	Tajo "Raúl Rojas"	8819120	362247	4096	Excélsior, arcilloso, mayor presencia de Sulfuros diseminados; fresco; parcialmente mineralizado; color gris claro.
CdP-12-R027	Tajo "Raúl Rojas"	8818649	361876	4304	Zona de Óxidos; material muy oxidado; oquedades completamente rotas; presencia de limonita, otros óxidos; presencia de oro masivo, aparentemente.
CdP-12-R028	Tajo "Raúl Rojas"	8818662	362182	4324	Pacos de Caliza; material altamente fracturado con diferentes Óxidos de Fe.
CdP-12-R029	Tajo "Raúl Rojas"	8819239	362070	4151	Cuerpo Pirita-Sílice, zona más profunda; presencia de minerales secundarios.

Fuente: Elaborado por EAS.

En los botaderos, te tomo las siguientes muestras:

Tabla 2-2: Detalles de muestras geoquímicas tomadas de botaderos, Cerro de Pasco

CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS			DESCRIPCIÓN
		NORTE	ESTE	ALTITUD	
CdP-12-R048	Botadero "Hanancocha"	8819402	360824	4377	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R049	Botadero "Hanancocha"	8819487	360699	4363	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R050	Botadero "Hanancocha"	8819414	360743	4345	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R051	Botadero "Hanancocha"	8819341	360786	4343	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R052	Botadero "Hanancocha"	8819514	360709	4356	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R055	Botadero "Hanancocha"	8819270	360757	4348	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R056	Botadero "Hanancocha"	8819220	360717	4350	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R057	Botadero "Hanancocha"	8819311	360591	4368	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R058	Botadero "Hanancocha"	8819282	360518	4371	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R059	Botadero "Hanancocha"	8819402	360622	4376	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R060	Botadero "Hanancocha"	8819407	360524	4376	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R061	Botadero "Hanancocha"	8819402	360391	4375	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R062	Botadero "Hanancocha"	8819458	360434	4375	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R064	Botadero "Hanancocha"	8819621	360392	4428	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R066	Botadero "Hanancocha"	8819613	360480	4438	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R067	Botadero "Hanancocha"	8819681	360478	4431	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R068	Botadero "Hanancocha"	8819671	360395	4425	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R069	Botadero "Hanancocha"	8819597	360330	4428	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R091	Botadero "Miraflores"	8819360	361393	4368	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R092	Botadero "Miraflores"	8819282	361366	4355	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R093	Botadero "Miraflores"	8819310	361333	4349	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R094	Botadero "Miraflores"	8819310	361333	4349	Duplicado de CdP-12-R093
CdP-12-R095	Botadero "Miraflores"	8819437	361313	4353	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R096	Botadero "Miraflores"	8819384	361255	4345	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R097	Botadero "Miraflores"	8819291	3612667	4339	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R098	Botadero "Miraflores"	8819389	361163	4333	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R099	Botadero "Miraflores"	8819535	361518	4320	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R070	Botadero "Rumillana"	8820993	361619	4422	Calicata en zona de tope; material oxidado y carbonatos meteorizados.
CdP-12-R071	Botadero "Rumillana"	8820988	361705	4419	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R072	Botadero "Rumillana"	8820972	361802	4410	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R073	Botadero "Rumillana"	8820901	361679	4403	Material de pared; de cantera, material de construcción.
CdP-12-R074	Botadero "Rumillana"	8820901	361679	4403	Duplicado de CdP-12-R073
CdP-12-R075	Botadero "Rumillana"	8820912	361823	4401	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R076	Botadero "Rumillana"	8821120	361880	4388	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R077	Botadero "Rumillana"	8821121	361746	4387	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R078	Botadero "Rumillana"	8820959	361587	4409	Muestra tomada de calicata.

CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS			DESCRIPCIÓN
		NORTE	ESTE	ALTITUD	
CdP-12-R079	Botadero "Rumillana"	8820853	361656	4410	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R080	Botadero "Rumillana"	8821110	361304	4413	Roca Volcánica con presencia de Sulfuros.
CdP-12-R081	Botadero "Rumillana"	8821293	361245	4435	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R082	Botadero "Rumillana"	8821141	361186	4435	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R083	Botadero "Rumillana"	8821010	361335	4423	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R084	Botadero "Rumillana"	8821313	361717	4337	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R085	Botadero "Rumillana"	8820835	361911	4363	Muestra tomada de calicata.

Fuente: Elaborado por EAS.

En los Stock Piles de óxidos y de pirita, se tomó las siguientes muestras:

Tabla 2-3: Detalles de muestras geoquímicas tomadas de Stock Piles, Cerro de Pasco

CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS			DESCRIPCIÓN
		NORTE	ESTE	ALTITUD	
CdP-12-R053	Stock Pile "7B"	8819355	361122	4328	Presencia de Pirita.
CdP-12-R054	Stock Pile "7B"	8819255	361055	4332	Muestra tomada de calicata.
CdP-12-R030	Stock Pile "Pampa Seca"	8819111	360592	4295	Material 90% Piritoso.
CdP-12-R031	Stock Pile "Pampa Seca"	8818778	360307	4322	Muestra de calicata.
CdP-12-R032	Stock Pile "Pampa Seca"	8818911	360448	4338	Material Piritoso, tomado de calicata.
CdP-12-R033	Stock Pile "Pampa Seca"	8818911	360539	4305	Muestra tomada en drenaje.
CdP-12-R034	Stock Pile "Paragsha"	8818906	360089	4361	Óxidos, muestra tomada en la pared del material; muy oxidado.
CdP-12-R035	Stock Pile "Paragsha"	8818831	360165	4361	Óxidos, muestra tomada en la pared del material; muy oxidado.
CdP-12-R036	Stock Pile "Paragsha"	8819216	360229	4383	Óxidos, muestra tomada en la pared del material; muy oxidado.
CdP-12-R037	Stock Pile "Paragsha"	8819116	360261	4382	Material Oxidado, muestra tomada de calicata.
CdP-12-R038	Stock Pile "Paragsha"	8819058	360345	4383	Material Oxidado, muestra tomada de calicata.
CdP-12-R039	Stock Pile "Paragsha"	8819016	360236	4390	Plataforma de stock pile; calicata en zona central.
CdP-12-R040	Stock Pile "Paragsha"	8819061	360284	4389	Plataforma; toma de muestra en la pared del stock pile.
CdP-12-R041	Stock Pile "Paragsha"	8819033	360180	4390	Muestra tomada en la pared.
CdP-12-R086	Stock Pile 7	8819179	361287	4350	Presencia de Pirita.
CdP-12-R087	Stock Pile 7	8819179	361287	4350	Duplicado de CdP-12-R086
CdP-12-R088	Stock Pile 7	8819173	361087	4349	Presencia de Pirita.
CdP-12-R089	Stock Pile 7	8819233	360572	4357	Material, Piritas.
CdP-12-R090	Stock Pile 7	8819260	360384	4364	Material, Piritas.

Fuente: Elaborado por EAS.

3 SEGUNDO MUESTREO

Se realizó del 12 al 14 de marzo del 2012, el segundo muestreo, donde se tomó las siguientes muestras:

En los botaderos, se tomó las siguientes muestras:

Tabla 1: Detalles de muestras geoquímicas tomadas de botaderos, Cerro de Pasco

CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS			DESCRIPCIÓN
		NORTE	ESTE	ALTITUD	
CdP-12-R100	Botadero "Hanancocha"	8819096	360199	4393	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R101	Botadero "Hanancocha"	8819362	360281	4381	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R102	Botadero "Hanancocha"	8819419	360302	4379	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R103	Botadero "Hanancocha"	8819617	360315	4409	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R104	Botadero "Hanancocha"	8819684	360465	4420	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R105	Botadero "Hanancocha"	8819652	360483	4480	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R106	Botadero "Hanancocha"	8819648	360453	4423	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R107	Botadero "Hanancocha"	8819576	360532	4422	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R108	Botadero "Hanancocha"	8819431	360549	4375	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R109	Botadero "Hanancocha"	8819412	360584	4371	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R110	Botadero "Hanancocha"	8819617	360315	4409	Duplicado de CdP-12-R103
CdP-12-R042	Botadero "Hanancocha"	8819344	360845	4363	Muestra tomada en calicata en zona tope.
CdP-12-R043	Botadero "Hanancocha"	8819313	360871	4367	Muestra tomada en calicata en zona tope.
CdP-12-R044	Botadero "Hanancocha"	8819348	360889	4370	Muestra tomada en calicata en zona tope.
CdP-12-R045	Botadero "Hanancocha"	8819390	360871	4367	Muestra tomada en calicata en zona tope.
CdP-12-R046	Botadero "Hanancocha"	8819440	360854	4366	Muestra tomada en calicata en zona tope.
CdP-12-R047	Botadero "Hanancocha"	8819475	360796	4366	Muestra tomada en calicata en zona tope.
CdP-12-R063	Botadero "Hanancocha"	8819559	360349	4425	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R065	Botadero "Hanancocha"	8819603	360406	4424	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R117	Botadero "Rumillana"	8820590	361866	4341	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R118	Botadero "Rumillana"	8820590	361866	4341	Duplicado de CdP-12-R117
CdP-12-R119	Botadero "Rumillana"	8820652	361843	4358	Muestra tomada de pared. Roca Volcánica con presencia de Sulfuros
CdP-12-R120	Botadero "Rumillana"	8820975	361897	4372	Muestra tomada de pared.

Fuente: Elaborado por EAS.

En los Stock Piles de óxidos y de pirita, se tomó las siguientes muestras:

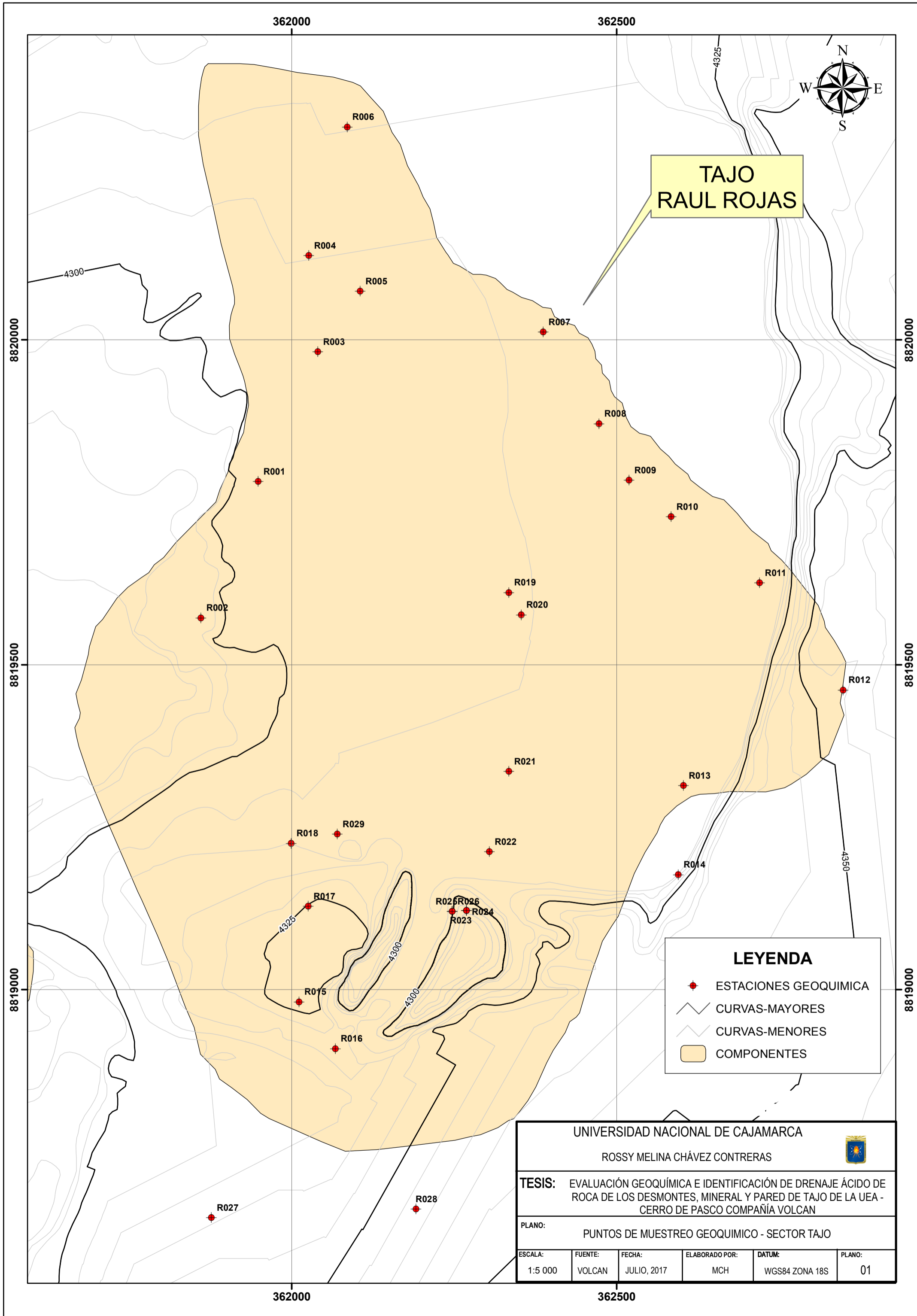
Tabla 2: Detalles de muestras geoquímicas tomadas de Stock Piles, Cerro de Pasco

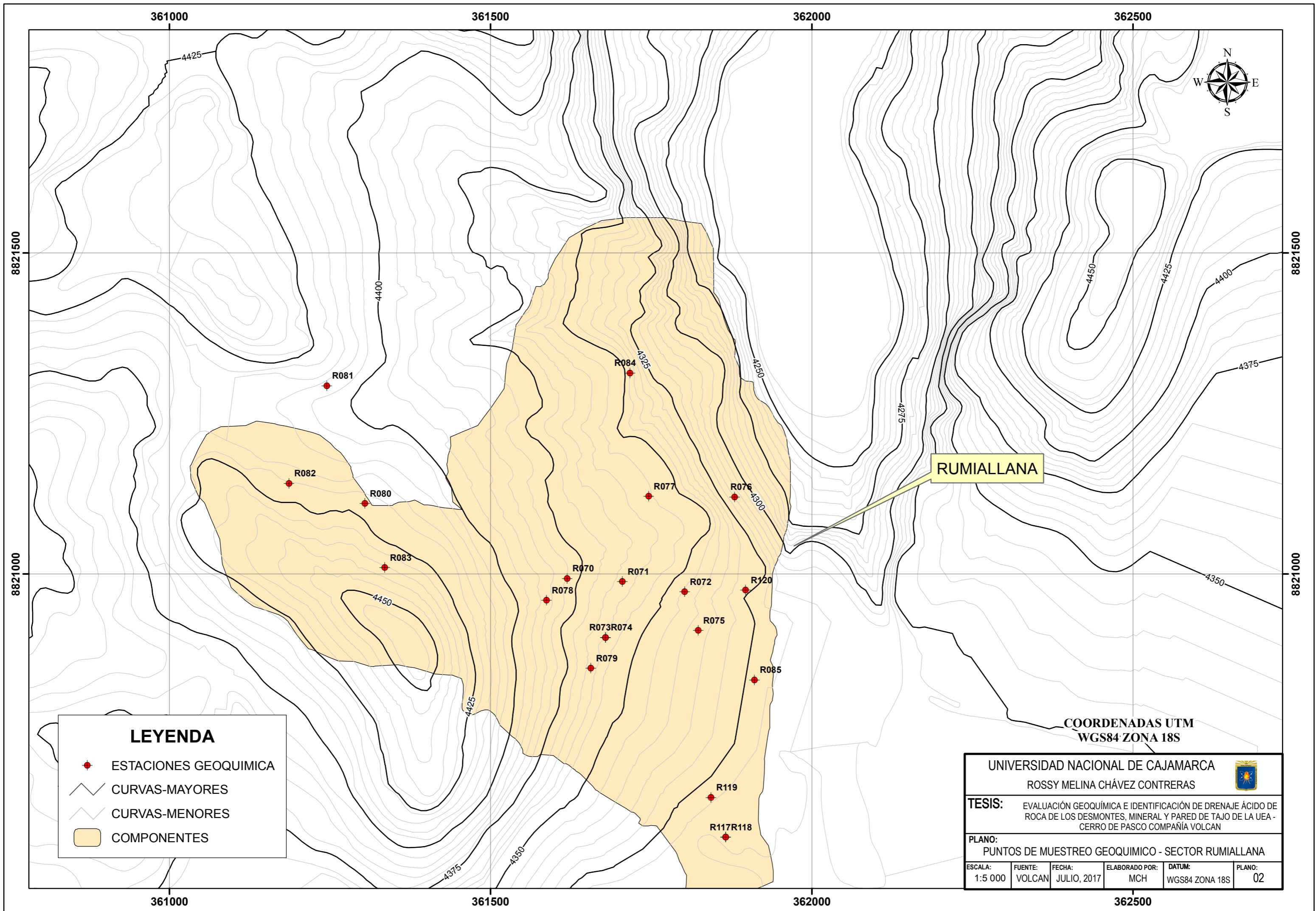
CÓDIGO	INSTALACIÓN	COORDENADAS			DESCRIPCIÓN
		NORTE	ESTE	ALTITUD	
CdP-12-R111	Stock Pile "Paragsha"	8819647	361033	4330	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R112	Stock Pile "Paragsha"	8819516	361293	4325	Muestra tomada de pared.
CdP-12-R113	Stock Pile 7	8819085	360713	4326	Presencia de Pirita.
CdP-12-R114	Stock Pile – 2A	8818673	361171	4312	Muestra tomada de pared. Presencia de Pirita.
CdP-12-R115	Stock Pile – 2A	8818814	361404	4322	Muestra tomada de pared. Presencia de Pirita.
CdP-12-R116	Stock Pile – 2A	8818825	361341	4321	Muestra tomada de pared. Presencia de Pirita.

Fuente: Elaborado por EAS.

4 TRANSPORTE DE MUESTRAS Y ANALISIS

Todas las muestras fueron transportados con guía via camioneta al laboratorio ALS Environmental para el análisis geoquímico. No hubo problemas durante del transporte. ALS reportó la entrega de las muestras intactas.





361000 361500 362000 362500

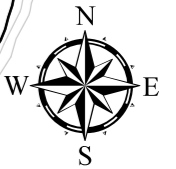
8821500

8821500

8821000

8821000

361000 361500 362000 362500



RUMIALLANA

**COORDENADAS UTM
WGS84 ZONA 18S**

LEYENDA

- ESTACIONES GEOQUIMICA
- CURVAS-MAYORES
- CURVAS-MENORES
- COMPONENTES

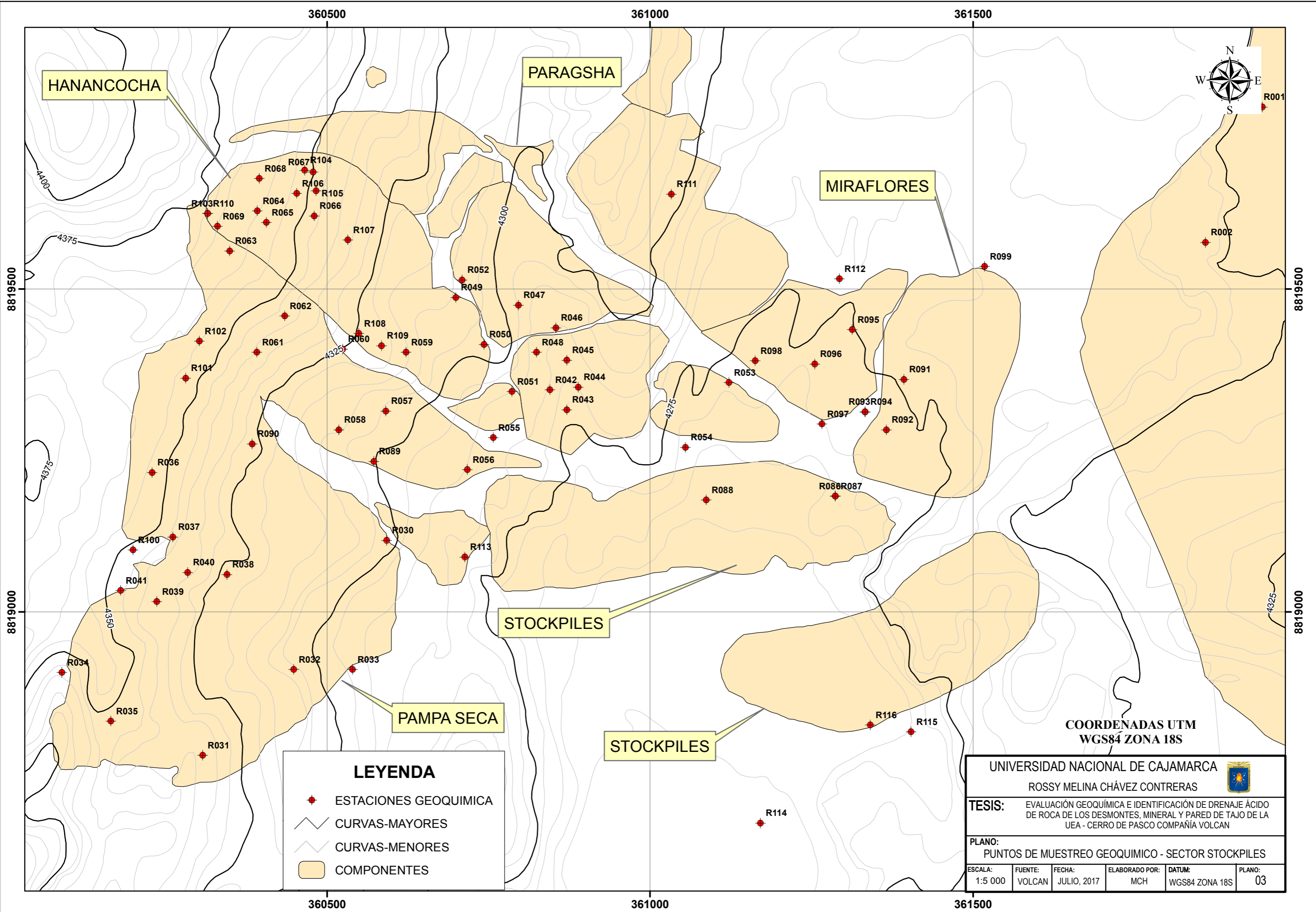
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA 

ROSSY MELINA CHÁVEZ CONTRERAS

TESIS: EVALUACIÓN GEOQUÍMICA E IDENTIFICACIÓN DE DRENAJE ÁCIDO DE ROCA DE LOS DESMONTES, MINERAL Y PARED DE TAJO DE LA UEA - CERRO DE PASCO COMPAÑÍA VOLCAN

PLANO: PUNTOS DE MUESTREO GEOQUIMICO - SECTOR RUMIALLANA

ESCALA: 1:5 000	FUENTE: VOLCAN	FECHA: JULIO, 2017	ELABORADO POR: MCH	DATUM: WGS84 ZONA 18S	PLANO: 02
--------------------	-------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	--------------



HANANCOCHA

PARAGSHA





MIRAFLORES

STOCKPILES

PAMPA SECA

STOCKPILES

LEYENDA

-  ESTACIONES GEOQUIMICA
-  CURVAS-MAYORES
-  CURVAS-MENORES
-  COMPONENTES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA 

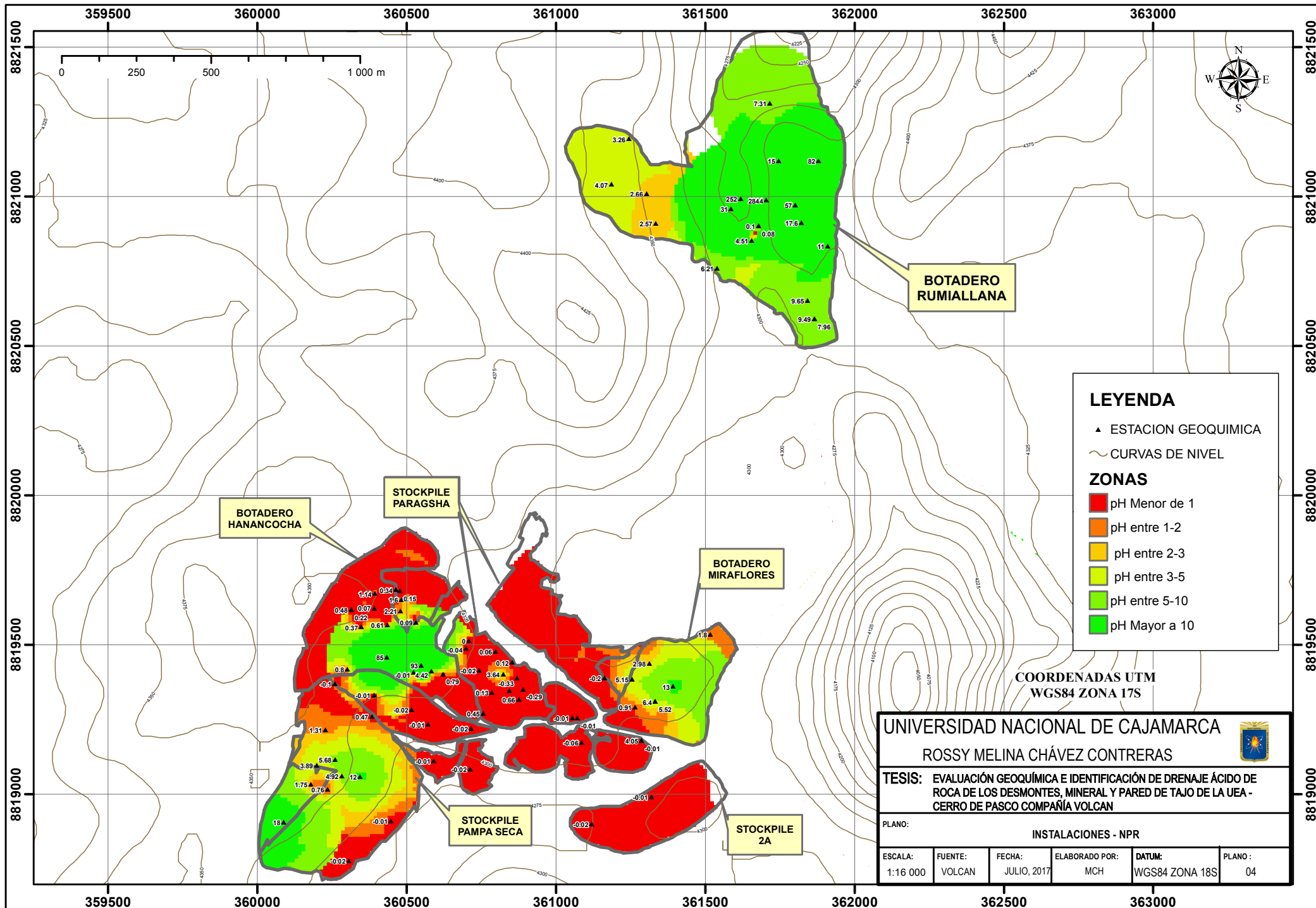
ROSSY MELINA CHÁVEZ CONTRERAS

TESIS: EVALUACIÓN GEOQUÍMICA E IDENTIFICACIÓN DE DRENAJE ÁCIDO DE ROCA DE LOS DESMONTES, MINERAL Y PARED DE TAJO DE LA UEA - CERRO DE PASCO COMPAÑÍA VOLCAN

PLANO: PUNTOS DE MUESTREO GEOQUÍMICO - SECTOR STOCKPILES

ESCALA: 1:5 000	FUENTE: VOLCAN	FECHA: JULIO, 2017	ELABORADO POR: MCH	DATUM: WGS84 ZONA 18S	PLANO: 03
--------------------	-------------------	-----------------------	-----------------------	--------------------------	--------------

COORDENADAS UTM
WGS84 ZONA 18S



LEYENDA

- ▲ ESTACION GEOQUIMICA
- ~ CURVAS DE NIVEL

ZONAS

- pH Menor de 1
- pH entre 1-2
- pH entre 2-3
- pH entre 3-5
- pH entre 5-10
- pH Mayor a 10

BOTADERO RUMIALLANA

BOTADERO HANANCOCHA

STOCKPILE PARAGSHA

BOTADERO MIRAFLORES

STOCKPILE PAMPA SECA

STOCKPILE 2A



Instalación	Sample	Eferves	MPA	AP	NAG(pH4.5)	NAG(pH7.0)	NNP	NP	CaNP	pH-Pasta	pH(ox.)	NP/MPA	NPR	CaNPR	SO4(lxiviable)		SO4(total)		Sulfuro		S(total)		C inorganic	
			t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t	Kg H2SO4/Ton	Kg H2SO4/Ton	t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t						t CaCO3/1000t	% S	% S	% S	% S	%	%	%	%	
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R001	3.00	56.20	53.75	<0.1	<0.1	44.00	100.00	100.83	7.77	8.60	1.78	1.86	1.88	0.04	0.08	1.72	1.80	1.21					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R002	4.00	38.10	36.25	<0.1	<0.1	68.00	106.00	101.66	7.66	8.50	2.78	2.92	2.80	0.02	0.06	1.16	1.22	1.22					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R003	1.00	1670.00	1665.63	250.00	343.00	-1688.00	-16.00	0.83	2.54	2.00	0.00	-0.01	0.00	0.16	0.20	53.30	>50	0.01					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R004	1.00	80.00	61.56	38.20	58.00	-99.00	-19.00	6.67	3.03	2.50	0.00	-0.31	0.11	0.59	0.59	1.97	2.56	0.08					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R005	4.00	27.20	20.63	<0.1	<0.1	398.00	425.00	394.98	8.10	8.40	15.60	20.61	19.15	0.17	0.21	0.66	0.87	4.74					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R006	4.00	20.60	14.69	<0.1	<0.1	736.00	757.00	768.29	8.26	8.80	36.70	51.54	52.31	0.17	0.19	0.47	0.66	9.22					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R007	4.00	215.00	212.19	<0.1	<0.1	24.60	88.00	303.00	672.47	6.54	4.40	1.41	1.43	3.17	0.06	0.08	6.79	6.87	8.07				
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R008	4.00	31.90	30.94	<0.1	<0.1	719.00	751.00	771.63	8.19	8.60	23.50	24.27	24.94	0.01	0.03	0.99	1.02	9.26					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R009	2.00	139.00	132.81	<0.1	13.60	-98.00	41.00	249.15	5.47	6.00	0.29	0.31	1.88	0.19	0.21	4.25	4.46	2.99					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R010	4.00	17.50	16.88	<0.1	<0.1	958.00	976.00	1016.61	8.38	8.80	55.80	57.84	60.24	<0.01	0.02	0.54	0.56	12.20					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R011	3.00	61.90	60.31	<0.1	0.50	151.00	213.00	577.47	6.22	6.80	3.44	3.53	9.57	0.03	0.05	1.93	1.98	6.93					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R012	2.00	31.20	20.94	<0.1	<0.1	24.00	55.00	82.50	5.61	7.10	1.76	2.63	3.94	0.33	0.33	0.67	1.00	0.99					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R013	4.00	0.90	0.63	<0.1	<0.1	902.00	903.00	966.62	8.45	8.80	1000.00	1444.80	1546.59	<0.01	0.01	0.02	0.03	11.60					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R014	4.00	1.60	0.94	<0.1	<0.1	735.00	737.00	726.63	7.99	8.60	461.00	786.13	775.07	0.01	0.02	0.03	0.05	8.72					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R015	1.00	1350.00	1337.50	581.00	887.00	-1363.00	-13.00	1.67	2.34	1.50	0.00	-0.01	0.00	0.37	0.37	42.80	43.20	0.02					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R016	1.00	1570.00	1562.50	406.00	519.00	-1584.00	-12.00	3.33	2.75	1.60	0.00	-0.01	0.00	0.31	0.34	50.00	>50	0.04					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R017	1.00	1660.00	1650.00	554.00	983.00	-1684.00	-21.00	3.33	4.23	1.70	0.00	-0.01	0.00	0.35	0.40	52.80	>50	0.04					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R018	1.00	1080.00	1068.75	364.00	514.00	-1107.00	-23.00	3.33	1.25	1.80	0.00	-0.02	0.00	0.45	0.46	34.20	34.70	0.04					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R019	2.00	190.00	186.56	<0.1	67.40	-179.00	11.00	270.82	5.75	4.60	0.06	0.06	1.45	0.11	0.11	5.97	6.08	3.25					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R020	3.00	127.00	125.94	<0.1	17.40	21.00	148.00	868.30	6.23	5.90	1.16	1.18	5.31	0.04	0.04	4.03	4.07	8.02					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R021	1.00	77.20	72.19	38.20	48.40	-78.00	-1.00	0.83	5.21	2.50	0.00	-0.01	0.01	0.13	0.16	2.31	2.47	0.01					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R022	3.00	65.00	63.44	<0.1	1.90	197.00	262.00	788.29	6.41	6.40	4.03	4.13	12.43	0.03	0.05	2.03	2.08	9.46					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R023	2.00	1100.00	1084.38	334.00	533.00	-1102.00	1.00	158.33	4.96	1.80	0.00	0.00	0.15	0.63	0.64	34.70	35.30	1.90					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R024	2.00	559.00	537.50	118.00	309.00	-539.00	20.00	299.15	4.73	2.20	0.04	0.04	0.56	0.64	0.69	17.20	17.90	3.59					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R025	2.00	135.00	133.13	51.20	62.80	-76.00	59.00	73.33	7.57	2.40	0.44	0.44	0.55	0.03	0.06	4.26	4.32	0.88					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R026	4.00	2.80	1.25	<0.1	<0.1	63.00	66.00	43.33	8.00	9.70	23.60	52.80	34.66	0.02	0.05	0.04	0.09	0.52					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R027	1.00	15.00	9.69	<0.1	1.90	-14.00	1.00	6.67	5.98	5.20	0.07	0.10	0.69	0.17	0.17	0.31	0.48	0.08					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R028	1.00	7.80	4.06	<0.1	1.50	-9.00	-1.00	3.33	5.80	4.30	0.00	-0.25	0.82	0.12	0.12	0.13	0.25	0.04					
Tajo "Raúl Rojas"	CdP-12-R029	1.00	1380.00	1359.38	486.00	771.00	-1395.00	-20.00	1.67	2.01	1.80	0.00	-0.01	0.00	0.45	0.46	43.50	44.00	0.02					
	MINIMO	1.00	0.90	0.63	<0.1	<0.1	-1688.00	-23.00	0.83	1.25	1.50	0.00	-0.31	0.00	<0.01	0.01	0.02	0.03	0.01					
	MÁXIMO	4.00	1670.00	1665.63	581.00	983.00	958.00	976.00	1016.61	8.45	9.70	1000.00	1444.80	1546.59	0.64	0.69	53.30	>50	12.20					
	MEDIANA	2.00	77.20	63.44	334.00	62.80	-9.00	55.00	101.66	5.98	5.20	0.44	0.44	1.88	0.16	0.16	2.03	2.03	1.22					
	PROMEDIO	2.37	390.36	397.39	292.78	271.42	-214.23	218.13	302.14	5.71	5.24	54.45	84.69	88.22	0.21	0.21	12.72	8.39	3.63					
Stock Pile "Pampa Seca" Sulf	CdP-12-R031	1.00	1240.00	1228.13	522.00	728.00	-1264.00	-23.00	0.83	4.46	1.70	0.0000	-0.02	0.0007	0.36	0.37	39.30	39.70	0.01					
Stock Pile "Pampa Seca" Sulf	CdP-12-R032	1.00	1150.00	1137.50	460.00	701.00	-1163.00	-13.00	0.83	4.38	1.80	0.0000	-0.01	0.0007	0.41	0.41	36.40	36.80	0.01					
Stock Pile "Pampa Seca" Sulf	CdP-12-R033	1.00	1280.00	1265.63	430.00	521.00	-1299.00	-18.00	0.83	3.31	1.70	0.0000	-0.01	0.0007	0.52	0.52	40.50	41.00	0.01					
Stock Pile "Pampa Seca" Sulf	CdP-12-R056	1.00	1100.00	1081.25	266.00	403.00	-1127.00	-24.00	0.83	2.78	1.90	0.0000	-0.02	0.0008	0.65	0.69	34.60	35.30	0.01					
Stock Pile "Pampa Seca" Sulf	CdP-12-R057	1.00	1320.00	1303.13	563.00	816.00	-1341.00	-22.00	0.83	1.03	1.60	0.0000	-0.02	0.0006	0.43	0.47	41.70	42.20	0.01					
Stock Pile "Pampa Seca" Sulf	CdP-12-R058	1.00	1030.00	1025.00	435.00	659.00	-1054.00	-20.00	2.50	4.12	1.80	0.00	-0.02	0.00	0.30	0.32	32.80	33.10	0.03					
	MINIMO	1.00	1030.00	1025.00	266.00	403.00	-1341.00	-24.00	0.83	1.03	1.60	0.00	-0.02	0.00	0.30	0.32	32.80	33.10	0.01					
	MÁXIMO	1.00	1320.00	1303.13	563.00	816.00	-1054.00	-20.00	2.50	4.46	1.90	0.00	-0.01	0.00	0.65	0.69	41.70	42.20	0.03					
	MEDIANA	1.00	1195.00	1182.81	447.50	680.00	-1213.50	-21.00	0.83	3.72	1.75	0.00	-0.02	0.00	0.42	0.44	37.85	38.25	0.01					
	PROMEDIO	1.00	1186.67	1173.44	446.00	638.00	-1208.00	-20.00	1.11	3.35	1.75	0.00	-0.02	0.00	0.45	0.46	37.55	38.02	0.01					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R034	4.00	32.80	31.56	<0.1	<0.1	539.00	572.00	711.63	8.18	8.10	17.40	18.12	22.55	0.04	0.04	1.01	1.05	8.54					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R035	4.00	47.20	45.00	<0.1	<0.1	252.00	299.00	604.97	8.03	8.00	6.33	6.64	13.44	0.06	0.07	1.44	1.51	7.26					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R036	3.00	93.10	90.00	<0.1	3.40	25.00	118.00	530.81	6.96	6.20	1.27	1.31	5.90	0.10	0.10	2.88	2.98	6.37					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R037	3.00	25.90	25.00	<0.1	<0.1	116.00	142.00	623.30	7.71	7.70	5.48	5.68	24.93	0.03	0.03	0.80	0.83	7.48					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R038	4.00	50.90	50.31	<0.1	<0.1	549.00	600.00	854.12	8.08	8.00	11.80	11.93	16.98	0.01	0.02	1.61	1.63	10.25					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R039	2.00	20.30	18.44	<0.1	<0.1	-6.00	14.00	319.15	6.61	7.00	0.69	0.76	17.31	0.06	0.06	0.59	0.65	3.83					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R040	4.00	123.00	120.00	<0.1	<0.1	467.00	590.00	719.13	7.98	7.80	4.80	4.92	5.99	0.07	0.09	3.84	3.93	8.63					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R041	4.00	312.00	298.75	<0.1	<0.1	210.00	522.00	522.47	7.48	7.80	1.67	1.75	1.75	0.42	0.42	9.56	9.98	6.27					
Stock Pile "Pampa Seca" Ox	CdP-12-R100	4.00	114.00	112.19	<0.1	<0.1	322.00	436.00	784.13	7.75	7.80	3.82	3.89	6.99	0.03	0.03	6.00	3.59	3.65	9.41				
	MINIMO	2.00	20.30	18.44	0.00	3.40	-6.00	14.00	319.15	6.61	6.20	0.69	0.76	1.75	0.01	0.02	0.59	0.65	3.83					
	MÁXIMO	4.00	312.00	298.75	0.00	3.40	549.00	600.00	854.12	8.18	8.10	17.4												



Instalación	Sample	Eferves	MPA	AP	NAG(pH4.5)	NAG(pH7.0)	NNP	NP	CaNP	pH-Pasta	pH(ox.)	NP/MPA	NPR	CaNPR	SO4(Iixivable)	SO4(total)	Sulfuro	S(total)	C inorganic
			t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t	Kg H2SO4/Ton	Kg H2SO4/Ton	t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t						% S	% S	% S	%	
Stock Pile "Paragsha"	CdP-12-R049	1.00	344.00	310.00	41.70	73.60	-357.00	-13.00	10.83	3.20	2.60	0.00	-0.04	0.03	1.08	1.08	9.92	11.00	0.13
Stock Pile "Paragsha"	CdP-12-R050	1.00	228.00	186.56	39.10	66.10	-230.00	-3.00	18.33	4.10	2.60	0.00	-0.02	0.10	1.28	1.31	5.97	7.28	0.22
Stock Pile "Paragsha"	CdP-12-R051	2.00	506.00	471.88	177.00	226.00	-443.00	63.00	104.16	5.88	2.10	0.12	0.13	0.22	1.01	1.06	15.10	16.20	1.25
Stock Pile "Paragsha"	CdP-12-R052	1.00	71.90	41.25	19.80	24.20	-72.00	0.00	10.83	4.82	2.80	0.00	0.00	0.26	0.95	0.98	1.32	2.30	0.13
Stock Pile "Paragsha"	CdP-12-R055	2.00	87.20	65.94	<0.1	10.20	-57.00	30.00	171.66	5.28	4.80	0.34	0.45	2.60	0.68	0.68	2.11	2.79	2.06
Stock Pile "Paragsha"	CdP-12-R111	1.00	14.70	7.50	<0.1	<0.1	-9.00	6.00	14.17	6.95	6.90	0.41	0.80	1.89	0.22	0.23	0.24	0.47	0.17
Stock Pile "Paragsha"	CdP-12-R112	1.00	84.10	46.88	23.70	30.40	-86.00	-2.00	7.50	5.13	2.80	0.00	-0.04	0.16	1.16	1.19	1.50	2.69	0.09
	MINIMO	1.00	14.70	7.50	<0.1	<0.1	-443.00	-13.00	0.83	3.20	2.10	0.00	-0.33	0.03	0.20	0.20	0.24	0.47	0.01
	MÁXIMO	3.00	506.00	471.88	177.00	226.00	18.00	63.00	171.66	6.95	7.70	2.16	3.64	7.26	1.28	81.00	15.10	16.20	2.06
	MEDIANA	1.00	51.10	21.88	21.75	10.20	-51.00	0.50	11.25	5.21	3.75	0.00	0.03	0.24	0.75	0.86	0.70	1.64	0.14
	PROMEDIO	1.40	113.51	89.26	38.28	40.98	-127.53	8.43	31.37	5.15	4.51	0.22	0.36	1.02	0.75	6.50	2.86	3.63	0.38
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R059	2.00	32.50	30.31	<0.1	0.50	-8.00	24.00	474.14	6.60	6.80	0.74	0.79	15.64	0.06	0.07	0.97	1.04	5.69
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R060	1.00	1280.00	1259.38	438.00	681.00	-1298.00	-17.00	5.83	4.31	1.80	0.00	-0.01	0.00	0.71	0.74	40.30	41.00	0.07
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R061	1.00	1180.00	1162.50	528.00	695.00	-1192.00	-17.00	1.67	2.11	1.50	0.00	-0.01	0.00	0.40	0.43	37.20	37.60	0.02
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R062	4.00	12.20	10.94	<0.1	<0.1	924.00	936.00	966.62	8.50	8.70	76.70	85.58	88.38	0.02	0.04	0.35	0.39	11.60
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R063	2.00	1000.00	112.50	267.00	377.00	-958.00	42.00	116.66	4.77	1.90	0.04	0.37	1.04	0.41	0.45	3.60	32.00	1.40
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R064	3.00	941.00	928.13	354.00	477.00	-879.00	62.00	115.83	5.46	1.80	0.07	0.07	0.12	0.34	0.38	29.70	30.10	1.39
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R065	2.00	928.00	71.88	246.00	365.00	-884.00	44.00	157.49	4.37	2.00	0.05	0.61	2.19	0.38	0.41	2.30	29.70	1.89
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R066	4.00	180.00	168.13	<0.1	<0.1	191.00	371.00	428.31	7.51	7.40	2.06	2.21	2.55	0.35	0.38	5.38	5.76	5.14
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R067	2.00	306.00	290.63	10.20	95.50	-263.00	43.00	264.15	6.51	3.60	0.14	0.15	0.91	0.46	0.49	9.30	9.79	3.17
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R068	3.00	183.00	169.06	<0.1	<0.1	9.00	192.00	240.82	7.54	7.90	1.05	1.14	1.42	0.42	0.44	5.41	5.85	2.89
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R069	1.00	1340.00	1321.88	574.00	790.00	-1354.00	-16.00	0.83	1.87	1.60	0.00	-0.01	0.00	0.26	0.47	42.30	42.80	0.01
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R101	1.00	1280.00	150.00	211.00	273.00	-1299.00	-15.00	0.83	2.14	2.10	0.00	-0.10	0.01	0.24	0.28	4.80	41.10	0.01
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R102	3.00	298.00	295.00	<0.1	14.90	-62.00	236.00	445.81	7.16	4.50	0.79	0.80	1.51	0.08	0.08	9.44	9.52	5.35
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R103	3.00	741.00	731.25	105.00	199.00	-582.00	159.00	290.82	6.82	2.40	0.21	0.22	0.40	0.32	0.34	23.40	23.70	3.49
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R104	2.00	218.00	195.31	3.40	41.40	-150.00	67.00	236.65	5.99	4.00	0.31	0.34	1.21	0.70	0.71	6.25	6.96	2.84
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R105	3.00	122.00	117.50	<0.1	<0.1	66.00	188.00	469.14	7.40	7.60	1.53	1.60	3.99	16.00	0.16	3.76	3.92	5.63
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R106	2.00	1120.00	1103.13	257.00	340.00	-1080.00	39.00	85.00	6.00	1.90	0.03	0.04	0.08	0.44	47.00	35.30	35.80	1.02
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R107	2.00	361.00	359.38	54.70	105.00	-328.00	33.00	87.50	7.23	2.70	0.09	0.09	0.24	0.06	0.06	11.50	11.55	1.05
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R108	4.00	10.00	9.06	<0.1	<0.1	835.00	845.00	866.62	8.87	8.40	8.5	93.24	95.63	0.02	3.00	0.29	0.32	10.40
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R109	4.00	171.00	170.31	<0.1	<0.1	581.00	752.00	792.46	8.61	7.90	4.39	4.42	4.65	0.03	0.03	5.45	5.48	9.51
Botadero "Hanancocha"	CdP-12-R110	3.00	436.00	418.75	1.50	40.70	-234.00	202.00	325.82	6.86	4.20	0.46	0.48	0.78	0.58	0.59	13.40	13.95	3.91
	MINIMO	1.00	10.00	9.06	<0.1	<0.1	-1354.00	-17.00	0.83	2.11	1.50	0.00	-0.10	0.00	0.02	0.03	0.29	0.32	0.01
	MÁXIMO	4.00	1340.00	1321.88	574.00	790.00	924.00	936.00	966.62	8.87	8.70	76.70	93.24	95.63	16.00	47.00	42.30	42.80	11.60
	MEDIANA	2.00	361.00	195.31	246.00	273.00	-263.00	62.00	240.82	6.71	3.60	0.18	0.37	1.04	0.37	0.40	6.25	11.55	2.89
	PROMEDIO	2.48	578.08	432.14	234.60	299.67	-379.29	198.57	303.48	6.24	4.32	7.52	9.14	10.51	1.10	2.80	14.48	18.49	3.64
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R070	4.00	7.80	3.13	<0.1	<0.1	781.00	789.00	819.96	8.05	8.30	101.00	252.48	262.39	0.06	0.15	0.10	0.25	9.84
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R071	4.00	2.80	0.31	<0.1	<0.1	886.00	889.00	912.45	8.23	8.30	318.00	2844.80	2919.85	0.03	0.09	0.01	0.09	10.95
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R072	4.00	17.50	14.38	<0.1	<0.1	804.00	822.00	879.12	8.31	8.20	47.00	57.18	61.16	0.04	0.10	0.46	0.56	10.55
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R073	2.00	86.20	82.19	<0.1	10.60	-78.00	8.00	526.64	6.05	5.30	0.09	0.10	6.41	0.10	0.13	2.63	2.76	6.32
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R074	2.00	87.20	83.44	<0.1	11.10	-80.00	7.00	515.81	6.10	5.60	0.08	0.08	6.18	0.11	0.12	2.67	2.79	6.19
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R075	4.00	27.80	26.25	<0.1	<0.1	434.00	462.00	682.46	7.99	7.80	16.60	17.60	26.00	0.01	0.05	0.84	0.89	8.19
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R076	3.00	5.60	1.88	<0.1	<0.1	148.00	154.00	129.99	7.70	8.30	27.50	82.13	69.33	0.10	0.12	0.06	0.18	1.56
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R077	4.00	40.00	33.13	<0.1	<0.1	448.00	488.00	594.97	7.64	7.80	12.20	14.73	17.96	0.19	0.22	1.06	1.28	7.14
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R078	4.00	28.80	24.06	<0.1	<0.1	716.00	745.00	818.29	8.14	8.00	25.90	30.96	34.01	0.10	0.15	0.77	0.92	9.82
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R079	4.00	82.80	78.13	<0.1	<0.1	269.00	352.00	535.81	7.75	7.90	4.25	4.51	6.86	0.11	0.15	2.50	2.65	6.43
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R080	4.00	62.80	60.94	<0.1	<0.1	99.00	162.00	115.83	8.19	8.40	2.58	2.66	1.90	0.03	0.06	1.95	2.01	1.39
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R081	4.00	55.00	53.75	<0.1	<0.1	120.00	175.00	125.83	8.15	8.20	3.18	3.26	2.34	0.03	0.04	1.72	1.76	1.51
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R082	4.00	77.50	72.19	<0.1	<0.1	216.00	294.00	251.65	8.00	8.00	3.79	4.07	3.49	0.15	0.17	2.31	2.48	3.02
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R083	4.00	64.40	63.13	<0.1	<0.1	98.00	162.00	124.16	8.12	8.10	2.52	2.57	1.97	0.03	0.04	2.02	2.06	1.49
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R084	4.00	115.00	108.13	<0.1	<0.1	675.00	790.00	779.96	7.94	7.90	6.87	7.31	7.21	0.20	0.22	3.46	3.68	9.36
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R085	4.00	40.00	35.00	<0.1	<0.1	339.00	379.00	399.15	7.56	8.00	9.48	10.83	11.40	0.13	0.16	1.12	1.28	4.79
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R117	4.00	76.20	73.13	<0.1	<0.1	506.00	582.00	657.47	7.98	7.80	7.63	7.96	8.99	0.10	0.10	2.34	2.44	7.89
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R118	4.00	56.90	54.38	<0.1	<0.1	459.00	516.00	551.64	8.07	7.70	9.07	9.49	10.15	0.07	0.08	1.74	1.82	6.62
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R119	4.00	66.60	63.44	<0.1	<0.1	545.00	612.00	742.46	8.01	7.90	9.19	9.65	11.70	0.07	0.10	2.03	2.13	8.91
Botadero "Rumillana"	CdP-12-R120	3.00	73.40	69.69	<0.1	<0.1	360.00	433.00	594.97	7.93	7.90	5.90	6.21	8.54	0.10	0.12	2.23	2.35	7.14
	MINIMO	2.00	2.80	0.31	<0.1	<0.1	-80.00	7.00	115.83	6.05	5.30	0.08	0.08	1.90	0.01	0.04	0.01	0.09	1.39
	MÁXIMO	4.00	115.00	108.13	0.00	11.10	886.00	889.00	912.45	8.31	8.40	318.00	2844.80	2919.85	0.20	0.22	3.46	3.68	10.95
	MEDIANA	4.00	59.85	57.66	0.00	11.10	397.00	447.50	573.30	8.00	7.95	8.35	8.72						



Instalación	Sample	Eferves	MPA	AP	NAG(pH4.5)	NAG(pH7.0)	NNP	NP	CaNP	pH-Pasta	pH(ox.)	NP/MPA	NPR	CaNPR	SO4(lixiviable)	SO4(total)	Sulfuro	S(total)	C inorganic
			t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t	Kg H2SO4/Ton	Kg H2SO4/Ton	t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t	t CaCO3/1000t						% S	% S	% S	%	
Botadero "Miraflores"	CdP-12-R094	4.00	105.00	94.69	<0.1	<0.1	501.00	606.00	709.96	7.82	7.70	5.77	6.40	7.50	0.29	0.33	3.03	3.36	8.52
Botadero "Miraflores"	CdP-12-R095	3.00	55.00	50.63	<0.1	<0.1	96.00	151.00	394.15	7.24	7.40	2.75	2.98	7.79	0.12	0.14	1.62	1.76	4.73
Botadero "Miraflores"	CdP-12-R096	3.00	35.90	31.25	<0.1	<0.1	125.00	161.00	558.30	6.92	7.10	4.48	5.15	17.87	0.10	0.15	1.00	1.15	6.70
Botadero "Miraflores"	CdP-12-R097	4.00	356.00	334.38	<0.1	6.3	-52.00	304.00	399.98	7.30	5.50	0.85	0.91	1.20	0.62	0.68	10.70	11.40	4.80
Botadero "Miraflores"	CdP-12-R098	1.00	84.40	50.63	31.30	38.5	-94.00	-10.00	8.33	3.04	2.60	0.00	-0.20	0.16	0.91	1.08	1.62	2.70	0.10
Botadero "Miraflores"	CdP-12-R099	4.00	248.00	187.81	<0.1	<0.1	91.00	339.00	369.15	7.40	7.50	1.37	1.80	1.97	1.91	1.93	6.01	7.94	4.43
	MINIMO	1.00	35.90	31.25	<0.1	<0.1	-94.00	-10.00	8.33	3.04	2.60	0.00	-0.20	0.16	0.04	0.07	1.00	1.15	0.10
	MÁXIMO	4.00	356.00	334.38	31.30	38.50	610.00	662.00	709.96	7.82	7.80	12.70	13.24	17.87	1.91	1.93	10.70	11.40	8.52
	MEDIANA	4.00	105.00	94.69	31.30	22.40	125.00	339.00	468.31	7.30	7.50	2.75	2.98	6.81	0.29	0.33	3.03	3.36	5.62
	PROMEDIO	3.44	151.17	122.28	31.30	31.30	206.89	358.00	474.42	6.92	6.77	3.82	4.15	6.50	0.55	0.60	4.24	4.84	5.69
Stock Pile 7 - Sulf	CdP-12-R086	1.00	1370.00	1356.25	643.00	753.00	-1383.00	-14.00	1.67	3.87	1.7	0.00	-0.01	0.00	0.37	0.4	43.40	43.80	0.02
Stock Pile 7 - Sulf	CdP-12-R087	1.00	1340.00	1328.13	666.00	877.00	-1356.00	-12.00	2.50	4.03	1.6	0.00	-0.01	0.00	0.44	0.46	42.50	43.00	0.03
Stock Pile 7 - Sulf	CdP-12-R088	1.00	1120.00	1100.00	452.00	589.00	-1130.00	-11.00	2.50	4.05	1.7	0.00	-0.01	0.00	0.47	0.55	35.20	35.80	0.03
Stock Pile 7 - Sulf	CdP-12-R090	1.00	1430.00	1418.75	507.00	745.00	-1448.00	-14.00	1.67	3.63	1.7	0.00	-0.01	0.00	0.46	0.48	45.40	45.90	0.02
Stock Pile 7 - Sulf	CdP-12-R113	1.00	1270.00	1237.50	545.00	712.00	-1286.00	-17.00	0.83	2.07	1.7	0.00	-0.01	0.00	48.00	1.02	39.60	40.60	0.01
	MINIMO	1.00	1120.00	1100.00	452.00	589.00	-1448.00	-17.00	0.83	2.07	1.60	0.00	-0.01	0.00	0.37	0.40	35.20	35.80	0.01
	MÁXIMO	1.00	1430.00	1418.75	666.00	877.00	-1130.00	-11.00	2.50	4.05	1.70	0.00	0.00	0.00	48.00	1.02	45.40	45.90	0.03
	MEDIANA	1.00	1340.00	1328.13	545.00	745.00	-1356.00	-14.00	1.67	3.87	1.70	0.00	-0.01	0.00	0.46	0.48	42.50	43.00	0.02
	PROMEDIO	1.00	1297.14	1288.13	561.57	734.57	-1311.57	-13.71	1.83	3.53	1.68	0.00	-0.01	0.00	9.95	0.58	41.22	41.54	0.02
Excelsior - Sulf	CdP-12-R114	4.00	97.80	46.88	<0.1	<0.1	92.00	190.00	209.16	6.77	7.9	1.94	4.05	4.46	1.62	1.63	1.50	3.13	2.51
Excelsior - Sulf	CdP-12-R115	1.00	522.00	431.25	239.00	276.00	-546.00	-24.00	33.33	2.85	1.9	0.00	-0.06	0.08	2.92	2.93	13.80	16.70	0.40
Excelsior - Sulf	CdP-12-R116	2.00	128.00	110.94	<0.1	2.40	-76.00	52.00	488.31	5.54	6.5	0.41	0.47	4.40	0.53	0.54	3.55	4.09	5.86
	MINIMO	1.00	97.80	46.25	<0.1	<0.1	-546.00	-24.00	33.33	2.85	1.90	0.00	0.06	0.08	0.53	0.54	1.50	3.13	0.40
	MÁXIMO	4.00	522.00	431.25	239.00	276.00	92.00	190.00	488.31	6.77	7.90	1.94	4.05	4.46	2.92	2.93	13.80	16.70	5.86
	MEDIANA	2.00	128.00	110.94	239.00	139.20	-76.00	52.00	209.16	5.54	6.50	0.41	0.47	4.40	1.62	1.63	3.55	4.09	2.51
	PROMEDIO	2.33	249.27	196.35	239.00	139.20	-196.80	76.80	243.60	4.96	5.22	0.78	1.49	2.98	1.70	1.71	6.83	8.75	3.01
Stock Pile 2 - Sulf	CdP-12-R030	1.00	1330.00	1318.75	<0.1	<0.1	-1352.00	-21.00	0.83	3.25	1.8	0.00	-0.02	0.00	0.43	0.44	42.20	42.60	0.01
Stock Pile "7B"- Sulf	CdP-12-R053	1.00	1260.00	1234.38	518.00	751.00	-1284.00	-18.00	1.67	3.70	1.6	0.00	-0.01	0.00	1.01	1.01	39.50	40.50	0.02
Stock Pile "14"- Sulf	CdP-12-R054	1.00	1250.00	1237.50	524.00	745.00	-1272.00	-19.00	2.50	3.97	1.7	0.00	-0.02	0.00	0.40	0.45	39.60	40.10	0.03
Stock Pile "2A"- Sulf	CdP-12-R089	1.00	1370.00	1356.25	355.00	483.00	-1381.00	-12.00	0.83	2.55	1.8	0.00	-0.01	0.00	0.32	0.36	43.40	43.80	0.01
	MINIMO	1.00	1250.00	1234.38	<0.1	<0.1	-1381.00	-21.00	0.83	3.25	1.60	0.00	-0.02	0.00	0.40	0.44	39.50	40.10	0.01
	MÁXIMO	1.00	1370.00	1356.25	524.00	751.00	-1272.00	-12.00	2.50	3.97	1.80	0.00	-0.01	0.00	1.01	1.01	43.40	43.80	0.03
	MEDIANA	1.00	1295.00	1278.13	518.00	745.00	-1318.00	-18.50	1.25	3.70	1.75	0.00	-0.01	0.00	0.43	0.45	40.90	41.55	0.02
	PROMEDIO	1.00	1302.50	1286.72	465.67	659.67	-1322.25	-17.50	1.46	3.64	1.73	0.00	-0.01	0.00	0.61	0.63	41.18	41.75	0.02

Notas:

NNP = suma NP - suma AP; NPR=suma NP / suma AP; CaNPR=suma CaPN / suma AP

NAG - Generación neta de ácido (Net Acid Generation); pH 4.5 and pH 7.0 reportados como kg H₂SO₄ / toneladas

AP=Potencial ácido; NP=Potencial neutralización; CaNP=NP de carbonatos; todo reportado como toneladas CaCO₃ / 1000 TN

NNP (NP-AP)= Potencial neutralización neto; NPR (NP/AP)= Ratio de potencial neto



MINEM (2010) Promedio Anual ¹				0.05	0.04	0.40	1.60	0.16	1.20
IFC (2007) ²				0.05	0.05	0.30	2.00	0.20	0.50
Sample	Rock Type	NAG(pH4.5)	NAG(pH7.0)	As	Cd	Cu	Fe	Pb	Zn
		Kg H2SO4/Ton	Kg H2SO4/Ton	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
CdP-12-R002	T	<0.1	<0.1	<0.20	<0.010	<0.010	<0.030	<0.050	<0.0050
CdP-12-R016	T	406	519	1.34	0.015	9.52	646	2.14	1.42
CdP-12-R019	T	<0.1	67.4	<0.20	0.442	0.019	110	3.33	295
CdP-12-R025	T	51.2	62.8	<0.20	<0.010	0.095	18.5	0.121	0.927
CdP-12-R031	M1	522	728	0.29	0.01	4.01	757	4.65	1.15
CdP-12-R032	M1	460	701	<0.20	0.01	1.92	644	3.49	1.22
CdP-12-R034	M2	<0.1	<0.1	<0.20	<0.010	<0.010	1.68	<0.050	0.006
CdP-12-R041	M2	<0.1	<0.1	<0.20	0.222	<0.010	0.146	<0.050	50.6
CdP-12-R049	M3	41.7	73.6	0.53	0.068	62.5	30.2	1.2	15.8
CdP-12-R044	M3	1.5	7.3	<0.20	0.015	0.262	0.046	4.76	2.88
CdP-12-R076	M4	0.18	1.56	<0.20	<0.010	<0.010	<0.030	<0.050	0.011
CdP-12-R059	D1	<0.1	0.5	<0.20	0.065	<0.010	0.171	<0.050	3.12
CdP-12-R068	D1	<0.1	<0.1	<0.20	<0.010	<0.010	0.987	<0.050	0.236
CdP-12-R063	D1	267	377	0.47	0.245	1.8	330	2.79	73.5
CdP-12-R102	D1	<0.1	14.9	<0.20	0.056	0.137	107	2.99	16.3
CdP-12-R083	D2	2.06	1.49	<0.20	<0.010	<0.010	<0.030	<0.050	0.006
CdP-12-R120	D2	<0.1	<0.1	<0.20	<0.010	<0.010	<0.030	<0.050	0.009
CdP-12-R095	D3	1.76	4.73	<0.20	<0.010	<0.010	<0.030	<0.050	0.357
CdP-12-R097	D3	11.4	4.8	<0.20	0.065	<0.010	1.7	0.373	43.6

Notas:

1- D.S. 010-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes mineros

2- International Finance Corporation (IFC 2007) Environmental, Health, and Safety Guidelines for Mining

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-CR01

S-Total: 6,07 %
S(sulfuro): 5,63 t CaCO₃/1000 t
NP: 248,00 t CaCO₃/1000 t
CaNP: 406,65 t CaCO₃/1000 t
AP: 189,69
Peso 1000 g

Parametro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
		21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	03-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	1-dic-12	
Lixiviado	Volumen (mL)	0,63	0,92	0,9	0,92	0,9	0,92	0,79	0,93	0,92	0,93	0,87	0,94	0,99	0,87	0,9	0,98	0,92	0,97	0,92	0,96	0,91
pH	-	7,23	7,32	6,18	6,96	6,95	7,02	6,93	6,88	7,35	7,21	7,10	6,96	7,10	7,04	7,46	7,11	7,21	7,04	7,13	7,14	7,29
Acidez	CaCO ₃ (mg/L)	6	3	4	4	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4	2
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	35	22	16	14	11	10	10	8	10	9	6	6	7	5	8	8	9	9	10	8	9
Conductividad	µS/cm	1360	999	892	711	644	496	427	411	303	428	343	434	400	350	478	504	510	519	499	384	314
Sulfato	mg/L	736	497	442	353	318	236	185	179	124	184	146	187	167	151	222	231	232	243	236	171	134
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	<0,000050	<0,000010	<0,000050	<0,000010	<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010
Al	mg/L	0,0115	0,0023	0,0103	0,0034	0,0033		0,0032		0,0038		0,00		0,00		0,0019		0,0028		0,0033		0,0031
As	mg/L	0,00126	0,00081	0,00051	0,0005	0,0005		0,00022		0,00017		0,00015		0,00022		0,0002		0,00015		0,00016		<0,00010
Ba	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,0223	0,0211	0,0203	0,0169	0,0187		0,0172		0,0152		0,00616		0,00698		0,00882		0,0117		0,0101		0,0123
B	mg/L	<0,0025	<0,00050	<0,0025	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Bi	mg/L	<0,0025	<0,00050	<0,0025	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Ca	mg/L	247	159	113	90,7	76,6		45,3		31,4		37,70		44		56,8		63,6		66,5		38,7
Cd	mg/L	0,0294	0,0211	0,0214	0,0152	0,0132		0,00786		0,0049		0,00537		0,00529		0,00705		0,00797		0,00827		0,00519
Co	mg/L	0,00241	0,00048	<0,00050	0,00039	0,00031		0,00019		0,00011		0,00013		0,00016		0,00019		0,00018		0,00014		<0,00010
Cr	mg/L	<0,0025	<0,00050	<0,0025	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Cu	mg/L	0,00114	0,00045	0,00109	0,00032	0,00026		0,00053		0,00017		0,00		0,00		0,00018		0,00013		<0,00010		<0,00010
Fe	mg/L	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030
K	mg/L	3,71	2,65	2,8	2,53	2,42		1,47		0,956		1,05		1,05		1,29		1,15		1,14		0,679
Li	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		0,016		<0,010
Mg	mg/L	29,8	29,8	39,2	32,2	26,8		18		11,9		13,100		13,100		16,7		15,6		14,0		8,68
Mn	mg/L	7,26	5,15	6,1	5,13	3,74		2,87		2,02		2,490		2,790		3,34		3,82		3,48		1,80
Mo	mg/L	0,00034	0,000179	<0,00025	0,00008	0,000119		0,000099		0,000087		0,000093		0,000146		0,000074		0,000069		0,000110		0,000055
Na	mg/L	0,76	0,498	0,56	0,431	0,369		0,223		0,12		0,146		0,15		0,16		0,129		0,124		0,060
Ni	mg/L	0,003	0,0007	<0,0025	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
P	mg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30
Pb	mg/L	0,00184	0,00134	0,00118	0,000969	0,000944		0,000606		0,000357		0,000845		0,00119		0,00105		0,00119		0,00110		0,000386
Sb	mg/L	0,00107	0,00093	0,0007	0,00045	0,00056		0,00033		0,00021		0,00018		0,00014		0,00016		0,00019		0,00017		0,00014
Se	mg/L	<0,00050	<0,00010	<0,00050	<0,00010	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Si	mg/L	1,27	0,962	0,711	0,679	0,512		0,509		0,35		0,285		0,373		0,481		0,508		0,500		0,316
Sn	mg/L	<0,00050	<0,00010	<0,00050	<0,00010	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Sr	mg/L	0,325	0,229	0,223	0,164	0,153		0,0963		0,0628		0,0717		0,0907		0,104		0,111		0,100		0,0597
Ti	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	0,00503	0,00264	0,00266	0,00206	0,00196		0,00141		0,00084		0,00082		0,00091		0,00115		0,00109		0,00113		0,00077
U	mg/L	0,000244	0,000044	<0,000050	0,000012	0,000011		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010
V	mg/L	<0,00050	<0,00010	<0,00050	<0,00010	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Zn	mg/L	1,2	0,55	0,451	0,459	0,375		0,249		0,168		0,308		0,353		0,464		0,536		0,597		0,232

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-CR02

S-Total: 1,71 %
S(sulfuro): 1,48 %
NP: 353,00 t CaCO₃/1000 t
CaNP: 319,98 t CaCO₃/1000 t
AP: 53,44 t CaCO₃/1000 t
Peso 1000 g

Parametro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
			21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	03-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	01-dic-12
Lixiviado	Volumen (L)	0,58	0,91	0,89	0,87	0,92	0,87	0,88	0,88	0,89	0,86	0,79	0,99	0,94	0,86	0,88	0,90	0,84	0,89	0,85	0,87	0,88
pH	-	7,83	8,21	6,66	6,2	7,62	7,44	7,25	7,95	7,67	7,78	7,54	7,57	7,61	7,56	7,59	7,73	7,87	7,86	7,66	7,83	7,89
Acidez	CaCO3 (mg/L)	2	<1	2	1	<1	3	2	1	1	1	1	2	1	1	2	<1	<1	<1	1	1	<1
Alcalinidad	CaCO3 (mg/L)	58	28	29	29	25	21	19	23	20	23	14	23	21	12	13	20	21	20	16	14	21
Conductividad	µS/cm	698	359	438	421	418	277	285	267	185	272	189	275	173	183	196	246	181	192	187	138	172
Sulfato	mg/L	298	148	173	171	168	108	106	96	63	96	66	98	54	64	72	89	59	60	66	45	57
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	<0,000010	<0,000010	<0,000010	<0,000010	<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010
Al	mg/L	0,0069	0,0488	0,0056	0,0122	0,005		0,0029		0,003		0,0019		0,002		0,0023		0,0050		0,0050		0,0043
As	mg/L	0,00058	<0,00050	0,00031	<0,00050	0,00033		0,00017		0,00018		<0,00010		0,00019		0,00031		0,00013		0,00014		0,00015
Ba	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,0389	0,0568	0,0497	0,0572	0,0474		0,042		0,0288		0,0224		0,0263		0,0232		0,0423		0,0292		0,0323
B	mg/L	<0,00050	<0,0025	<0,00050	<0,0025	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Bi	mg/L	<0,00050	<0,0025	<0,00050	<0,0025	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Ca	mg/L	98,6	46,1	52,8	57,2	54,6		35,1		23,9		24,1		20,4		23,9		21,8		23,0		21,0
Cd	mg/L	0,00203	0,00066	0,000795	0,00119	0,00105		0,000926		0,000651		0,000892		0,000831		0,000606		0,000519		0,000647		0,000466
Co	mg/L	<0,00010	<0,00050	<0,00010	<0,00050	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Cr	mg/L	<0,00050	<0,0025	<0,00050	<0,0025	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Cu	mg/L	0,00088	0,00151	0,00029	0,00107	0,00041		0,00041		0,0002		0,00013		0,00028		0,00016		0,00016		0,00016		0,00016
Fe	mg/L	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030
K	mg/L	12,3	5,01	5,65	5,75	5,19		2,95		1,65		1,75		1,49		1,63		1,34		1,52		1,28
Li	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		0,014		<0,010
Mg	mg/L	13,8	9,92	13,1	14	12,6		8,07		4,71		5,15		4,38		5,25		4,54		4,98		4,68
Mn	mg/L	0,0123	0,02	0,0218	0,0315	0,0279		0,0405		0,0318		0,0474		0,0336		0,0254		0,0138		0,0262		0,00961
Mo	mg/L	0,000423	<0,00025	0,000242	<0,00025	0,000167		0,00015		0,00011		0,000058		0,000105		0,000072		0,000056		0,000098		0,000116
Na	mg/L	1,47	0,8	0,784	0,74	0,636		0,332		0,156		0,192		0,157		0,166		0,134		0,155		0,117
Ni	mg/L	0,00053	<0,0025	<0,00050	<0,0025	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
P	mg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30
Pb	mg/L	0,000915	0,00062	0,000466	0,00058	0,000521		0,000382		0,000234		0,000296		0,000288		0,000252		0,000220		0,000271		0,000161
Sb	mg/L	0,00303	0,00245	0,00257	0,00242	0,00227		0,0016		0,00117		0,00137		0,00111		0,00106		0,00105		0,00109		0,00110
Se	mg/L	<0,0010	<0,0050	<0,0010	<0,0050	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Si	mg/L	1,52	0,816	0,791	0,788	0,611		0,501		0,348		0,304		0,329		0,29		0,281		0,285		0,271
Sn	mg/L	<0,00010	<0,00050	0,00032	<0,00050	<0,00010		<0,00010		0,00021		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		0,00010		<0,00010
Sr	mg/L	1,56	0,574	0,681	0,662	0,556		0,341		0,197		0,189		0,186		0,192		0,171		0,161		0,141
Ti	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	0,00077	<0,00050	0,00025	<0,00050	0,00022		0,00016		<0,00010		<0,00010		0,00012		<0,00010		<0,00010		0,00010		<0,00010
U	mg/L	0,000272	0,00007	0,000104	0,000098	0,000089		0,000036		0,000019		0,000015		0,000025		0,000017		0,000019		0,000019		0,000020
V	mg/L	<0,0010	<0,0050	<0,0010	<0,0050	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Zn	mg/L	0,2	0,0401	0,0544	0,0804	0,0806		0,0852		0,0661		0,113		0,0796		0,0777		0,0545		0,0609		0,0278

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-CR03

S-Total: 39,50 %
S(sulfuro): 38,70 %
NP: -7,00 t CaCO₃/1000 t
CaNP: 1,67 t CaCO₃/1000 t
AP: 1234,38 t CaCO₃/1000 t
Peso 1000 g

Parámetro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
			21-jul-12	28-jul-12	4-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	1-sep-12	8-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	6-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	3-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	1-dic-12
Lixiviado	Volumen (mL)	0,66	0,92	0,85	0,88	0,92	0,87	0,87	0,85	0,94	0,84	0,94	0,93	0,94	0,83	0,99	0,96	0,93	1,00	0,91	0,92	0,92
pH	-	1,63	2,09	1,74	1,91	1,8	2,06	2,51	2,11	2,21	2,15	2,14	2,18	2,19	2,1	2,14	2,18	2,24	2,40	2,22	2,24	2,18
Acidez	CaCO ₃ (mg/L)	8200	2910	2290	2110	2070	1000	965	860	867	863	845	735	833	929	873	788	842	714	881	685	827
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Conductividad	µS/cm	16200	7680	7870	7310	6480	4520	4820	4270	3620	4320	4010	3450	4030	4330	4150	3910	3370	3250	3690	2930	3540
Sulfato	mg/L	8990	3340	2840	2460	1860	1230	1150	976	776	930	896	706	906	1020	986	931	756	740	869	652	837
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	0,00765	0,00383	0,00251	0,00205	0,00277		0,00276		0,0024		0,00272		<0,00050		0,00216		0,00246		0,00266		0,00300
Al	mg/L	44,6	15,2	7,39	6,77	3,98		1,49		0,68		0,675		0,61		0,405		0,268		0,220		0,219
As	mg/L	18,2	7,78	5,87	6,77	6,07		4		2,64		3,19		2,88		2,91		1,81		1,45		0,959
Ba	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,00713	0,00255	0,00151	0,00164	0,00225		0,00229		0,00237		0,00151		0,00196		0,00139		0,00673		0,00307		0,00435
B	mg/L	<0,0050	0,00084	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025
Bi	mg/L	1,83	0,0332	0,0139	0,0084	0,004		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025
Ca	mg/L	222	81,5	53	59,2	61,8		43,7		28,5		43,4		44,2		40,3		18,9		11,6		3,42
Cd	mg/L	0,105	0,0618	0,0428	0,0366	0,0281		0,0113		0,00597		0,00774		0,00708		0,00499		0,00274		0,00212		0,00186
Co	mg/L	0,0395	0,0127	0,00666	0,00568	0,00392		0,0016		0,00089		0,00084		0,001		0,00097		0,00076		0,00092		0,00086
Cr	mg/L	5,8	2,05	0,97	0,728	0,496		0,155		0,0616		0,0544		0,0426		0,0246		0,0104		0,0094		0,0074
Cu	mg/L	12	36	23,6	17,8	14,7		9,71		5,4		6,22		8,01		5		4,52		6,08		5,74
Fe	mg/L	2810	1060	525	482	336		202		140		157		158		190		151		177		185
K	mg/L	10,2	3,22	1,98	1,71	1,32		0,43		0,25		0,27		0,28		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25
Li	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Mg	mg/L	4,55	2,2	1,24	1,15	0,792		0,347		0,185		0,217		0,189		0,158		0,061		0,059		0,059
Mn	mg/L	2,49	1,07	0,579	0,444	0,222		0,0825		0,0359		0,0448		0,0324		0,0147		0,00724		0,00507		0,00489
Mo	mg/L	0,00985	0,00118	0,00059	0,00031	0,00036		0,00027		<0,00025		0,00028		0,00065		0,00026		<0,00025		0,00073		<0,00025
Na	mg/L	5,56	2,21	1,18	0,88	0,54		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25
Ni	mg/L	0,168	0,0543	0,0283	0,0231	0,015		0,0052		0,0038		0,003		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025
P	mg/L	14	4,24	2,66	3,09	2,36		1,28		0,82		0,9		0,63		0,73		0,35		<0,30		<0,30
Pb	mg/L	4,3	2,89	2,15	2,39	2,83		3,17		2,93		3,12		2,88		3,07		3,11		3,12		2,75
Sb	mg/L	7,48	3,76	1,98	1,84	1,8		1,19		0,798		1,02		0,937		0,932		0,700		0,673		0,519
Se	mg/L	0,018	0,005	<0,0050	<0,0050	<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050
Si	mg/L	0,258	2,25	2,26	2,74	2,83		2,36		1,98		2,57		2,73		2,88		1,93		1,91		1,50
Sn	mg/L	1,61	0,0477	0,0109	0,00481	<0,00050		<0,00050		0,00058		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		0,00067		<0,00050
Sr	mg/L	1,9	0,218	0,119	0,121	0,128		0,103		0,0939		0,105		0,121		0,144		0,148		0,108		0,0809
Ti	mg/L	0,431	0,037	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	0,17	0,0815	0,0577	0,0555	0,0531		0,0308		0,0198		0,0252		0,0254		0,0249		0,0184		0,0161		0,0150
U	mg/L	0,175	0,0574	0,0295	0,024	0,0147		0,00546		0,00216		0,00244		0,00227		0,00163		0,00108		0,00130		0,00115
V	mg/L	0,193	0,084	0,0427	0,0291	0,0245		0,0115		0,0051		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050
Zn	mg/L	19,9	14,4	9,26	8,19	6,01		3		1,8		1,92		1,93		1,35		0,739		0,694		0,612

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-CR04
 S-Total: 5,93 %
 S(sulfuro) 5,57 %
 NP: 491,00 t CaCO₃/1000 t
 CaNP: 594,97 t CaCO₃/1000 t
 AP: 185,31 t CaCO₃/1000 t
 Peso 1000 g

Parámetro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
			21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	03-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	01-dic-12
Lixiviado	Volumen (mL)	0,58	0,99	0,92	0,91	0,91	0,88	0,9	0,89	0,9	0,95	0,91	0,93	0,89	0,9	0,92	0,94	0,94	0,94	0,93	0,94	0,89
pH	-	7,10	7,39	5,95	6,36	6,68	6,98	7,22	7,09	7,63	7,59	7,63	7,57	7,80	7,54	7,44	7,38	7,43	7,19	7,18	7,2	7,55
Acidez	CaCO ₃ (mg/kg)	10	2	5	6	9	2	2	2	1	2	2	2	<1	<1	1	5	2	3	13	6	3
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/kg)	42	22	20	20	15	14	13	11	17	17	15	14	14	10	12	14	15	13	15	12	20
Conductividad	µS/cm	2080	1000	1220	908	845	555	522	489	372	532	383	387	305	363	412	539	565	510	574	354	354
Sulfato	mg/kg	1230	525	655	460	405	265	229	213	155	234	160	158	120	151	184	247	256	233	289	152	150
Hg	mg/kg	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/kg	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000010		<0,000050		<0,000010		<0,000010
Al	mg/kg	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01		0,04		0,03		0,01		0,01		0,01		0,041		0,0028		0,0018
As	mg/kg	0,0021	0,00648	0,00113	0,00104	0,00074		<0,00050		0,00102		0,00129		0,00104		0,00069		0,00166		0,00027		0,00015
Ba	mg/kg	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/kg	0,018	0,0177	0,014	0,02	0,0211		0,0219		0,0233		0,0227		0,0251		0,0183		0,0219		0,0223		0,0218
B	mg/kg	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,00050		<0,0025		<0,00050		<0,00050
Bi	mg/kg	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,00050		<0,0025		<0,00050		<0,00050
Ca	mg/kg	384	121,00	123	82,20	72,2		43,2		30,2		35,00		24,5		37		58,2		64,8		38,8
Cd	mg/kg	0,0041	0,00213	0,00395	0,00386	0,00407		0,0033		0,0024		0,00317		0,00231		0,00359		0,00526		0,00585		0,00367
Co	mg/kg	0,0032	<0,00050	0,0007	0,00	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00010		<0,00050		0,00016		<0,00010
Cr	mg/kg	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,00050		<0,0025		<0,00050		<0,00050
Cu	mg/kg	0,0016	0,03	0,0047	0,00	0,0014		0,0007		0,0022		0,00		0,0027		0,0011		0,00367		0,00075		0,00066
Fe	mg/kg	<0,030	1,9	0,26	0,2	1,31		0,16		0,24		0,2		<0,030		0,05		0,128		0,218		<0,030
K	mg/kg	8,83	4,09	6,39	5,2	4,42		1,97		1,16		1,21		0,85		0,963		1,08		0,988		0,566
Li	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		0,012		<0,010
Mg	mg/kg	60,6	42,600	83,2	69,200	55,7		31,7		20,3		23,000		15		20,4		25,9		22,1		12,9
Mn	mg/kg	14,200	3,150	5,750	5,260	3,980		2,300		1,470		1,080		0,889		1,170		2,7		2,83		1,46
Mo	mg/kg	0,0006	0,00058	<0,00025	<0,00025	<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,000050		<0,00025		0,000086		0,000085
Na	mg/kg	2,17	1,08	1,74	1,31	1,1		0,42		<0,25		<0,25		<0,25		0,18		<0,25		0,141		0,058
Ni	mg/kg	0,019	<0,0025	<0,0025	0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		0,001		<0,0025		0,00159		0,0006
P	mg/kg	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30
Pb	mg/kg	0,212	0,0942	0,0825	0,0893	0,0756		0,0268		0,0121		0,0068		0,00634		0,00891		0,0256		0,021		0,0136
Sb	mg/kg	0,0022	0,00412	0,00119	0,00086	0,00062		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		0,00032		0,00087		0,00032		0,00021
Se	mg/kg	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0010		<0,0050		<0,0010		<0,0010
Si	mg/kg	1,0200	0,293	0,3290	0,311	0,1520		<0,050		0,0900		0,109		0,0790		0,1220		0,174		0,176		0,111
Sn	mg/kg	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00010		<0,00050		0,00014		<0,00010
Sr	mg/kg	0,171	0,0985	0,152	0,11	0,104		0,061		0,0366		0,0391		0,0281		0,0343		0,0536		0,0445		0,0229
Ti	mg/kg	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/kg	0,0121	0,00355	0,00555	0,00467	0,00442		0,0024		0,00156		0,00205		0,00139		0,00187		0,00243		0,00228		0,0012
U	mg/kg	0,0004	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000010		<0,000050		<0,000010		<0,000010
V	mg/kg	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0010		<0,0050		<0,0010		<0,0010
Zn	mg/kg	4,49	0,938	1,59	1,82	1,7		1,01		0,556		0,393		0,427		0,959		1,93		3,36		1,15

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-CR05
 S-Total: 29,30 %
 S(sulfuro): 28,90 %
 NP: 4,00 t CaCO₃/1000 t
 CaNP: 127,49 t CaCO₃/1000 t
 AP: 915,63 t CaCO₃/1000 t
 Peso 1000 g

Parámetro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
			21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	03-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	01-dic-12
Lixiviado	Volumen (L)	0,76	0,85	0,86	0,88	0,88	0,86	0,87	0,86	0,87	0,89	0,94	0,91	0,85	0,86	0,87	0,88	0,84	0,88	0,84	0,87	0,87
pH	-	3,15	3,90	3,85	4,10	4,20	4,09	4,00	4,01	3,94	3,88	3,79	3,71	3,66	3,59	3,52	3,56	3,48	3,46	3,50	3,38	3,30
Acidez	CaCO3 (mg/L)	2410	226	302	230	261	190	190	176	178	173	146	127	141	150	175	195	156	198	236	176	194
Alcalinidad	CaCO3 (mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Conductividad	µS/cm	3950	723	974	909	922	787	809	831	715	881	819	768	716	860	940	991	799	953	954	779	915
Sulfato	mg/L	3110	358	520	492	490	424	397	420	347	438	389	335	308	402	465	489	357	456	457	334	405
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	0,00046	<0,000010	0,000187	0,000146	0,000181		<0,000050		0,000298		0,000458		<0,000050		0,00107		0,00114		0,00226		0,00362
Al	mg/L	38,50	0,51	0,21	0,06	0,06		0,09		0,08		0,11		0,27		0,41		0,433		0,435		0,440
As	mg/L	0,0592	0,00215	0,00232	0,00296	0,00238		0,00109		0,00057		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		0,00059		0,00052
Ba	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,0019	0,0128	0,00601	0,00985	0,00836		0,0115		0,0134		0,0129		0,0186		0,0119		0,0123		0,0133		0,0118
B	mg/L	0,0207	0,00127	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025
Bi	mg/L	<0,0050	<0,00050	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025
Ca	mg/L	54,20	16,30	32,00	41,6	43,10		36,4		29,00		38,4		23,40		33,20		23,6		29,6		25,1
Cd	mg/L	0,43	0,205	0,316	0,296	0,304		0,273		0,236		0,212		0,191		0,264		0,221		0,279		0,222
Co	mg/L	0,0913	0,01	0,0189	0,0131	0,01		0,0061		0,00427		0,00185		0,002		0,00316		0,00265		0,00296		0,00222
Cr	mg/L	0,21	<0,00050	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025
Cu	mg/L	10,20	0,25	0,27	0,1640	0,21		0,1710		0,15		0,18		0,31		0,42		0,402		0,469		0,480
Fe	mg/L	1290	44,5	19,9	3,14	3,0		2,62		2,3		5,2		5,2		8,3		8,09		7,97		7,86
K	mg/L	4,75	<0,050	<0,25	<0,25	<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25
Li	mg/L	0,173	0,025	0,075	0,021	0,032		0,022		0,015		0,017		<0,010		<0,010		<0,010		0,019		<0,010
Mg	mg/L	22,700	6,710	18,600	22,4	19,200		18,5		15,800		22,100		16,100		24,000		17,6		22,4		19,8
Mn	mg/L	47,200	14,800	32,400	36,200	35,800		36,100		32,700		43,100		35,900		48,400		36,8		48,6		40,7
Mo	mg/L	0,00158	0,0003	0,00074	0,00051	0,0006		0,00059		0,00061		0,00161		0,00133		0,00084		0,00074		0,00109		0,00071
Na	mg/L	3,17	0,328	0,61	0,6	0,51		0,38		0,26		0,39		0,29		0,39		0,29		0,42		0,32
Ni	mg/L	0,155	0,0275	0,0392	0,031	0,0229		0,015		0,0107		0,0099		0,0066		0,0094		0,0114		0,0089		0,0067
P	mg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30
Pb	mg/L	3,56	3,14	3,17	3,82	3,47		3,16		2,77		3,05		2,75		2,8		3,06		2,83		2,47
Sb	mg/L	0,0094	0,00082	0,00053	0,00068	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Se	mg/L	<0,010	0,0027	<0,0050	<0,0050	<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050
Si	mg/L	6,93	1,06	0,961	0,9500	0,962		0,6610		0,49		0,578		0,455		0,689		0,595		0,697		0,647
Sn	mg/L	<0,0010	<0,00010	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Sr	mg/L	0,461	0,0194	0,0242	0,0267	0,0224		0,0165		0,0109		0,0115		0,00837		0,00861		0,00862		0,00983		0,00815
Ti	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	0,026	0,00296	0,00381	0,0035	0,00405		0,00403		0,00373		0,00404		0,0036		0,00494		0,00494		0,00487		0,00412
U	mg/L	0,162	0,00834	0,00956	0,00596	0,00665		0,00707		0,00616		0,00603		0,00646		0,00761		0,00801		0,00745		0,00568
V	mg/L	0,02	<0,0010	<0,0050	<0,0050	<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050
Zn	mg/L	162	90	127	129	127		105		88,7		75,3		64		81,1		63,7		83,8		78,8

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-CR06

S-Total: 5,56 %
S(sulfuro): 5,47 %
NP: 203,00 t CaCO₃/1000 t
CaNP: 475,81 t CaCO₃/1000 t
AP: 173,75 t CaCO₃/1000 t
Peso 1000 g

Parámetro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
			21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	3-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	1-dic-12
Lixiviado	Volumen (L)	0,66	0,78	0,78	0,86	0,64	0,65	0,64	0,62	0,73	0,69	0,84	0,92	0,69	0,73	0,94	0,89	0,78	0,77	0,69	0,71	0,89
pH	-	6,97	7,23	6,74	6,54	6,99	7,21	7,19	7,29	7,24	7,25	7,28	6,94	7,20	7,3	7,3	7,22	7,15	6,97	6,97	6,93	7,24
Acidez	CaCO ₃ (mg/L)	10	4	13	12	13	2	2	6	2	2	1	2	1	2	1	<1	2	<1	2	2	3
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	20	17	26	8	13	14	9	13	6	9	8	5	7	7	10	8	8	6	8	7	10
Conductividad	µS/cm	674	940	1190	515	897	722	413	494	279	405	197	368	244	244	209	304	268	207	251	174	206
Sulfato	mg/L	317	453	630	242	460	386	173	217	113	174	74	156	88	95	82	125	107	80	104	67	81
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000010	<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010
Al	mg/L	0,01	0,03	0,01	0,00	0,02		0,00		0,01		0,00		0,00		0,0041		0,0050		0,0038		0,0038
As	mg/L	0,00066	0,00087	<0,00050	0,00023	0,00046		0,00029		0,00016		0,00011		0,00011		0,00010		<0,00010		0,00013		<0,00010
Ba	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,0335	0,0297	0,0277	0,0191	0,0294		0,019		0,0152		0,0135		0,0123		0,0143		0,0175		0,0138		0,0153
B	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Bi	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Ca	mg/L	80,9	122,00	146	61,70	113		44,9		30		21,90		24,30		20,0		24,8		25,8		20,1
Cd	mg/L	0,121	0,109	0,145	0,0556	0,0894		0,025		0,0124		0,0115		0,0116		0,0133		0,0172		0,0169		0,0152
Co	mg/L	0,0035	0,00	0,0039	0,00	0,0047		0,0004		0,0002		0,00012		0,00012		0,00019		0,00021		0,00019		0,00022
Cr	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Cu	mg/L	0,0027	0,00	0,0025	0,00	0,0039		0,0006		0,0003		0,00		0,00		0,00037		0,00041		0,00063		0,00034
Fe	mg/L	0,26	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030		<0,030		0,10		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030
K	mg/L	6,96	8,41	8,69	3,34	5,43		1,96		1,06		0,869		0,868		1,05		1,16		1,08		0,968
Li	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Mg	mg/L	18,6	36,100	56	16,000	40,9		15,9		9,81		6,770		9,050		8,13		9,87		8,22		6,78
Mn	mg/L	9,200	11,000	19,300	4,930	9,790		2,970		1,550		1,370		1,420		1,82		2,84		2,69		2,65
Mo	mg/L	0,00033	0,00033	0,00058	0,000161	0,000397		0,00021		0,000132		0,0001		0,000127		0,000098		0,000143		0,000114		0,000178
Na	mg/L	0,72	0,98	1	0,248	0,48		0,121		<0,050		0,051		0,071		0,073		0,070		0,085		0,059
Ni	mg/L	0,005	<0,0025	<0,0025	0,00065	0,001		0,001		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
P	mg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30
Pb	mg/L	0,0324	0,0193	0,0203	0,00981	0,0141		0,00464		0,00209		0,00159		0,00223		0,00194		0,00196		0,00205		0,00139
Sb	mg/L	0,00105	0,00195	0,00146	0,00069	0,00122		0,00084		0,00043		0,00037		0,00026		0,00025		0,00023		0,00023		0,00018
Se	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050	0,0012	0,0023		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Si	mg/L	1,4700	1,83	2,1900	0,693	1,4500		0,7800		0,3140		0,283		0,275		0,387		0,376		0,376		0,383
Sn	mg/L	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00010	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Sr	mg/L	0,647	1,19	1,54	0,541	0,943		0,34		0,205		0,151		0,168		0,147		0,189		0,173		0,126
Ti	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	0,00815	0,0067	0,00747	0,00319	0,00415		0,00149		0,00081		0,00076		0,00072		0,00087		0,00105		0,00104		0,00089
U	mg/L	<0,000050	<0,000050	0,000098	<0,000010	0,000029		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010
V	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Zn	mg/L	3,11	1,76	2,64	0,832	1,29		0,27		0,142		0,146		0,177		0,250		0,286		0,320		0,334

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-CR07
 S-Total: 19,25 %
 S(sulfuro): 18,70 %
 NP: 128,00 t CaCO₃/1000 t
 CaNP: 182,49 t CaCO₃/1000 t
 AP: 601,56 t CaCO₃/1000 t
 Peso 1000 g

Parámetro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
			21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	03-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	01-dic-12
Lixiviado	Volumen (L)	0,72	0,87	0,87	0,87	0,84	0,88	0,88	0,9	0,89	0,96	0,95	0,92	0,92	0,84	0,93	0,98	0,98	0,98	0,85	0,85	0,89
pH	-	6,90	7,02	5,93	6,85	6,56	6,83	7,08	7,04	6,94	7,12	7,15	6,94	6,93	6,89	7,04	6,94	7,11	7,12	6,97	6,82	7,20
Acidez	CaCO ₃ (mg/L)	89	8	12	6	5	2	2	2	3	3	1	2	1	2	2	<1	2	2	3	2	2
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	47	10	11	8	7	6	6	6	7	7	5	5	4	4	6	7	8	8	4	3	9
Conductividad	µS/cm	2610	1140	1230	1040	1030	632	680	607	415	686	562	368	332	469	575	652	786	670	465	320	464
Sulfato	mg/L	1690	628	680	579	550	334	312	287	180	325	260	156	138	211	280	321	394	326	223	140	214
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050		<0,000050	<0,000050	<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000010		<0,000050		<0,000010		<0,000010
Al	mg/L	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02		0,04		0,03		0,01		0,01		0,00		0,0261		0,0017		0,0013
As	mg/L	0,00386	0,00144	0,00063	0,00087	<0,00050		<0,00050		0,00056		<0,00050		<0,00050		0,00037		<0,00050		0,00036		0,00017
Ba	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,0275	0,0354	0,0293	0,0358	0,0338		0,0309		0,0244		0,0218		0,0163		0,0133		0,0322		0,0245		0,0242
B	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,00050		<0,0025		<0,00050		<0,00050
Bi	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,00050		<0,0025		<0,00050		<0,00050
Ca	mg/L	479	174,00	159,00	132	116,00		62,3		36,80		58,80		29,40		58,10		107		56,4		49,4
Cd	mg/L	0,237	0,0806	0,0826	0,0686	0,0563		0,0339		0,0196		0,0231		0,0125		0,0167		0,0220		0,0162		0,0131
Co	mg/L	0,0192	0,00	0,00281	0,0022	0,00		0,0012		0,00138		<0,00050		<0,00050		0,00043		<0,00050		0,00030		0,00033
Cr	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,00050		<0,0025		<0,00050		<0,00050
Cu	mg/L	0,01	0,00	0,00	0,0018	0,00		0,0022		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00087		0,00136		0,00061
Fe	mg/L	0,2	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030
K	mg/L	5,04	1,86	2,43	2,55	2,51		1,56		0,81		1,15		0,65		1,04		0,90		0,684		0,609
Li	mg/L	0,021	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		0,011		<0,010
Mg	mg/L	72,900	39,900	62,100	62,4	62,500		42,1		22,300		30,800		15,900		28,100		27,7		15,3		19,1
Mn	mg/L	41,100	10,500	14,400	11,400	8,630		5,870		3,510		4,160		1,790		2,900		3,24		2,32		2,33
Mo	mg/L	0,00112	0,00027	0,00042	<0,00025	<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		0,000074		<0,00025		0,000090		0,000094
Na	mg/L	1,46	0,61	0,73	0,67	0,62		0,39		<0,25		0,25		<0,25		0,185		<0,25		0,098		0,082
Ni	mg/L	0,058	0,0076	0,0072	0,007	0,0055		0,003		<0,0025		0,0026		<0,0025		0,00145		<0,0025		0,00104		0,00101
P	mg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30
Pb	mg/L	0,017	0,00664	0,00516	0,00626	0,00524		0,00295		0,00382		0,00342		0,00342		0,00318		0,00369		0,00323		0,00156
Sb	mg/L	0,00334	0,00206	0,00148	0,00152	0,00122		0,00077		<0,00050		0,00062		<0,00050		0,00054		0,00105		0,00069		0,00073
Se	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0010		<0,0050		<0,0010		<0,0010
Si	mg/L	2,94	0,782	0,82	0,8020	0,649		0,4960		0,312		0,443		0,232		0,452		0,473		0,355		0,371
Sn	mg/L	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		0,0297		<0,00050		<0,00050		<0,00010		<0,00050		<0,00010		<0,00010
Sr	mg/L	1,37	0,53	0,619	0,58	0,503		0,318		0,16		0,245		0,126		0,223		0,319		0,183		0,148
Ti	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	0,00434	0,00135	0,00184	0,00173	0,00186		0,00128		0,00077		0,00127		0,00069		0,00114		0,00119		0,00096		0,00091
U	mg/L	0,000867	<0,000050	<0,000050	<0,000050	<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000010		<0,000050		<0,000010		<0,000010
V	mg/L	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Zn	mg/L	42,7	5,61	4,66	3,95	3,37		1,88		1,17		1,16		0,631		0,988		1,03		0,869		0,685

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-CR08
 S-Total: 6,05 %
 S(sulfuro): 4,91 %
 NP: -10,00 t CaCO₃/1000 t
 CaNP: 6,67 t CaCO₃/1000 t
 AP: 189,06 t CaCO₃/1000 t
 Peso 1000 g

Parámetro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
			21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	03-nov-13	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	01-dic-12
Lixiviado	Volumen (L)	0,68	0,88	0,89	0,91	0,86	0,84	0,87	0,81	0,87	0,87	0,96	0,9	0,83	0,92	0,85	0,90	0,98	0,94	0,90	0,95	0,87
pH	-	2,82	3,12	3,12	3,29	3,15	3,27	3,13	2,87	2,90	2,83	2,78	2,86	2,79	2,73	2,69	2,70	2,66	2,60	2,71	2,69	2,58
Acidez	CaCO ₃ (mg/L)	3900	1110	1050	646	547	236	246	381	383	479	432	331	377	447	448	475	477	479	481	461	473
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Conductividad	µS/cm	4690	2710	2880	1820	2300	939	1190	1590	1420	1590	1710	1420	1550	1710	1760	2000	2020	1950	1780	1700	1760
Sulfato	mg/L	3480	1800	1810	1140	1430	456	481	671	557	625	692	450	543	659	672	796	796	749	664	618	600
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	<0,00020	0,000398	0,00163	0,00112	0,0016		0,00217		0,0025		0,00242		<0,000050		0,00163		0,00176		0,00119		0,000577
Al	mg/L	36,30	16,20	17,30	8,22	6,02		3,12		3,17		3,68		2,37		2,44		2,22		1,59		1,22
As	mg/L	0,209	0,0541	0,0736	0,0567	0,0228		0,0146		0,0162		0,024		0,0261		0,051		0,0390		0,0504		0,0445
Ba	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,0085	0,0204	0,0175	0,023	0,0167		0,0293		0,0265		0,0239		0,0299		0,0218		0,0269		0,0272		0,0276
B	mg/L	<0,010	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025
Bi	mg/L	<0,010	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025		<0,0025
Ca	mg/L	316	148,00	145,00	118	205,00		57,2		65,80		94,80		61,7		70,4		110		76,1		46,9
Cd	mg/L	0,985	0,491	0,523	0,288	0,303		0,11		0,111		0,153		0,0911		0,106		0,0954		0,0790		0,0525
Co	mg/L	0,0772	0,04	0,0393	0,0228	0,02		0,0061		0,00555		0,01		0,0042		0,0047		0,00408		0,00418		0,00413
Cr	mg/L	0,33	0,14	0,10	0,0249	0,02		0,0157		0,02		0,03		0,0179		0,0224		0,0199		0,0184		0,0130
Cu	mg/L	885	454,00	429,00	310,0000	324,00		131,0000		142,00		153		118		129		127		107		96,6
Fe	mg/L	221	52,3	5,6	1,34	3,1		5,08		11,6		26,7		27,60		44,00		44,5		46,9		58,3
K	mg/L	<1,0	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25
Li	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		0,011		<0,010
Mg	mg/L	41,900	24,400	33,700	21,9	16,000		3,94		3,290		3,140		1,89		1,92		1,77		1,09		0,648
Mn	mg/L	19,300	11,600	14,200	7,830	5,030		1,340		1,050		0,814		0,372		0,313		0,277		0,164		0,0848
Mo	mg/L	<0,0010	0,00036	0,0003	<0,00025	<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025		<0,00025
Na	mg/L	<1,0	<0,25	<0,25	<0,25	<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25		<0,25
Ni	mg/L	0,141	0,0652	0,0697	0,040	0,034		0,011		0,0092		0,0101		0,006		0,008		0,0069		0,0064		0,0069
P	mg/L	<0,30	3,7	4,35	2,7700	2,89		1,1000		1,2		1,67		0,9300		<0,30		<0,30		0,88		0,93
Pb	mg/L	2,05	0,466	0,11	0,817	0,771		0,663		0,365		0,233		0,462		0,138		0,569		0,209		0,361
Sb	mg/L	0,159	0,0287	0,0407	0,0308	0,0399		0,0241		0,0242		0,0317		0,0224		0,0243		0,0283		0,0236		0,0183
Se	mg/L	<0,020	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050
Si	mg/L	1,18	3,18	4,34	4,3400	6,62		2,6500		3,2		4,44		2,8700		4,2400		4,43		3,49		2,34
Sn	mg/L	<0,0020	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Sr	mg/L	2,21	0,989	1,85	1,54	1,95		0,789		0,771		0,682		0,706		0,682		1,06		0,675		0,531
Ti	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	<0,0020	<0,00050	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
U	mg/L	0,0455	0,0132	0,012	0,00548	0,00527		0,00463		0,00469		0,00565		0,00449		0,00476		0,00511		0,00431		0,00287
V	mg/L	0,02	<0,0050	<0,0050	<0,0050	<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050
Zn	mg/L	237	124	115	72	77,9		21		19,9		22,1		16,7		21,6		20,4		17,2		15,6

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-R002
 S-Total: 1,22 %
 S(sulfuro): 1,72 t CaCO₃/1000 t
 NP: 106 t CaCO₃/1000 t
 CaNP: 101,66 t CaCO₃/1000 t
 AP: 36,25 t CaCO₃/1000 t
 Peso 1000 g

Parámetro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
		14-jul-12	21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-ago-12	25-ago-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	03-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	01-dic-12
Lixiviado	Volumen (mL)	0,54	0,81	0,86	0,82	0,79	0,89	0,84	0,85	0,91	0,92	0,9	0,93	0,91	0,92	0,9	0,83	0,97	0,93	0,92	0,88	0,88
pH	-	7,65	7,98	7,23	6,73	8,02	7,79	7,78	8,08	7,77	7,76	7,91	7,91	7,66	7,68	7,74	7,73	7,89	7,74	7,89	7,60	7,77
Acidez	CaCO ₃ (mg/L)	5	3	1	2	3	2	1	<1	1	2	1	1	<1	1	<1	<1	<1	<1	2	2	<1
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	59	110	30	25	27	24	26	26	23	26	25	28	25	22	23	26	21	20	17	17	17
Conductividad	µS/cm	2280	836	134	132	125	94	128	120	113	138	122	135	120	131	113	118	134	92	95	84	72
Sulfato	mg/L	1280	317	29	34	28	21	30	28	28	35	30	33	28	32	29	29	33	19	25	19	15
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	<0,000050	<0,000050	<0,000010	<0,000010	<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010
Al	mg/L	0,02	0,05	0,02	0,04	0,03		0,02		0,02		0,02		0,01		0,01		0,0159		0,0133		0,0170
As	mg/L	0,00136	0,00276	0,00035	0,00025	0,0003		0,00013		0,00012		0,00016		0,00018		0,00016		0,00014		0,00010		<0,00010
Ba	mg/L	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,106	0,0412	0,00821	0,00984	0,00521		0,00441		0,00377		0,00392		0,00362		0,00308		0,00303		0,00229		0,00130
B	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Bi	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Ca	mg/L	265	94,3	12,40	12,7	13,20		13,10		11,30		12,30		11,10		10,00		12,1		8,53		6,75
Cd	mg/L	0,00153	0,00104	0,00042	0,000587	0,000185		0,000166		0,000138		0,000154		0,00011		0,000051		0,000058		<0,000050		<0,000050
Co	mg/L	0,00583	0,0011	<0,00010	<0,00010	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Cr	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Cu	mg/L	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00028		0,00037		0,00022
Fe	mg/L	<0,030	0,4	0,0	<0,030	0,2		0,0		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030
K	mg/L	108	33,4	4,48	4,28	3,78		2,82		2,09		2,42		1,94		2		1,95		1,55		1,01
Li	mg/L	0,08	0,047	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		0,013		<0,010
Mg	mg/L	110	28,800	4,350	5,090	3,860		4,310		3,940		5,170		4,450		4,800		5,56		3,85		2,78
Mn	mg/L	0,408	0,253	0,066	0,055	0,026		0,027		0,017		0,023		0,022		0,016		0,0176		0,0182		0,00776
Mo	mg/L	0,0369	0,019	0,00297	0,00282	0,00223		0,00204		0,0018		0,00227		0,00197		0,00199		0,00207		0,00153		0,000875
Na	mg/L	20,1	4,56	0,387	0,36	0,291		0,272		0,206		0,293		0,287		0,257		0,305		0,245		0,138
Ni	mg/L	0,0377	0,0046	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
P	mg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30
Pb	mg/L	0,00026	0,00085	0,000118	<0,000050	0,000055		<0,000050		<0,000050		<0,000050		<0,000050		0,000114		0,000159		0,000151		<0,000050
Sb	mg/L	0,0114	0,015	0,00294	0,00242	0,0015		0,00109		0,00081		0,00096		0,00076		0,00061		0,00063		0,00045		0,00028
Se	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Si	mg/L	3,36	3,99	0,629	0,58	0,358		0,387		0,296		0,327		0,294		0,297		0,301		0,219		0,159
Sn	mg/L	<0,00050	<0,00050	<0,00010	<0,00010	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Sr	mg/L	6,35	5,02	0,673	0,64	0,516		0,517		0,432		0,478		0,44		0,406		0,462		0,293		0,181
Tl	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	0,00128	<0,00050	<0,00010	<0,00010	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
U	mg/L	0,00491	0,004	0,000436	0,000462	0,00025		0,000306		0,000244		0,000239		0,00026		0,000226		0,000271		0,000123		0,000050
V	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Zn	mg/L	0,0922	0,025	<0,0050	<0,0050	0,0095		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		<0,0050		0,0054		<0,0050

Resultados de Celda de Humedad CdP-12-R025
 S-Total: 4,32 %
 S(sulfuro): 4,26 t CaCO₃/1000 t
 NP: 59 t CaCO₃/1000 t
 CaNP: 73,33 t CaCO₃/1000 t
 AP: 133,13 t CaCO₃/1000 t
 Peso: 1000 g

Parámetro	Unidad	Sem#0	Sem#1	Sem#2	Sem#3	Sem#4	Sem#5	Sem#6	Sem#7	Sem#8	Sem#9	Sem#10	Sem#11	Sem#12	Sem#13	Sem#14	Sem#15	Sem#16	Sem#17	Sem#18	Sem#19	Sem#20
		14-jul-12	21-jul-12	28-jul-12	04-ago-12	11-ago-12	18-sep-12	25-sep-12	01-sep-12	08-sep-12	15-sep-12	22-sep-12	29-sep-12	06-oct-12	13-oct-12	20-oct-12	27-oct-12	03-nov-12	10-nov-12	17-nov-12	24-nov-12	01-nov-12
Lixiviado	Volumen (mL)	0,53	0,91	0,94	0,9	0,9	0,89	0,87	0,87	0,85	0,88	0,88	0,98	0,91	0,87	0,99	0,93	0,99	0,99	0,96	0,95	0,87
pH	-	7,34	7,88	7,03	7,05	7,30	7,07	7,18	7,51	7,62	7,72	7,57	7,86	7,34	7,55	7,57	7,49	7,61	7,50	7,56	7,41	7,32
Acidez	CaCO ₃ (mg/L)	15	5	4	3	3	1	2	<1	2	1	<1	<1	1	1	<1	<1	<1	<1	4	3	2
Alcalinidad	CaCO ₃ (mg/L)	96	109	39	20	19	10	12	12	12	13	14	14	9	11	20	15	21	24	27	25	8
Conductividad	µS/cm	3330	1070	146	157	199	132	162	178	153	200	186	190	138	162	237	195	210	243	245	197	95
Sulfato	mg/L	2060	472	40	50	67	46	55	62	53	71	65	63	45	56	87	69	70	84	84	64	30
Hg	mg/L	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Ag	mg/L	<0,000050	<0,000050	<0,000010	<0,000010	<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010		<0,000010
Al	mg/L	0,02	0,03	0,00	0,01	0,01		0,00		0,01		0,00		0,00		0,00		0,0057		0,0050		0,0045
As	mg/L	0,00083	0,00121	0,00022	0,00024	0,00023		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		0,00013		<0,00010
Ba	mg/L	0,280	0,22	<0,10	<0,10	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10
Be	mg/L	0,06	0,0299	0,00579	0,0064	0,00685		0,00456		0,00334		0,00433		0,00297		0,00535		0,00361		0,00503		0,00150
B	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Bi	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Ca	mg/L	428	151	14,50	16,90	21,50		17,40		17,00		21,30		14,40		26,30		22,7		28,2		9,76
Cd	mg/L	0,00209	0,00064	0,000408	0,000295	0,000287		0,000104		<0,000050		0,000089		0,000098		0,000108		0,000063		0,000127		<0,000050
Co	mg/L	0,02	0,00154	0,00	0,00012	0,00		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Cr	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
Cu	mg/L	0,00	0,00	0,00	<0,00010	0,00		<0,00010		<0,00010		<0,00010		0,00		0,00		0,00016		0,00020		0,00010
Fe	mg/L	1,4	0,1	<0,030	<0,030	0,1		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030		<0,030
K	mg/L	125	28,9	4,79	4,97	5,54		3,62		2,81		3,14		2,26		3,36		2,87		3,72		1,53
Li	mg/L	0,301	0,069	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		0,019		<0,010
Mg	mg/L	240	30,700	4,140	4,320	5,720		4,740		4,210		6,020		4,130		7,250		6,45		7,46		2,76
Mn	mg/L	1,630	0,486	0,072	0,057	0,066		0,020		0,004		0,011		0,026		0,053		0,0309		0,0413		0,0227
Mo	mg/L	0,00284	0,00319	0,000698	0,000655	0,000851		0,000692		0,000608		0,000684		0,000618		0,000954		0,000792		0,00130		0,000453
Na	mg/L	21,9	1,78	0,187	0,142	0,154		0,096		0,061		0,089		0,064		0,09		0,074		0,101		<0,050
Ni	mg/L	0,0309	0,0028	<0,00050	<0,00050	<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050		<0,00050
P	mg/L	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30		<0,30
Pb	mg/L	0,00116	0,0009	0,00011	<0,000050	0,000331		<0,000050		0,000094		0,000162		0,000211		0,000255		0,000305		0,000646		0,000216
Sb	mg/L	0,00609	0,00566	0,00152	0,00127	0,0013		0,00063		0,00046		0,00049		0,0004		0,00051		0,00049		0,00083		0,00033
Se	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Si	mg/L	5,22	5,29	0,726	0,667	0,575		0,418		0,342		0,366		0,255		0,446		0,465		0,607		0,247
Sn	mg/L	<0,00050	<0,00050	<0,00010	<0,00010	<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010		<0,00010
Sr	mg/L	0,991	0,215	0,024	0,0252	0,0313		0,0247		0,0215		0,0281		0,0188		0,0348		0,0301		0,0345		0,0106
Ti	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010		<0,010
Tl	mg/L	0,00423	0,00085	0,00014	0,00015	0,00015		<0,00010		<0,00010		0,0001		<0,00010		0,00011		0,00010		0,00014		<0,00010
U	mg/L	0,00223	0,00119	0,000074	0,000065	0,00009		0,000025		0,000015		0,000039		0,000013		0,000072		0,000057		0,000112		<0,000010
V	mg/L	<0,0050	<0,0050	<0,0010	<0,0010	<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010		<0,0010
Zn	mg/L	0,208	0,2	0,0604	<0,0050	0,0123		<0,0050		<0,0050		<0,0050		0,0069		0,0051		0,0076		0,0158		<0,0050

Figura D1: Azufre total vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Tajo Raúl

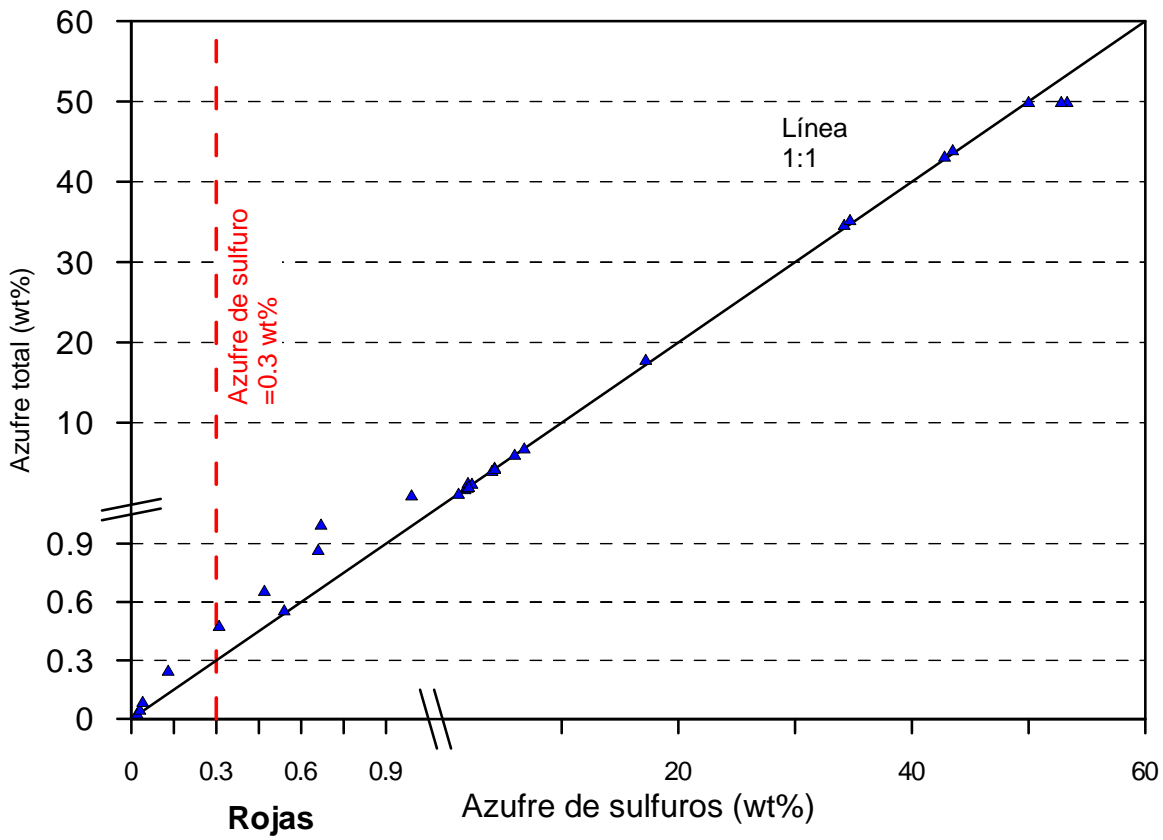


Figura D2: Potencial de Neutralización por Carbonatos (CaNP) vs. Potencial de Neutralización (NP) – Muestras de Tajo Raúl Rojas

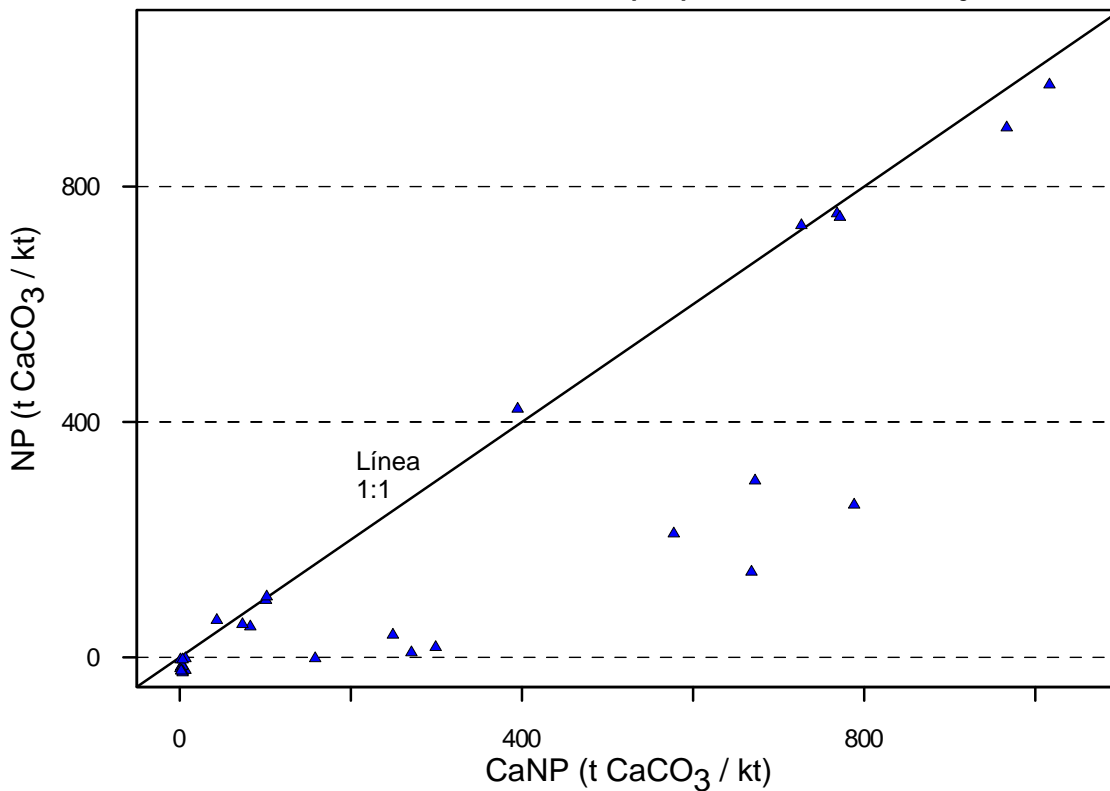


Figura D3: Potencial de Generación de Acidez (AP) vs. Potencial de Neutralización (NP) – Muestras de Tajo Raúl Rojas

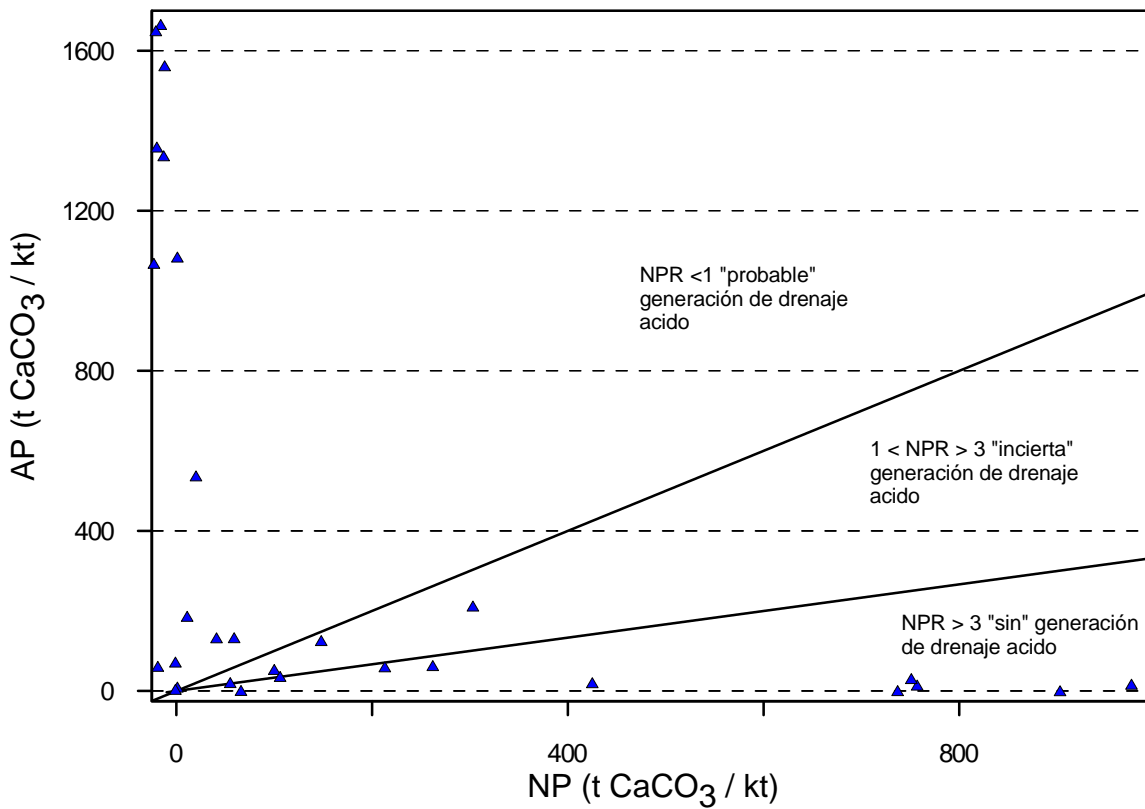


Figura D4: Potencial de Generación de Acidez (AP) vs. Potencial de Neutralización por Carbonatos (CaNP) – Muestras Tajo Raúl Rojas

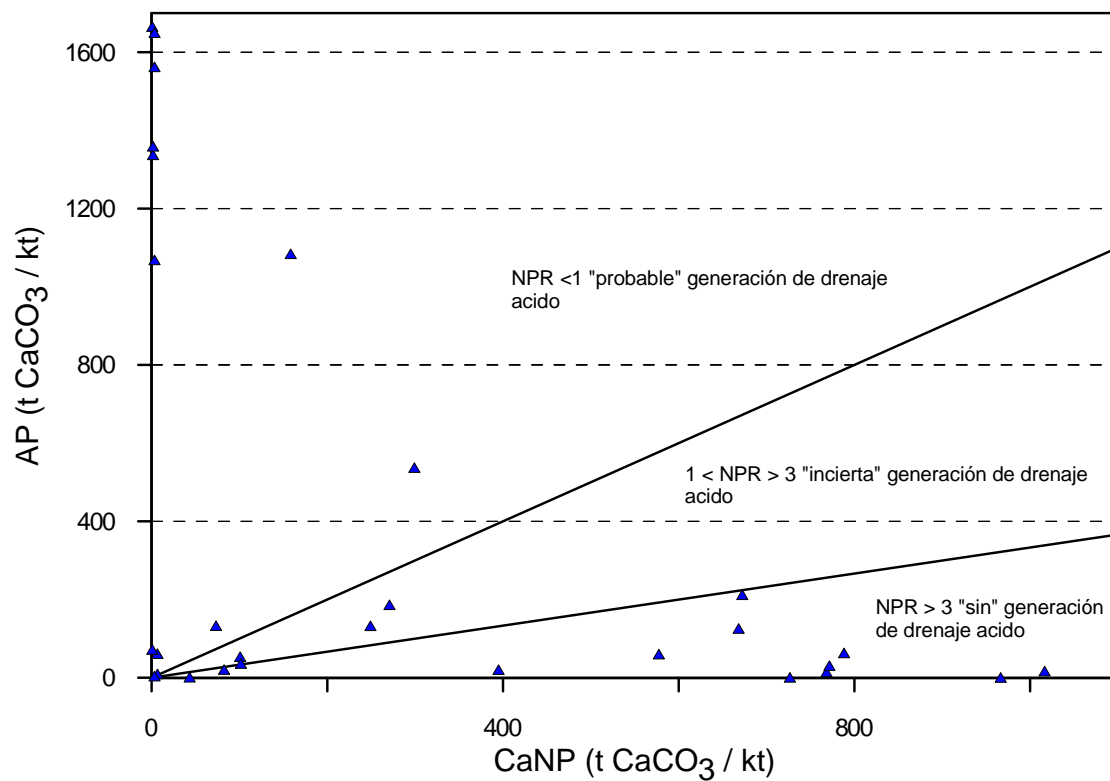


Figura D5: NPR vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Tajo Raúl Rojas

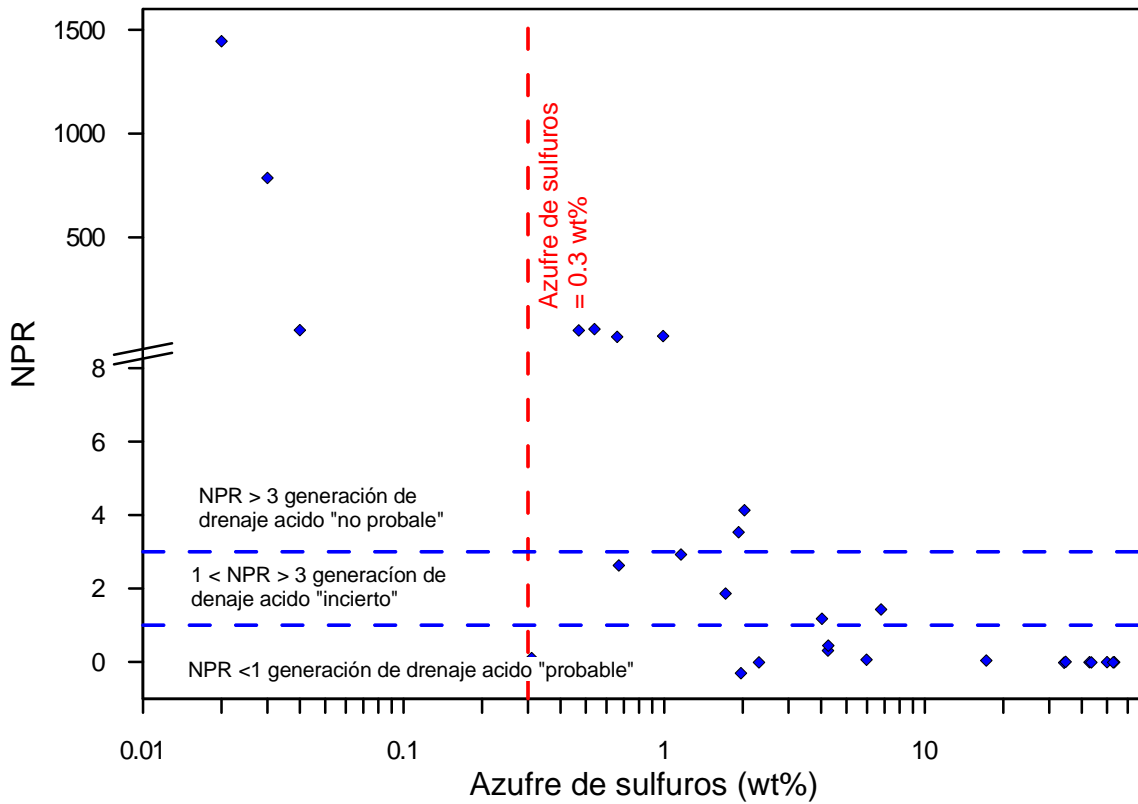


Figura D6: pH en pasta vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Tajo Raúl Rojas

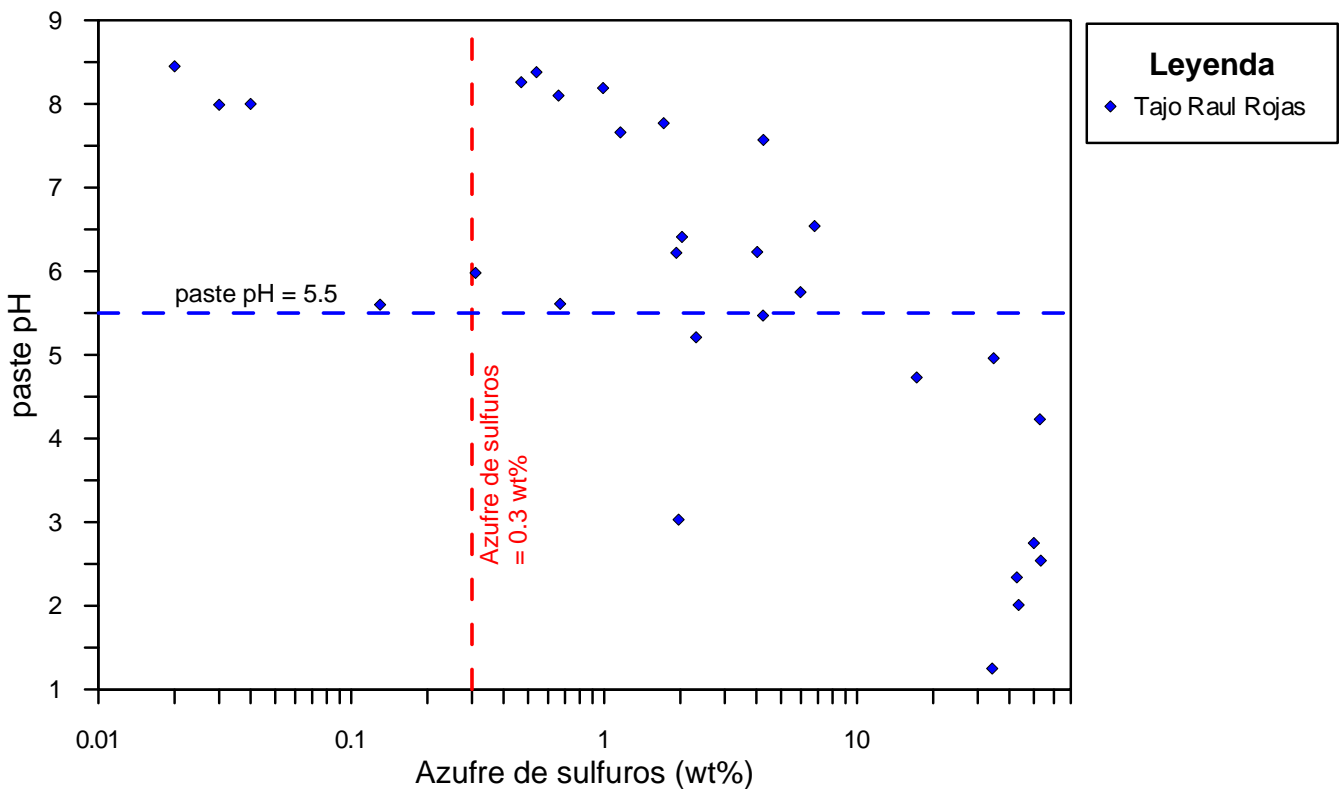


Figura D7: NAG pH vs. NPR – Muestras de Tajo Raúl Rojas

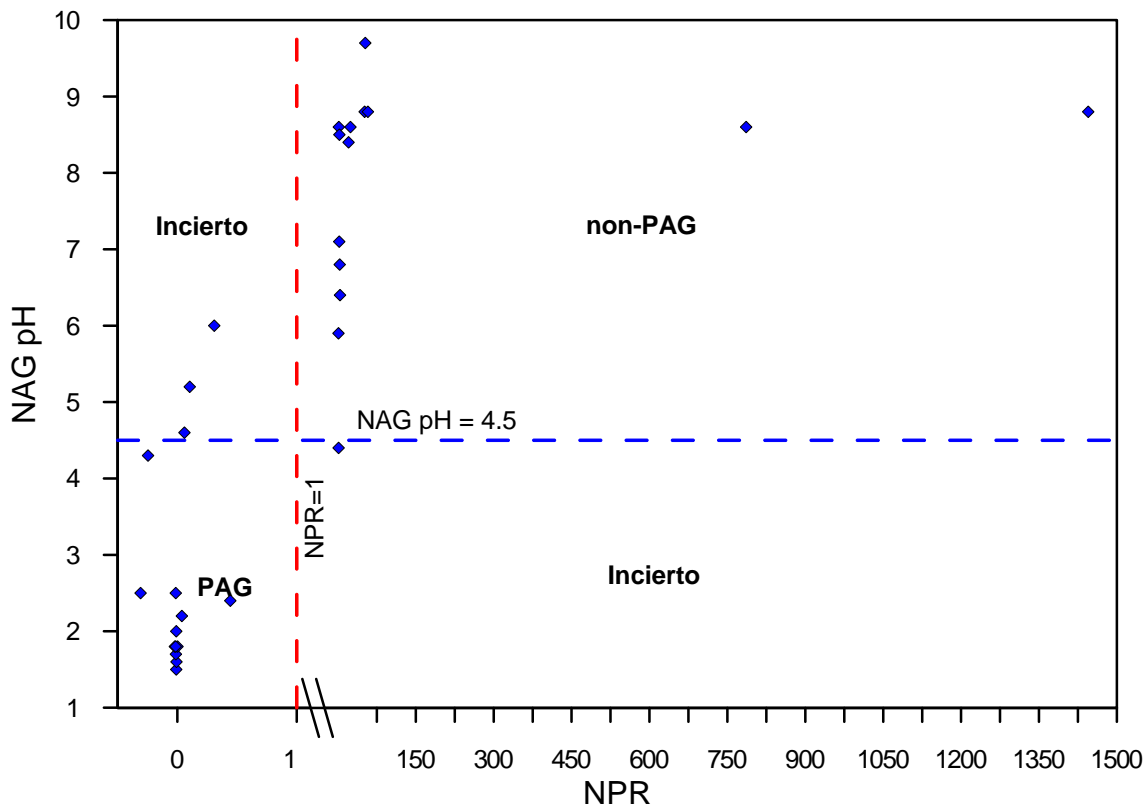


Figura D8: NAG pH vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Tajo Raúl Rojas

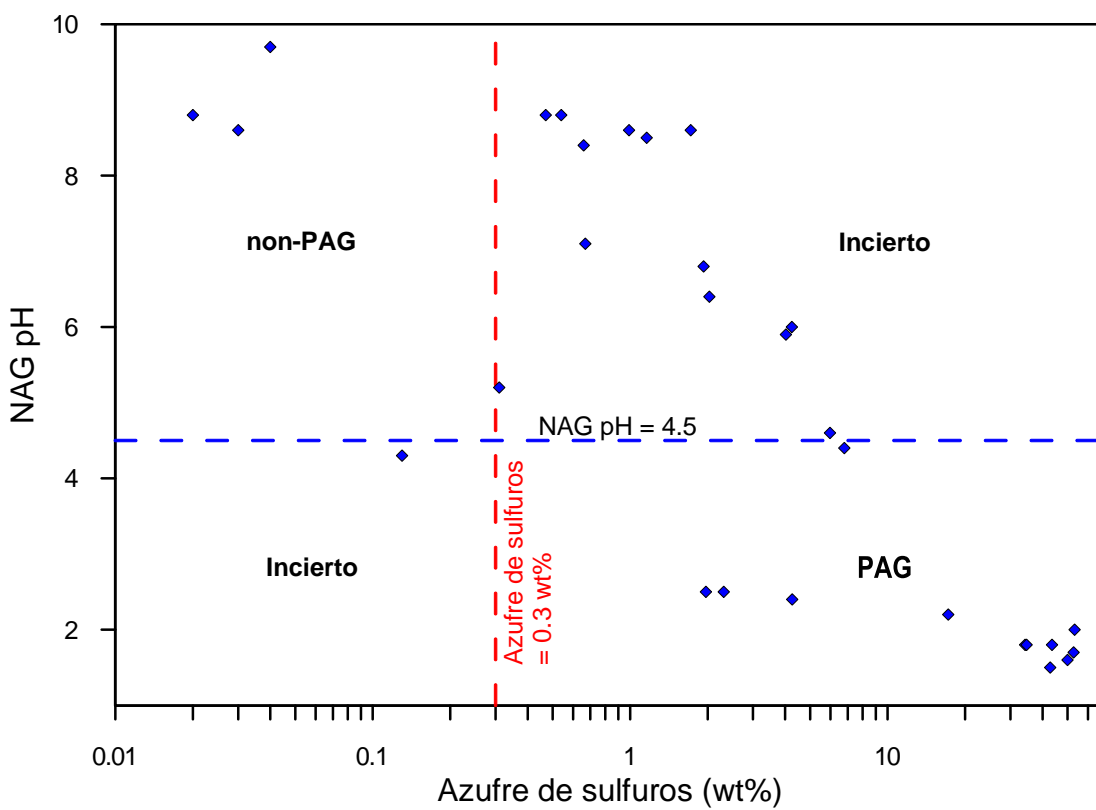


Figura D9: Química de lixiviados NAG – Muestras Tajo Raúl Rojas

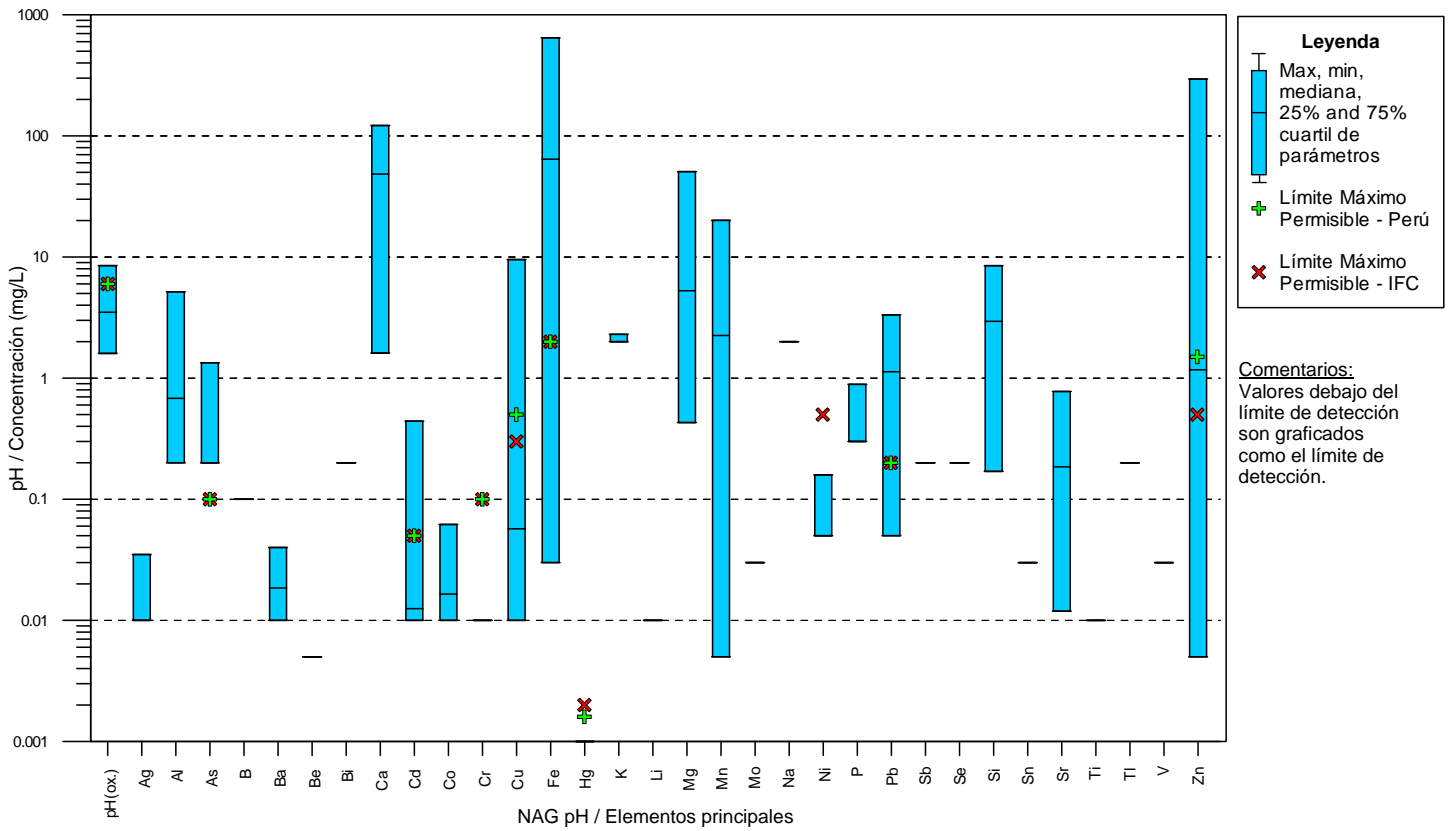


Figura D10: Química de lixiviados SPLP – Muestras Tajo Raúl Rojas

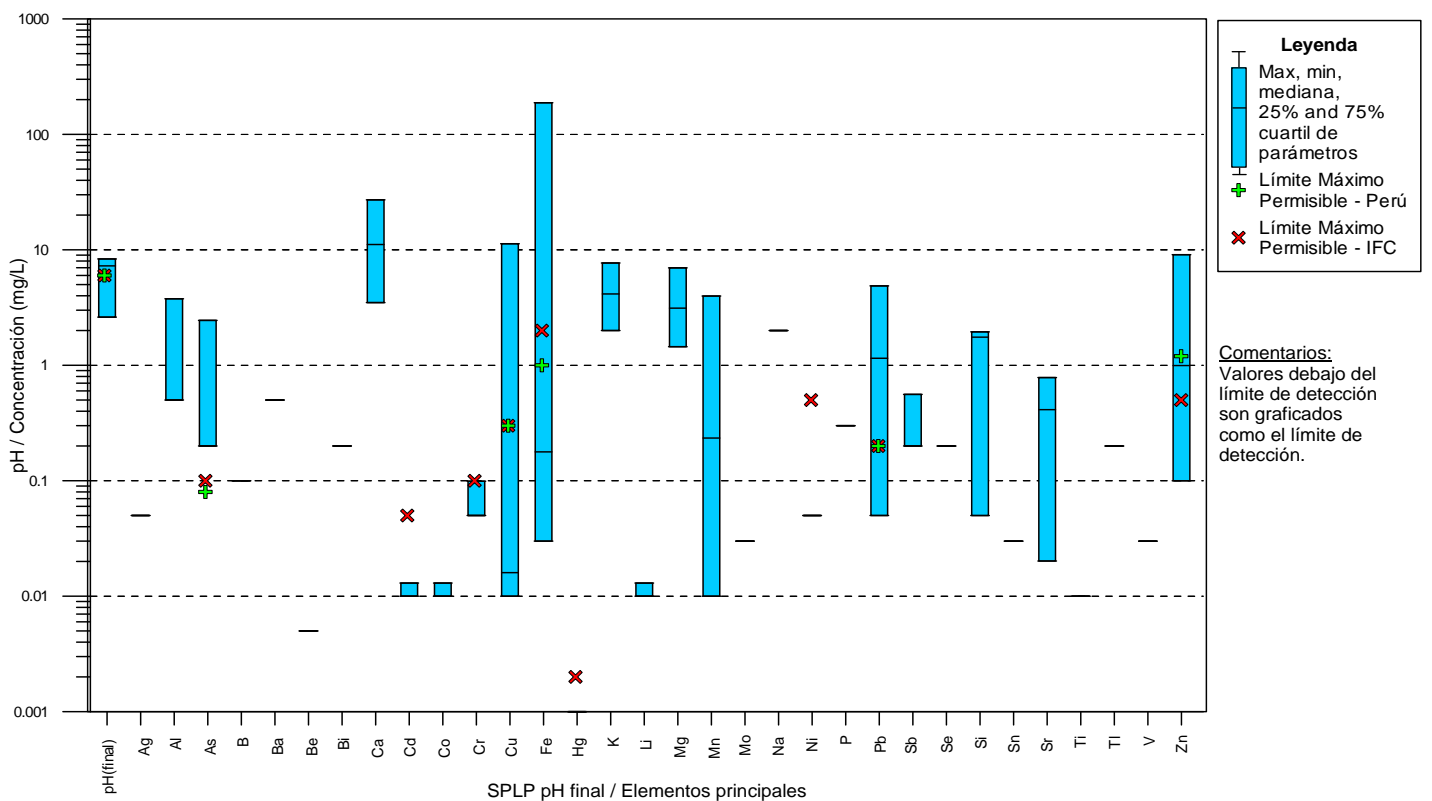


Figura D11: Química de Roca Entera – Muestras Tajo Raúl Rojas T

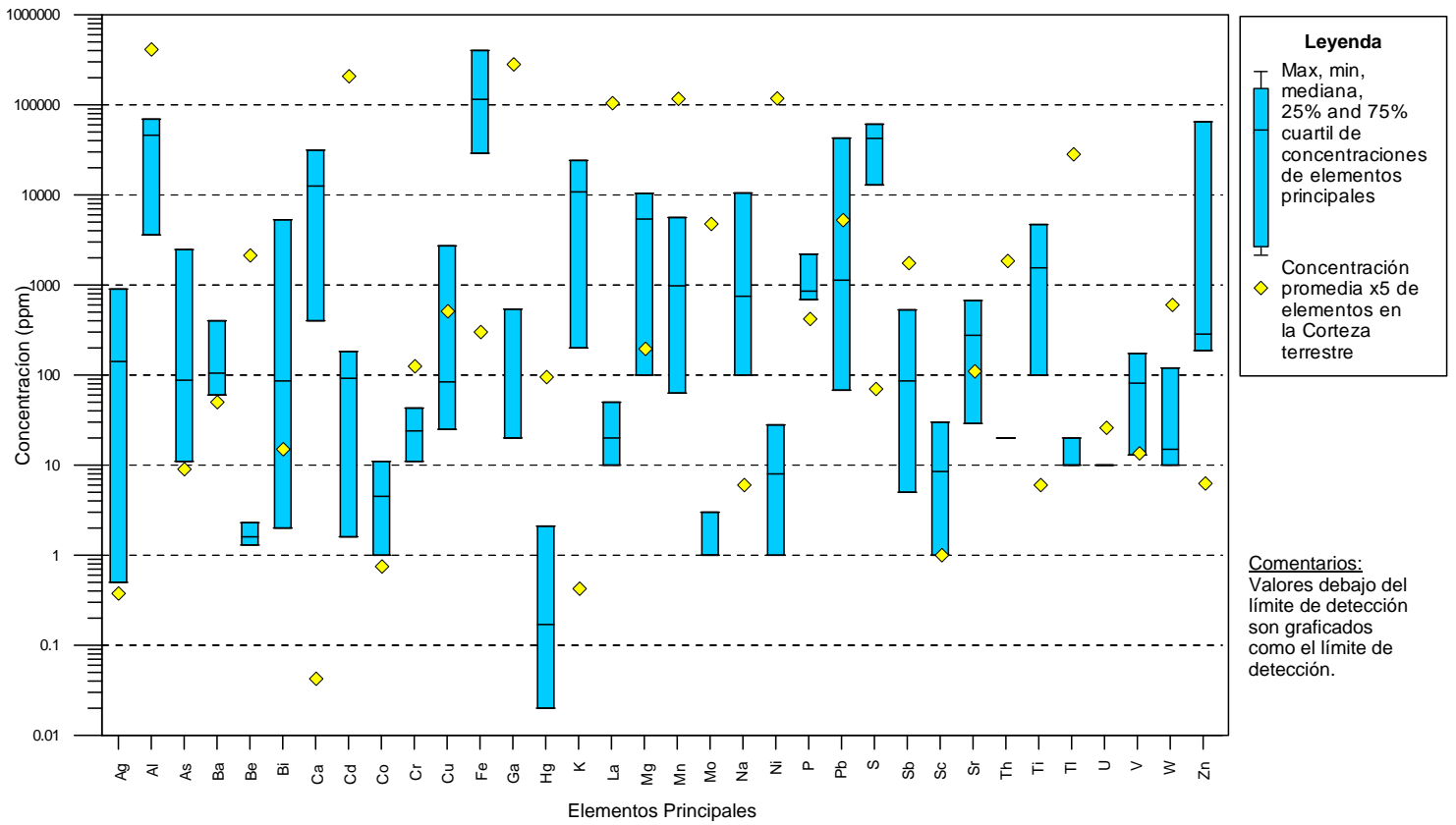


Figura E1: Azufre total vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Botaderos

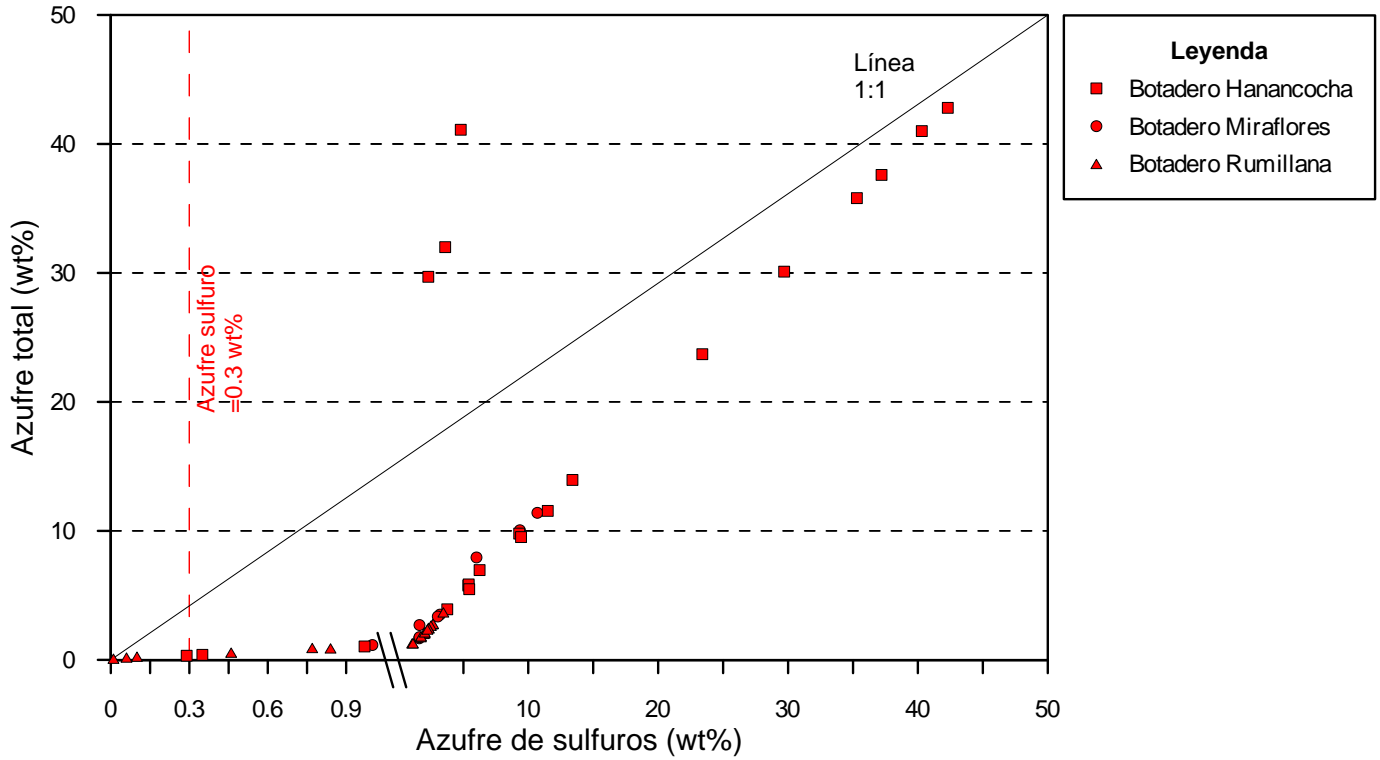


Figura E2: Potencial de Neutralización por Carbonatos (CaNP) vs. Potencial de Neutralización (NP) – Muestras de Botaderos

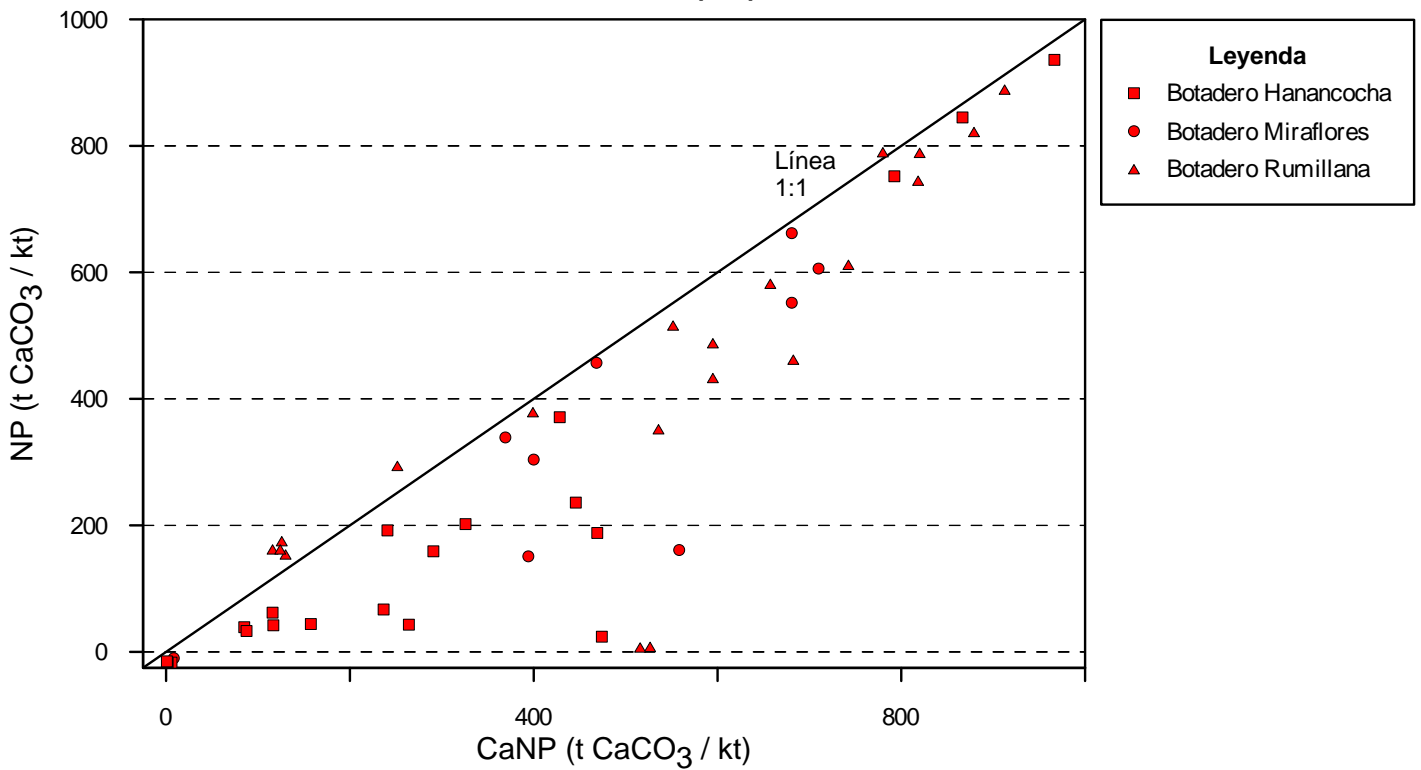


Figura E3: Potencial de Generación de Acidez (AP) vs. Potencial de Neutralización (NP) – Muestras de Botaderos

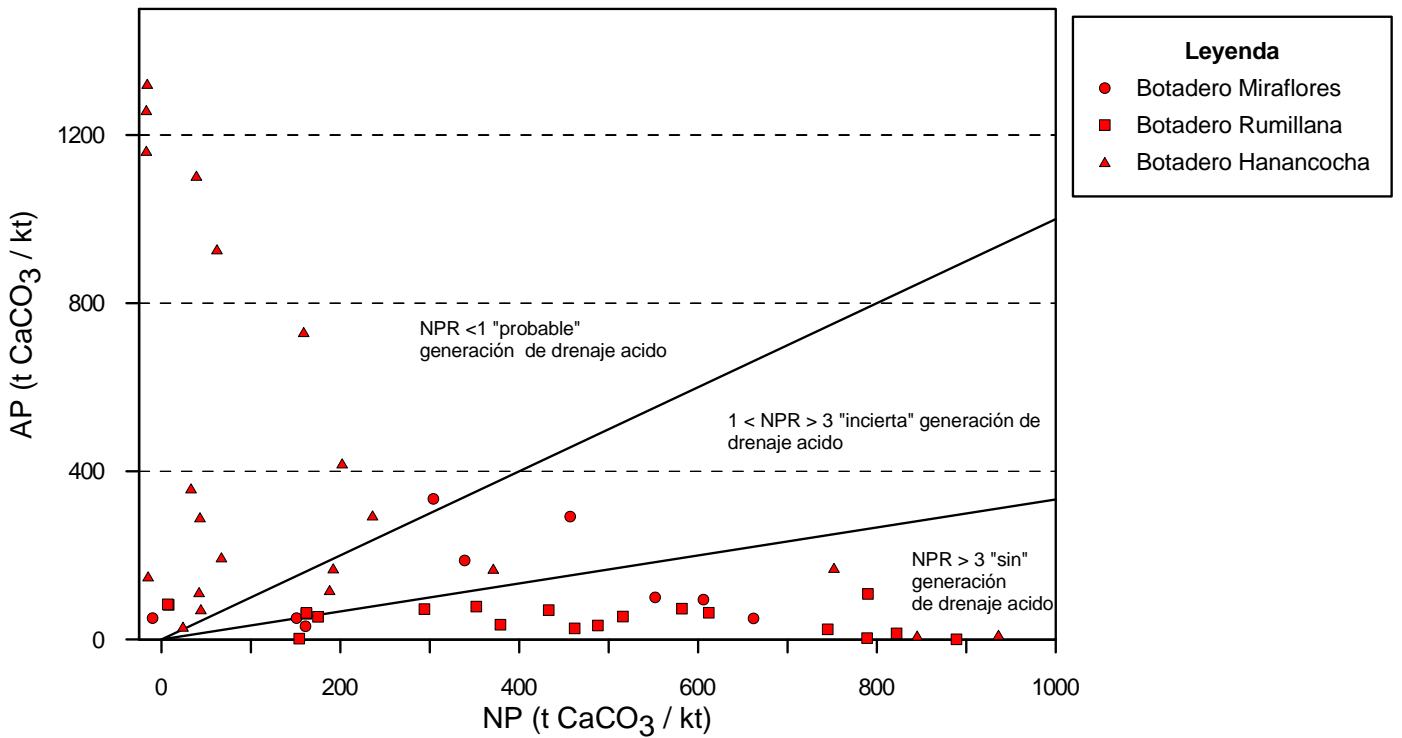


Figura E4: Potencial de Generación de Acidez (AP) vs. Potencial de Neutralización por Carbonatos (CaNP) – Muestras de Botaderos

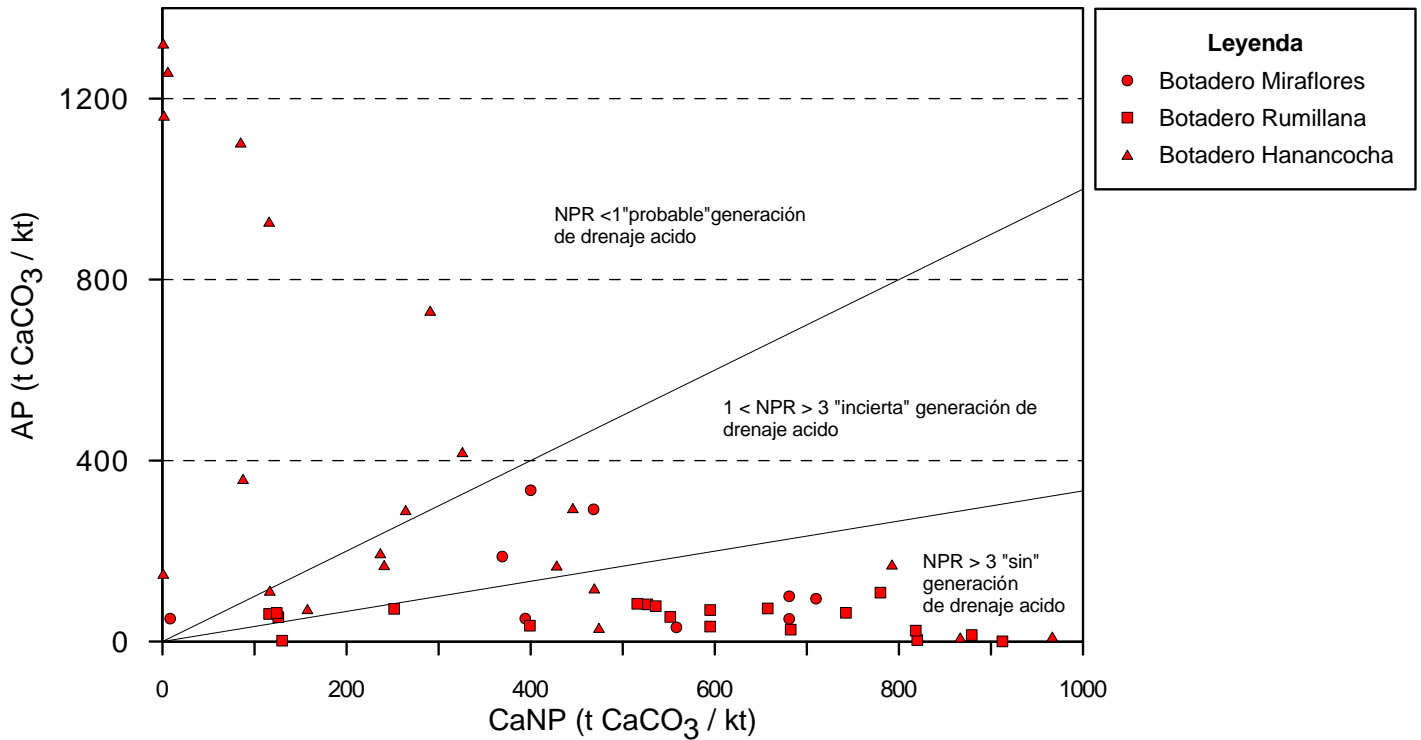


Figura E5: NPR vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Botaderos

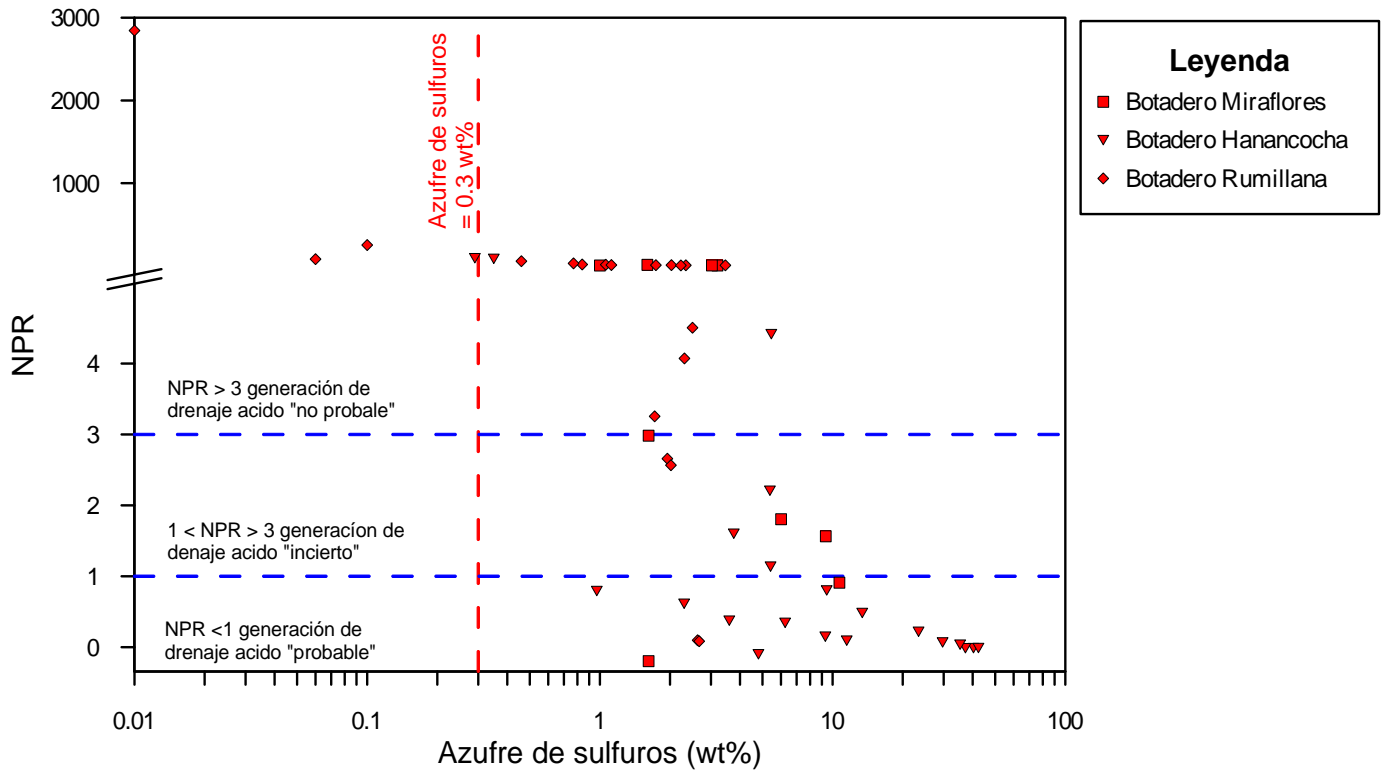


Figura E6: pH en pasta vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Botaderos

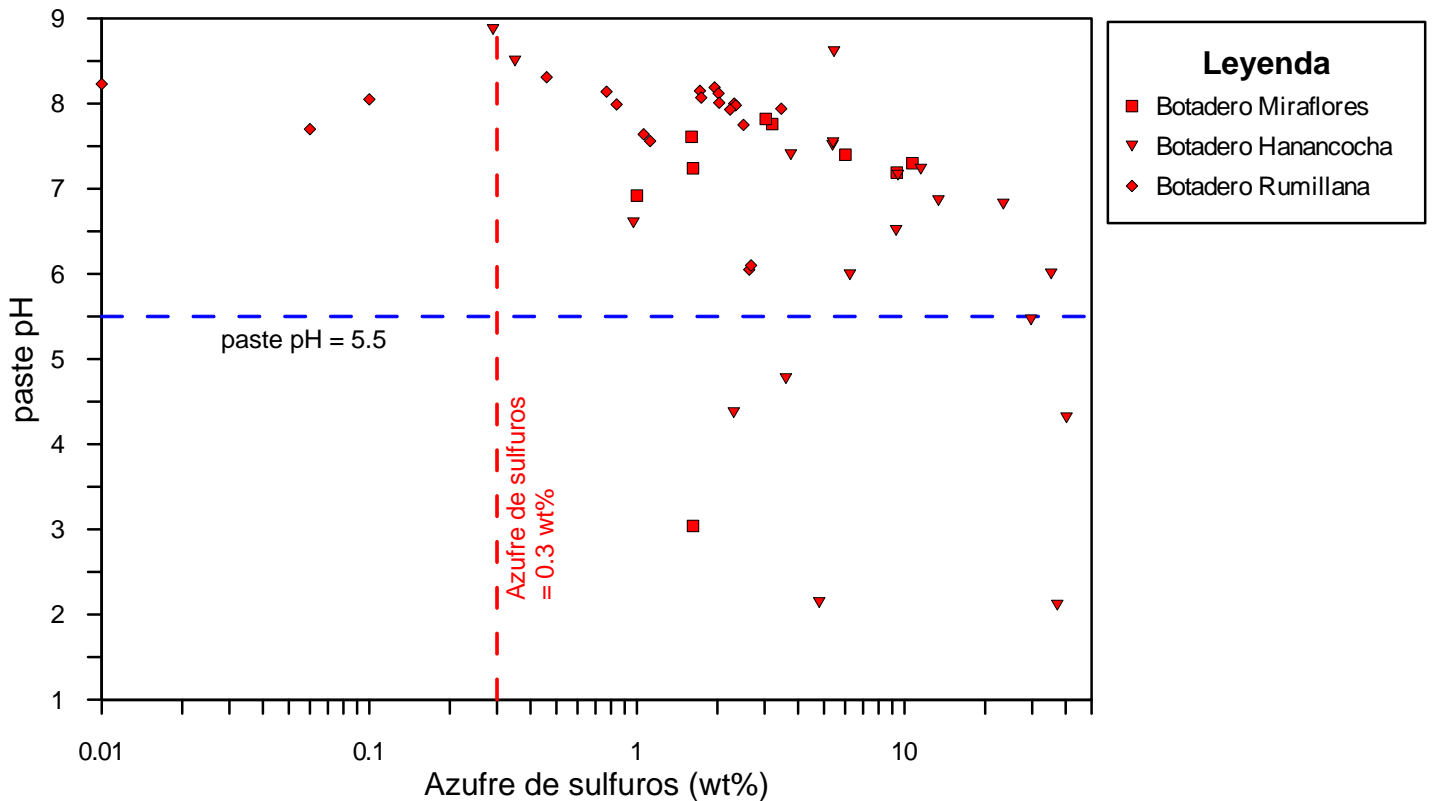


Figura E7: NAG pH vs. NPR – Muestras de Botaderos

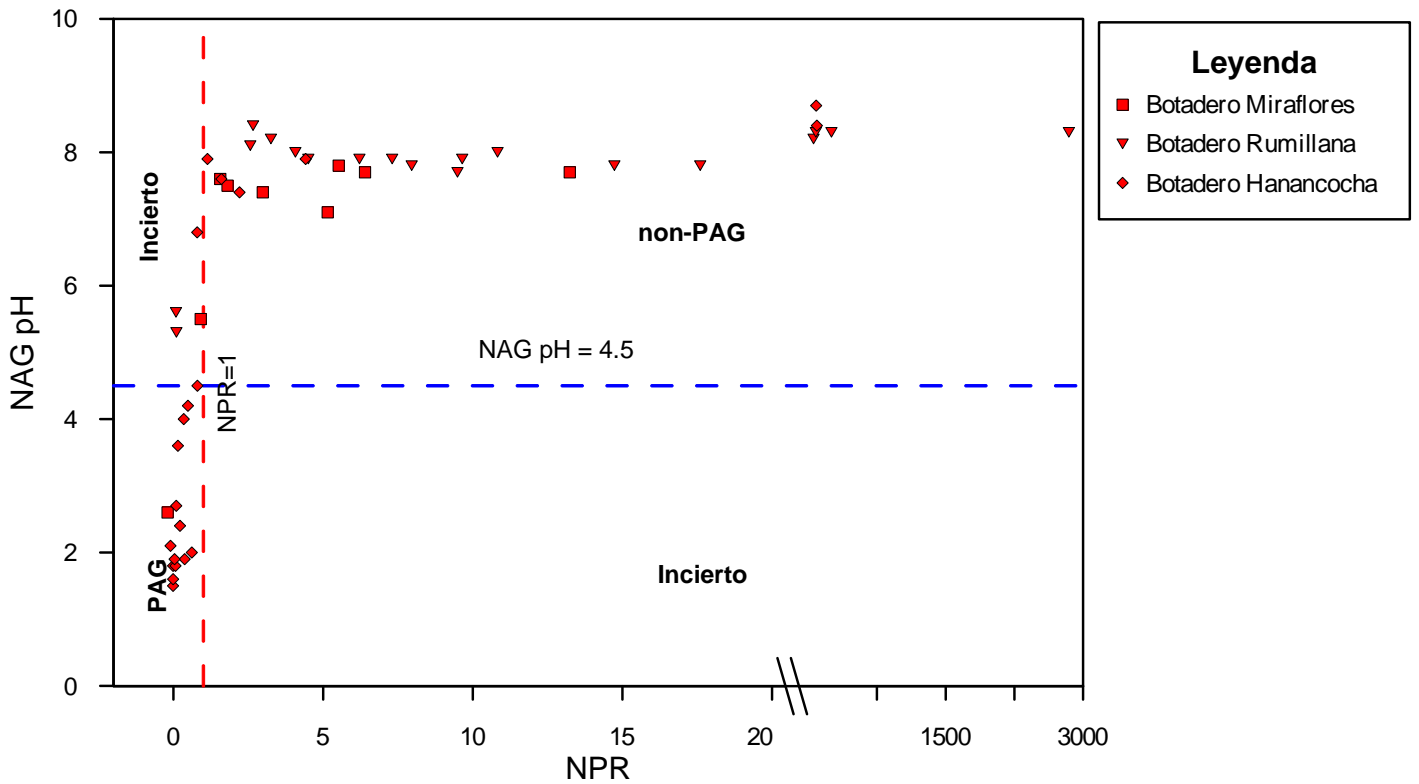


Figura E8: NAG pH vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Botaderos

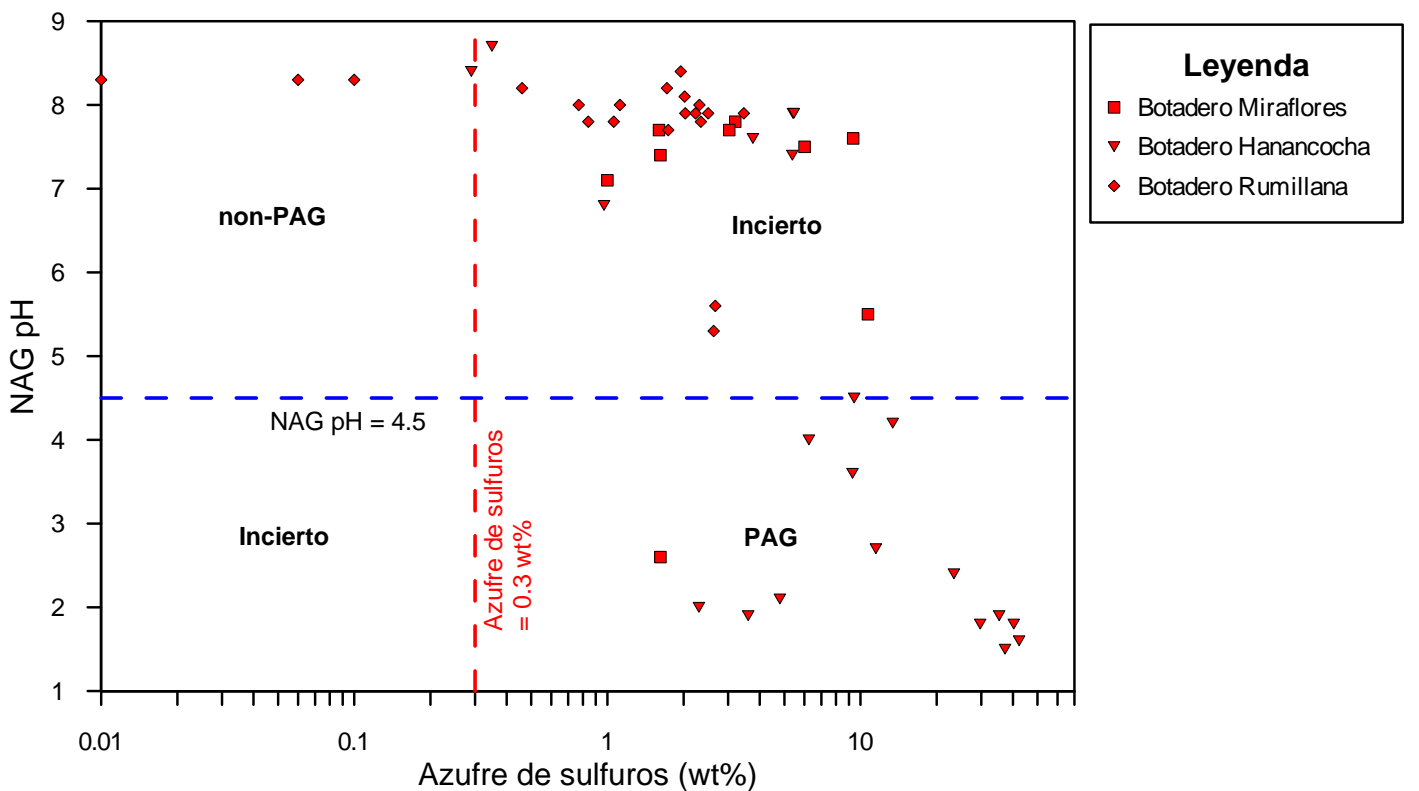


Figura E9: Química de lixiviados NAG – Muestras Mineral Marginal Botadero Rumillana M4

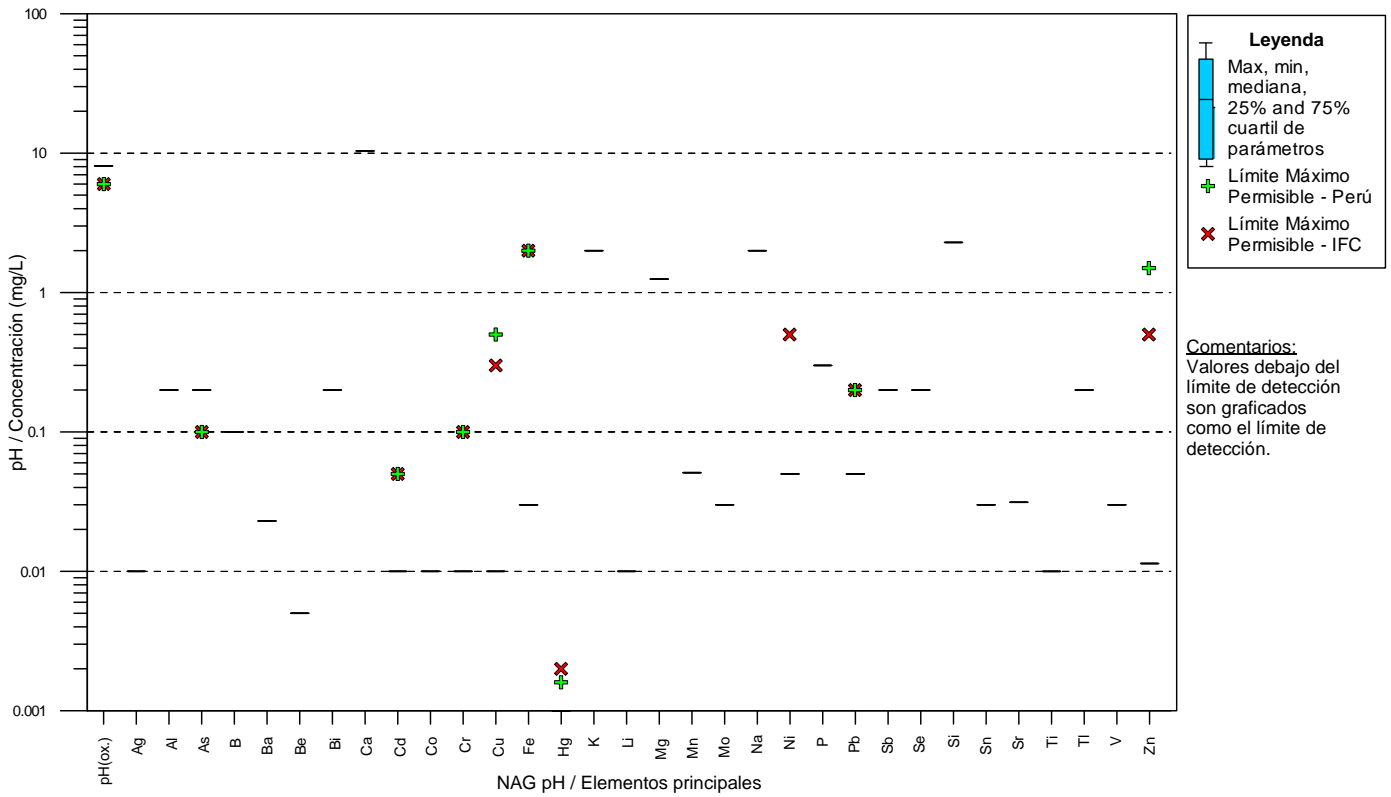


Figura E10: Química de lixiviados NAG – Muestras Mineral Marginal Botadero Rumillana D2

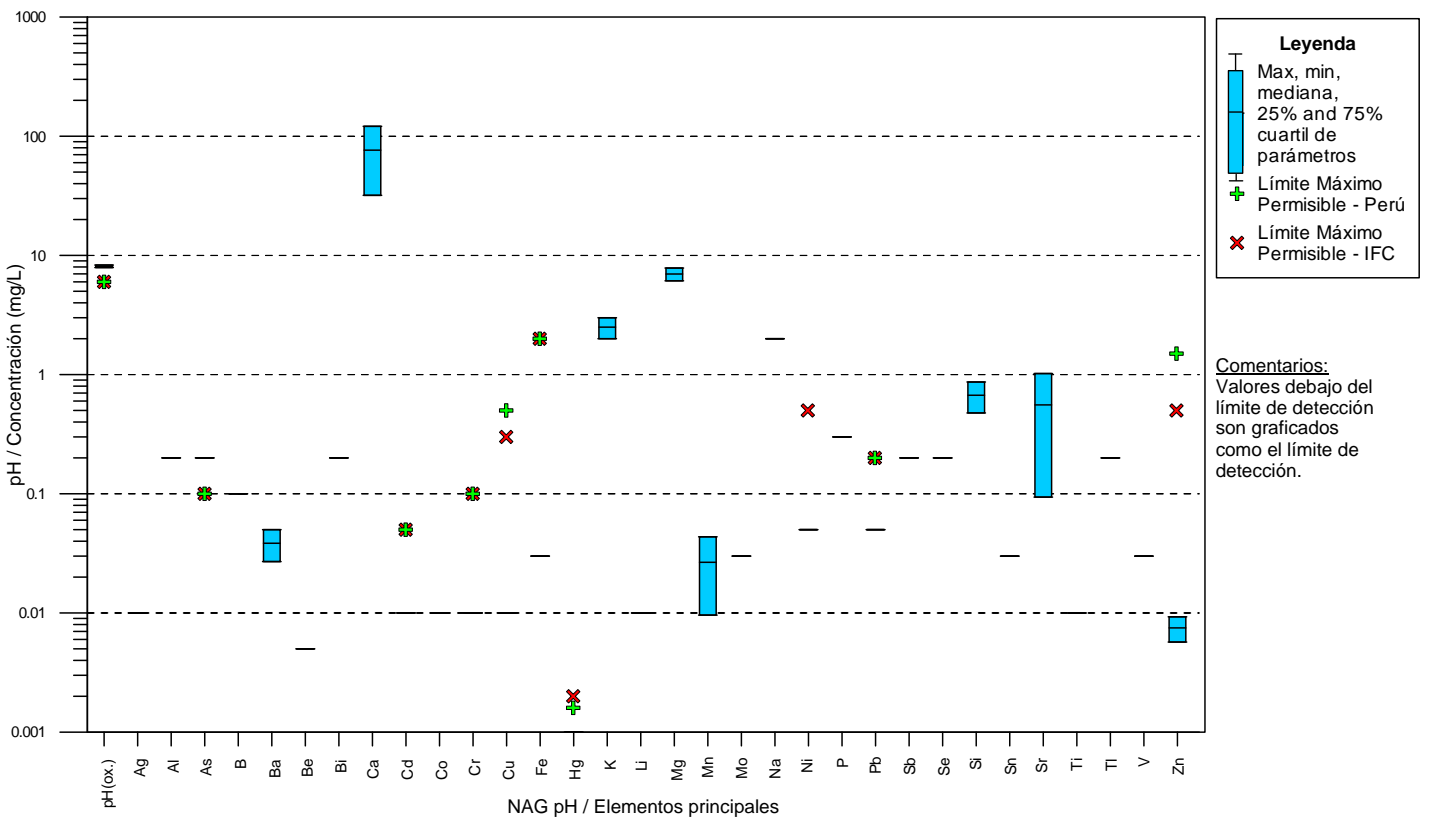


Figura E11: Química de lixiviados SPLP – Muestras Mineral Marginal Botadero Rumillana M4

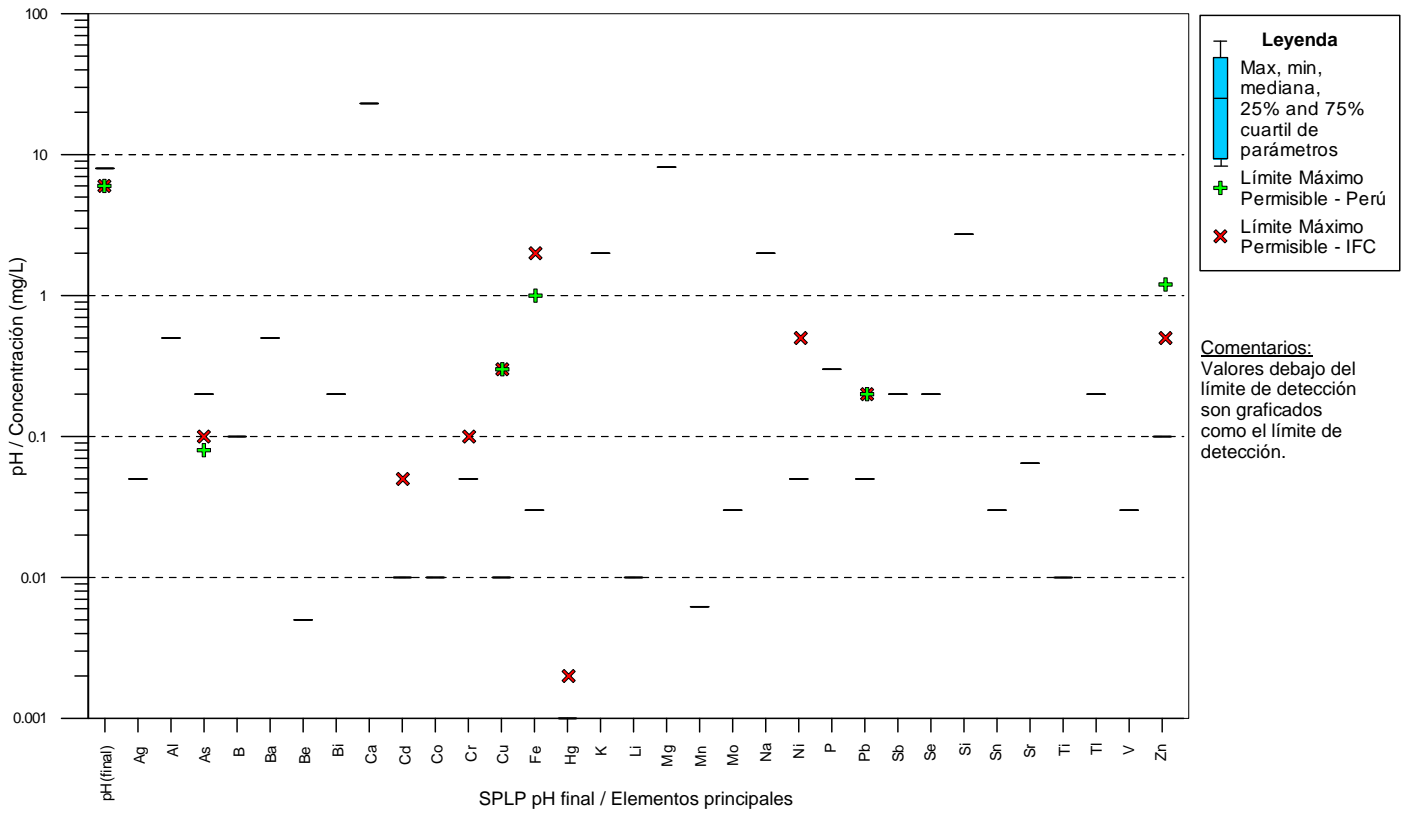


Figura E12: Química de lixiviados SPLP – Muestras Mineral Marginal Botadero Rumillana D2

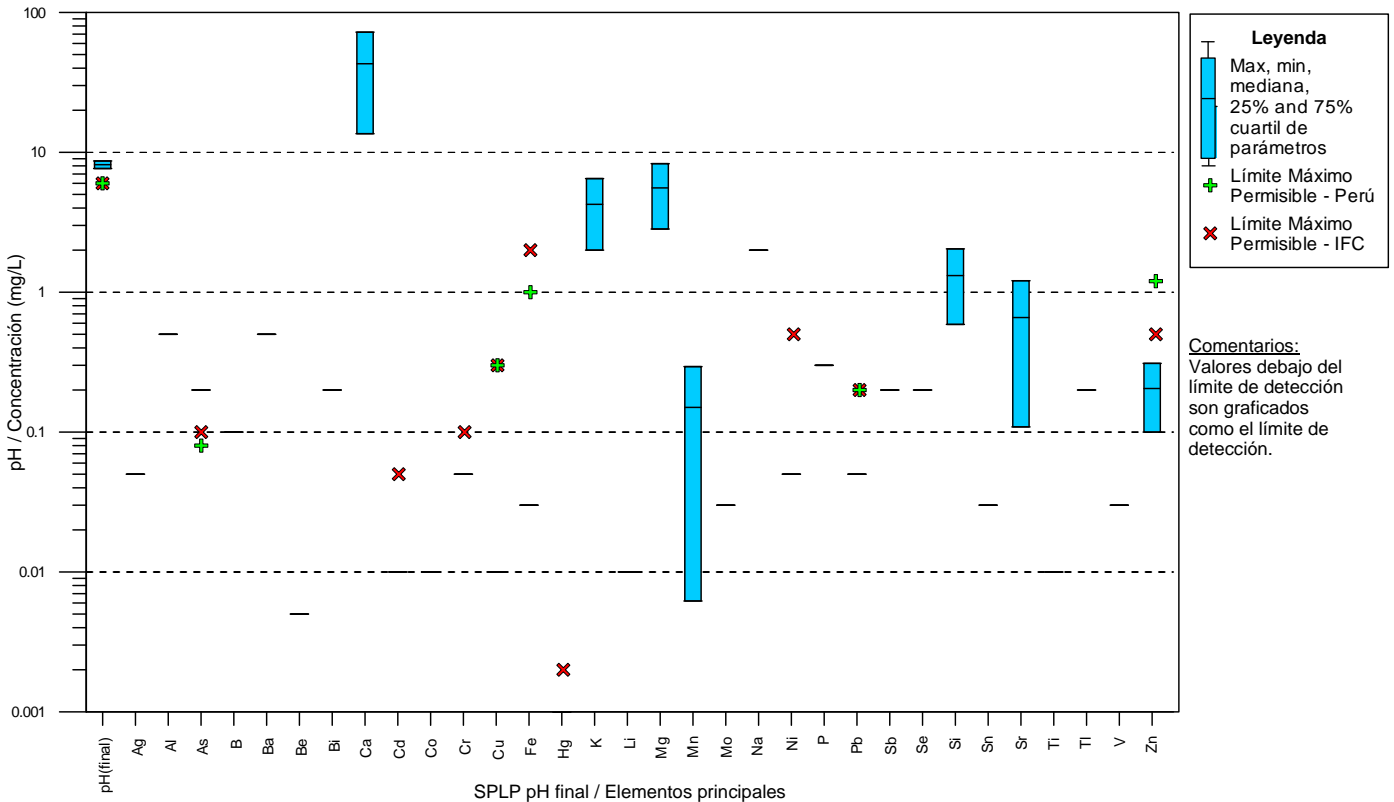


Figura E13: Química de Roca Entera – Muestras Mineral Marginal Botadero Rumillana M4

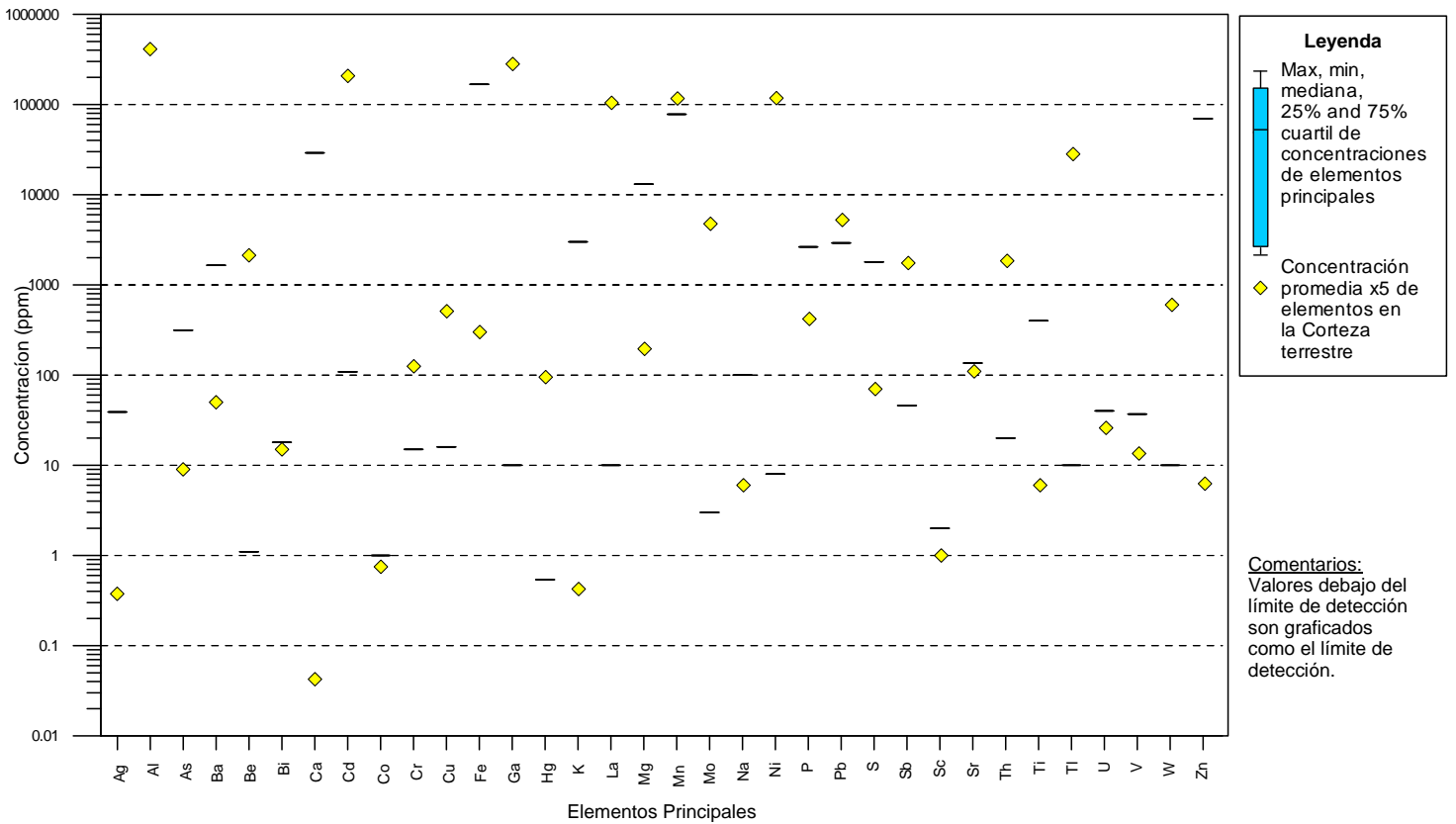


Figura E14: Química de Roca Entera – Muestras Mineral Marginal Botadero Rumillana D2

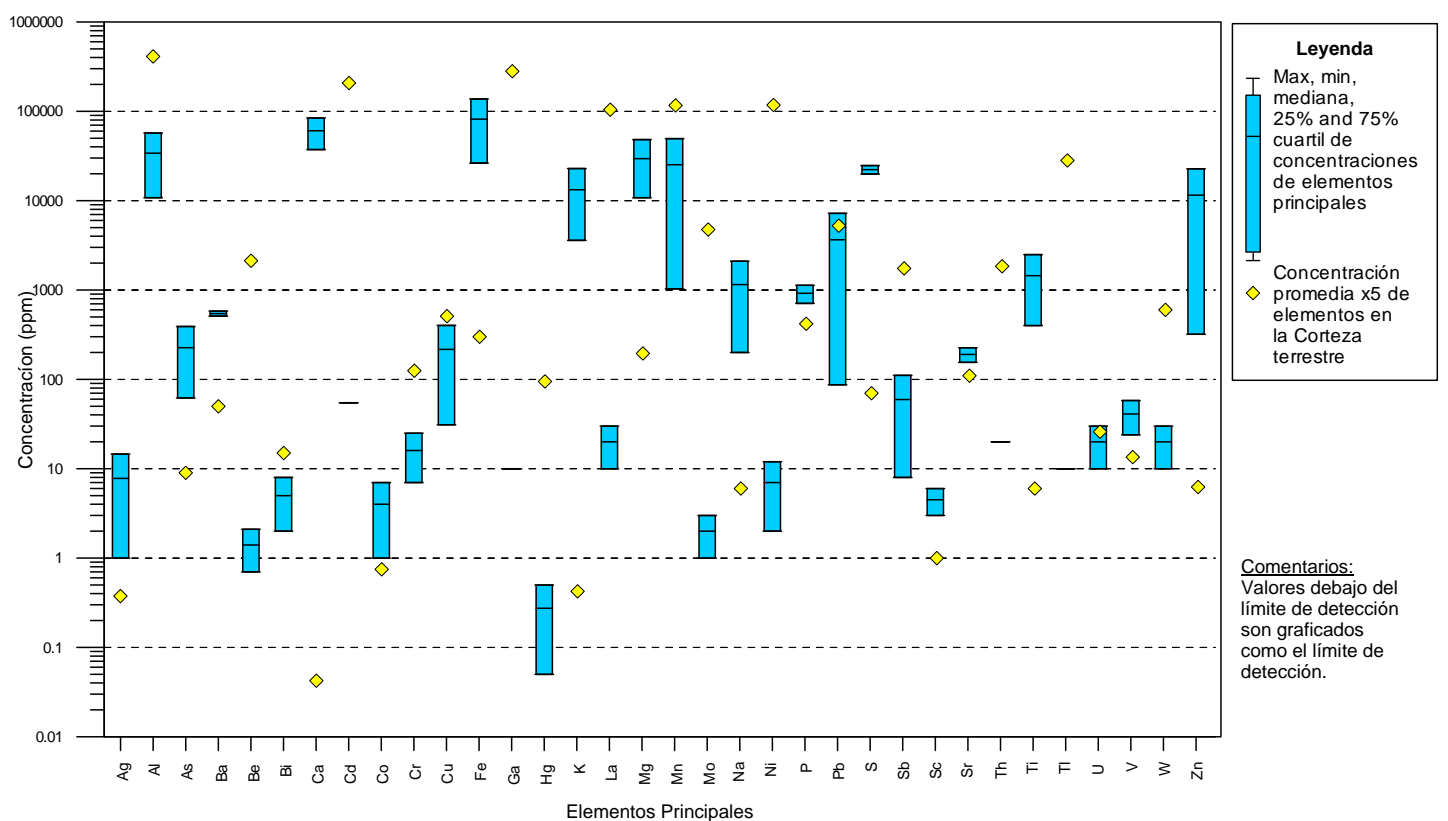


Figura E15: Química de lixiviados NAG – Muestras Mineral Marginal Botadero Hanancocha D1

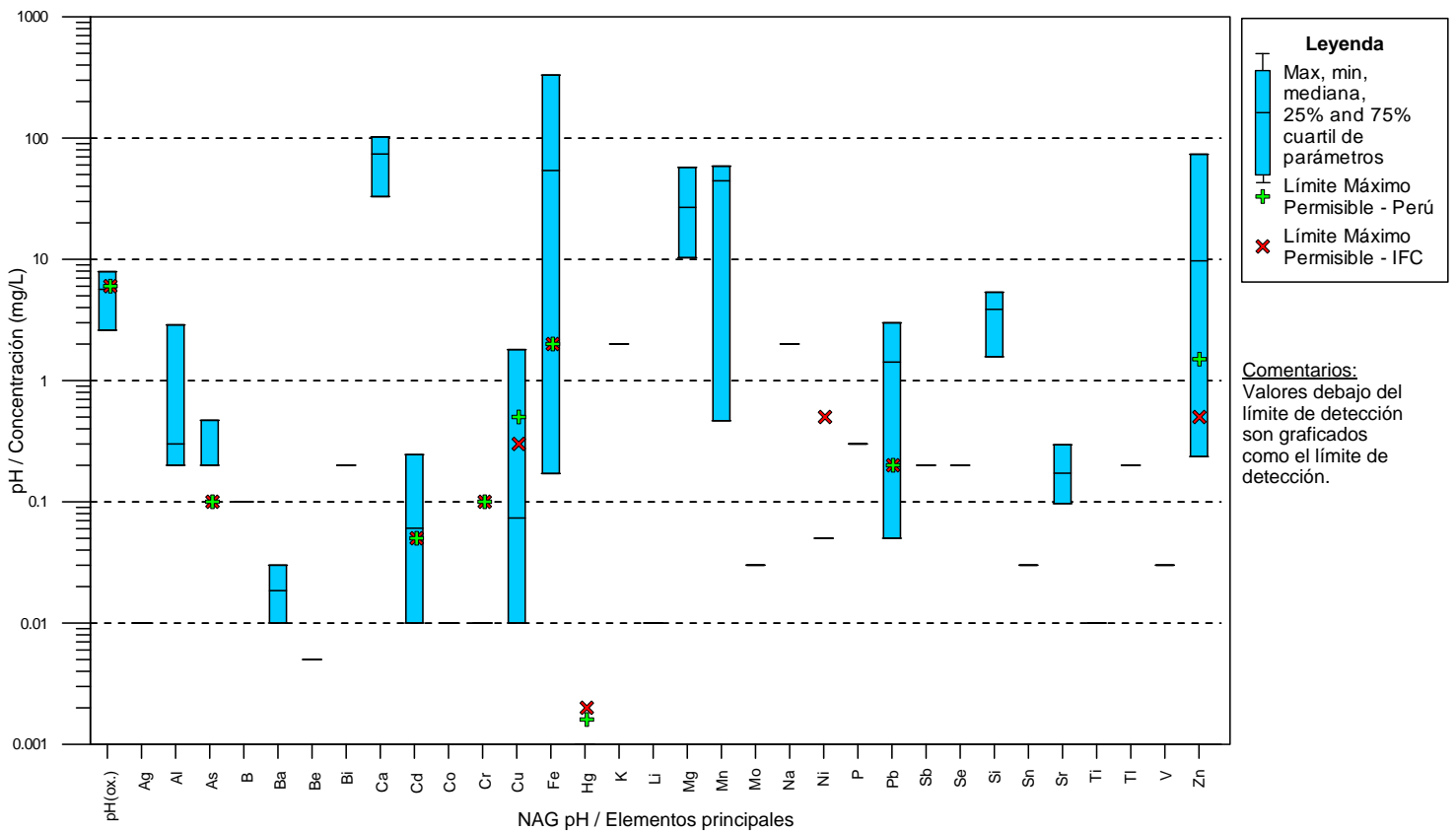


Figura E16: Química de lixiviados SPLP – Muestras Mineral Marginal Botadero Hanancocha D1

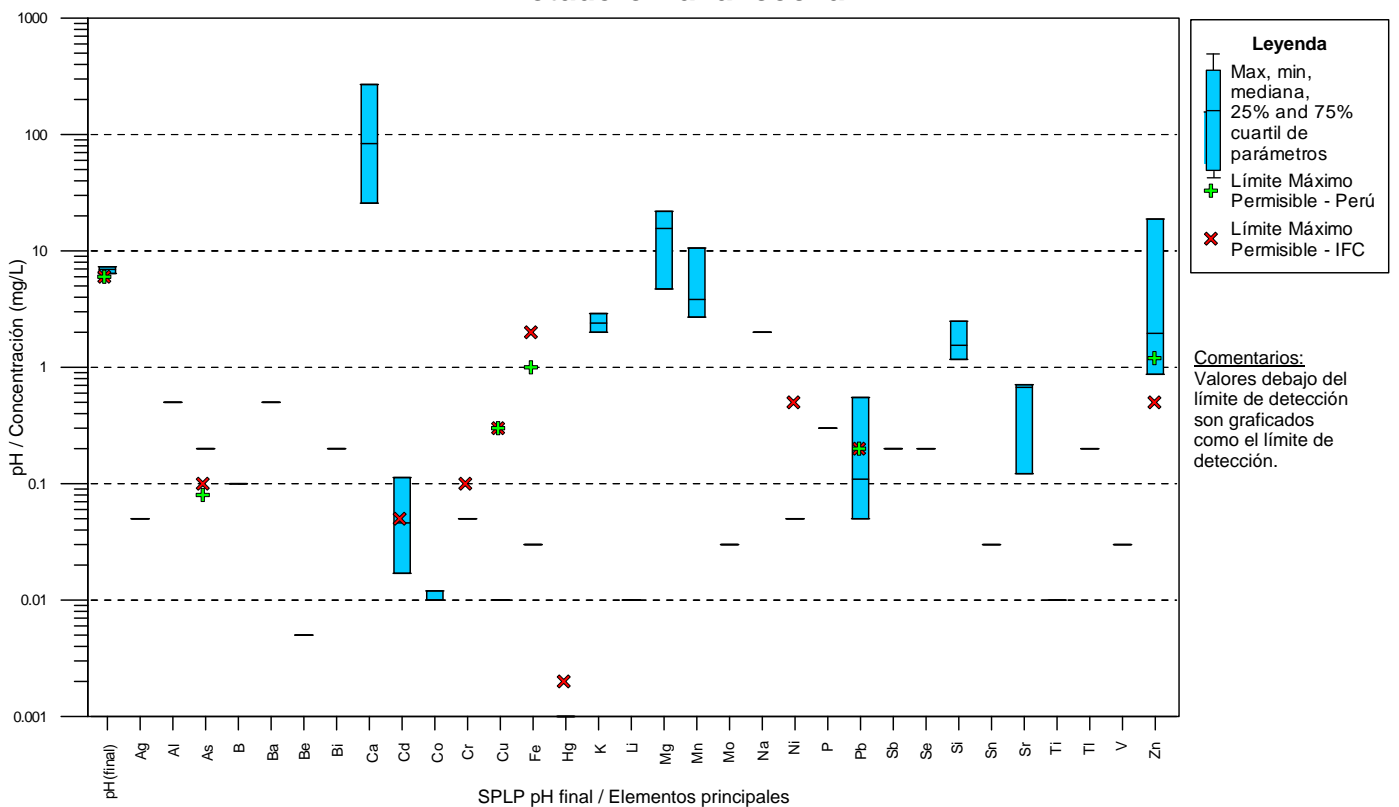


Figura E17: Química de Roca Entera – Muestras Mineral Marginal Botadero Hanancocha D1

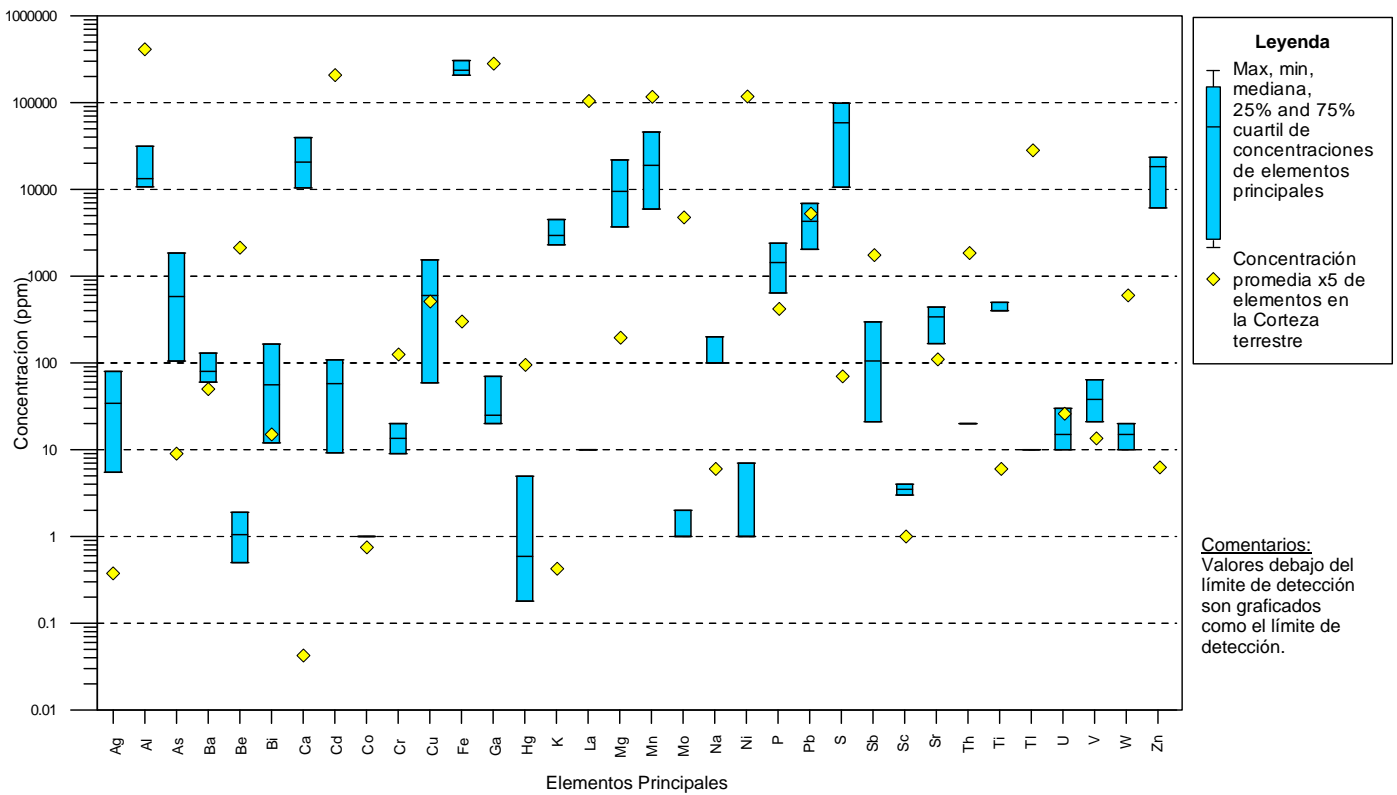


Figura E18: Química de lixiviados NAG – Muestras Mineral Marginal Botadero Miraflores D3

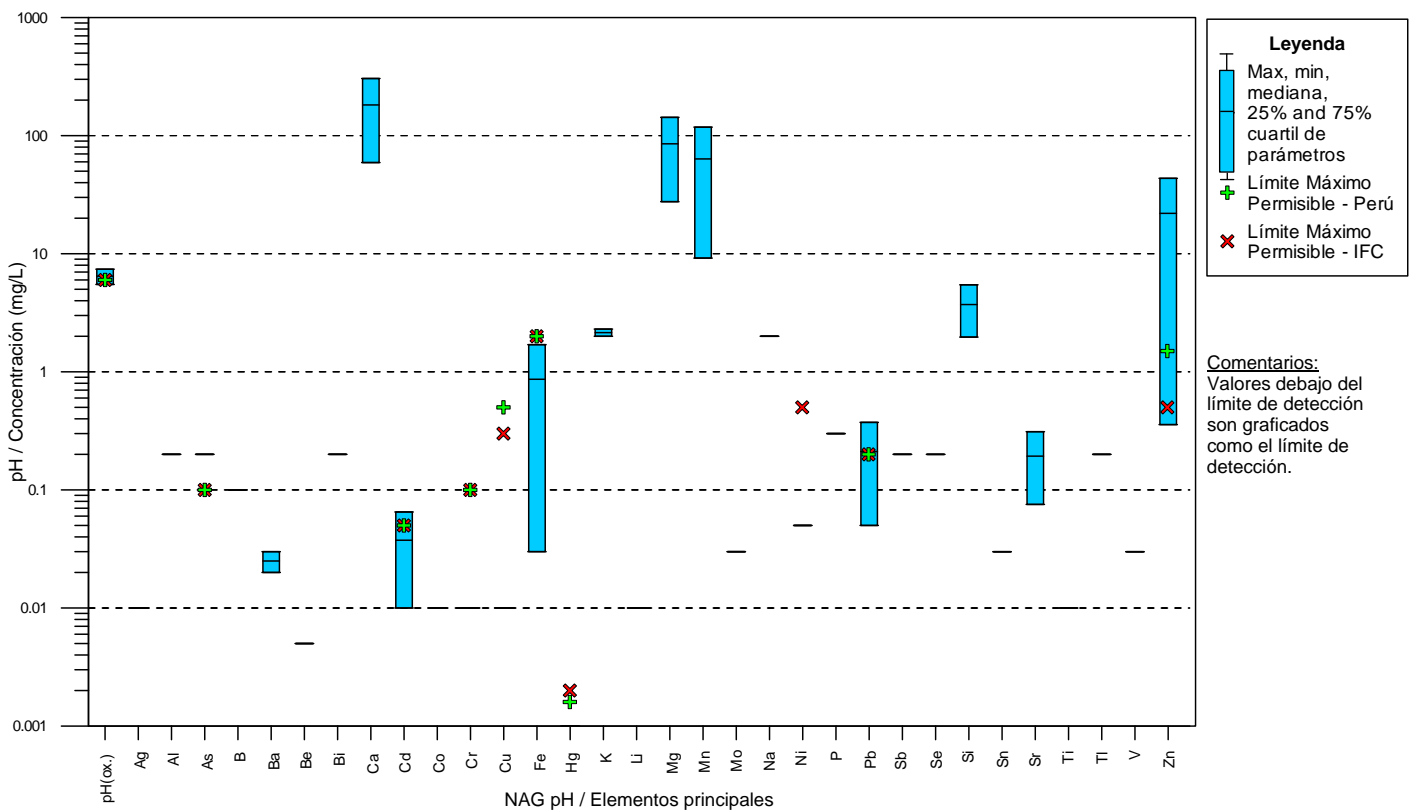


Figura E19: Química de lixiviados SPLP – Muestras Mineral Marginal Botadero Miraflores D3

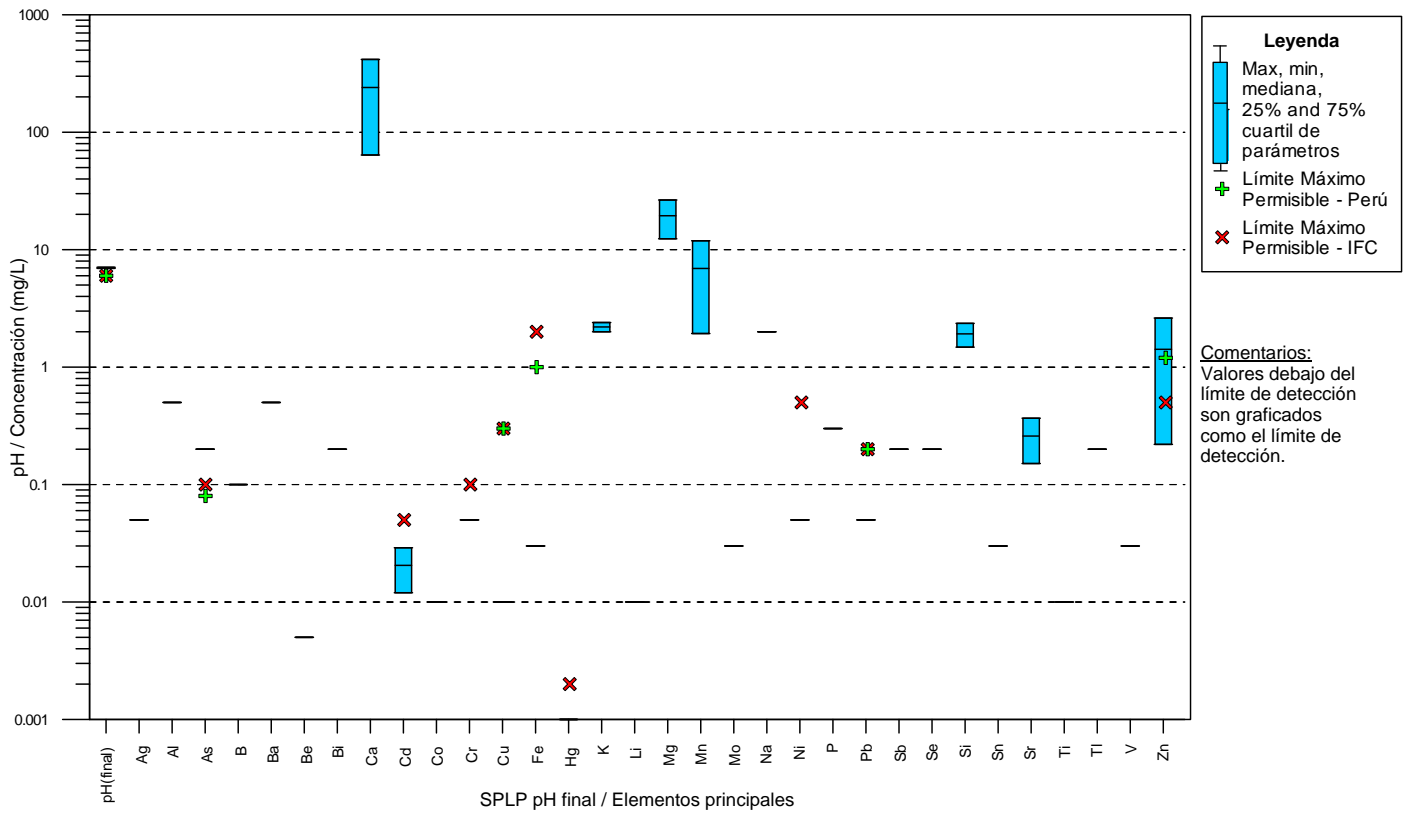


Figura E20: Química de Roca Entera – Muestras Mineral Marginal Botadero Miraflores D3

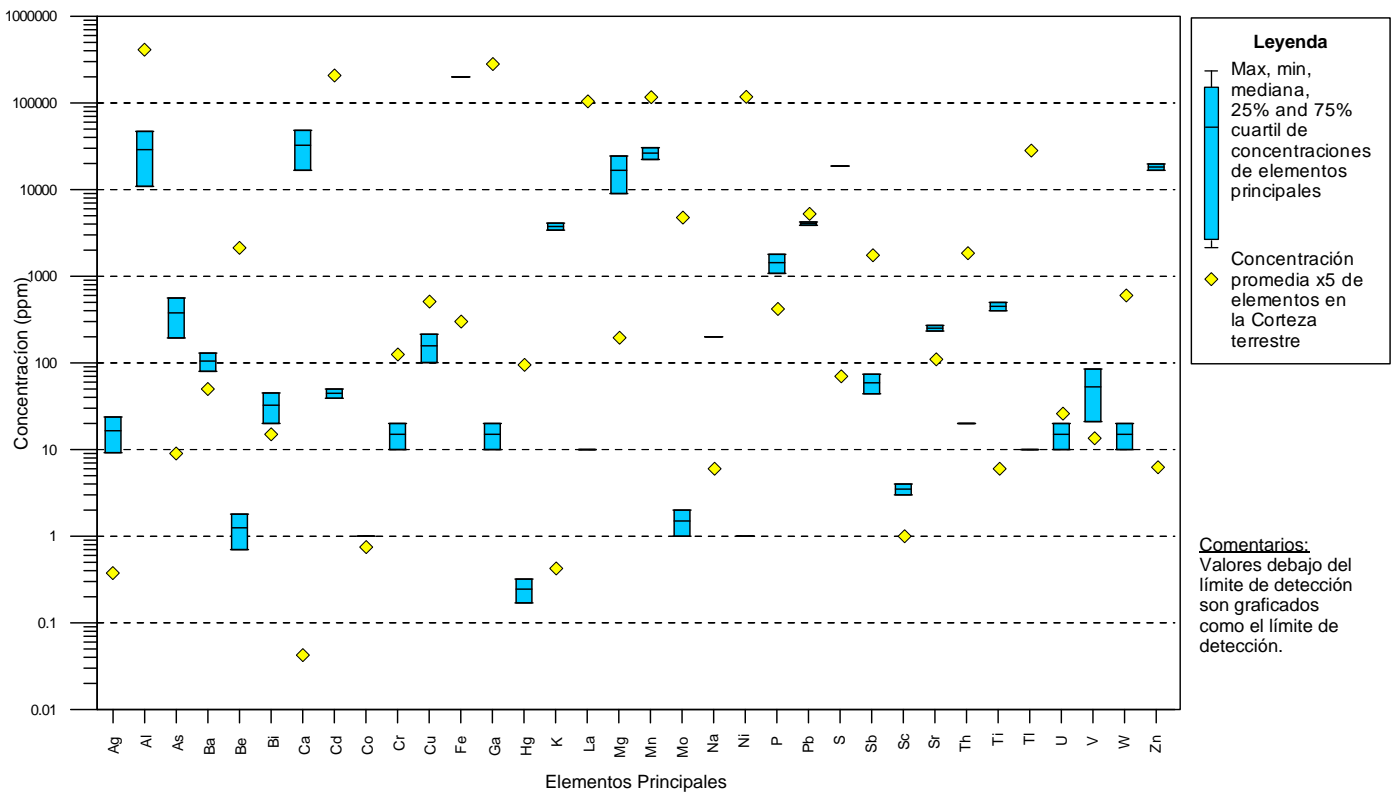


Figura F1: Azufre total vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Stock piles

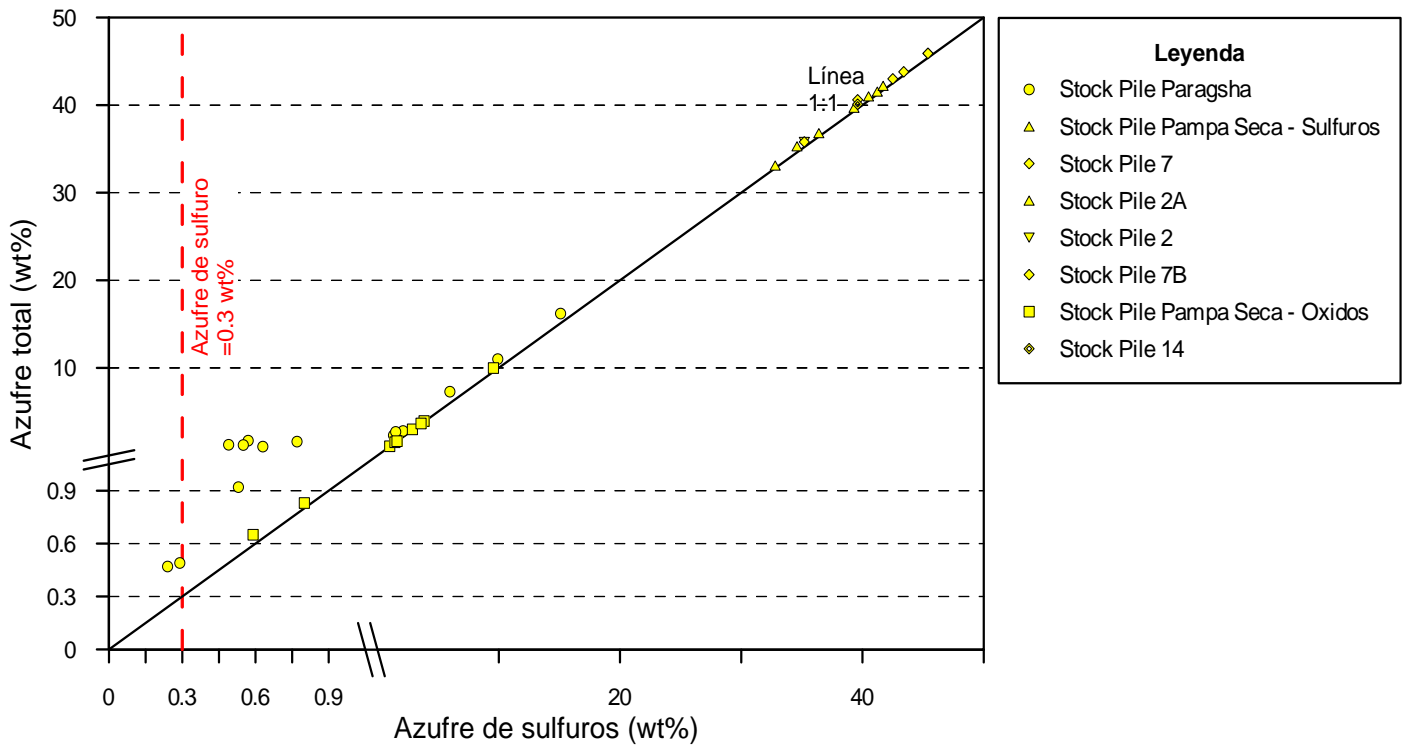


Figura F2: Potencial de Neutralización por Carbonatos (CaNP) vs. Potencial de Neutralización (NP) – Muestras de Stock piles

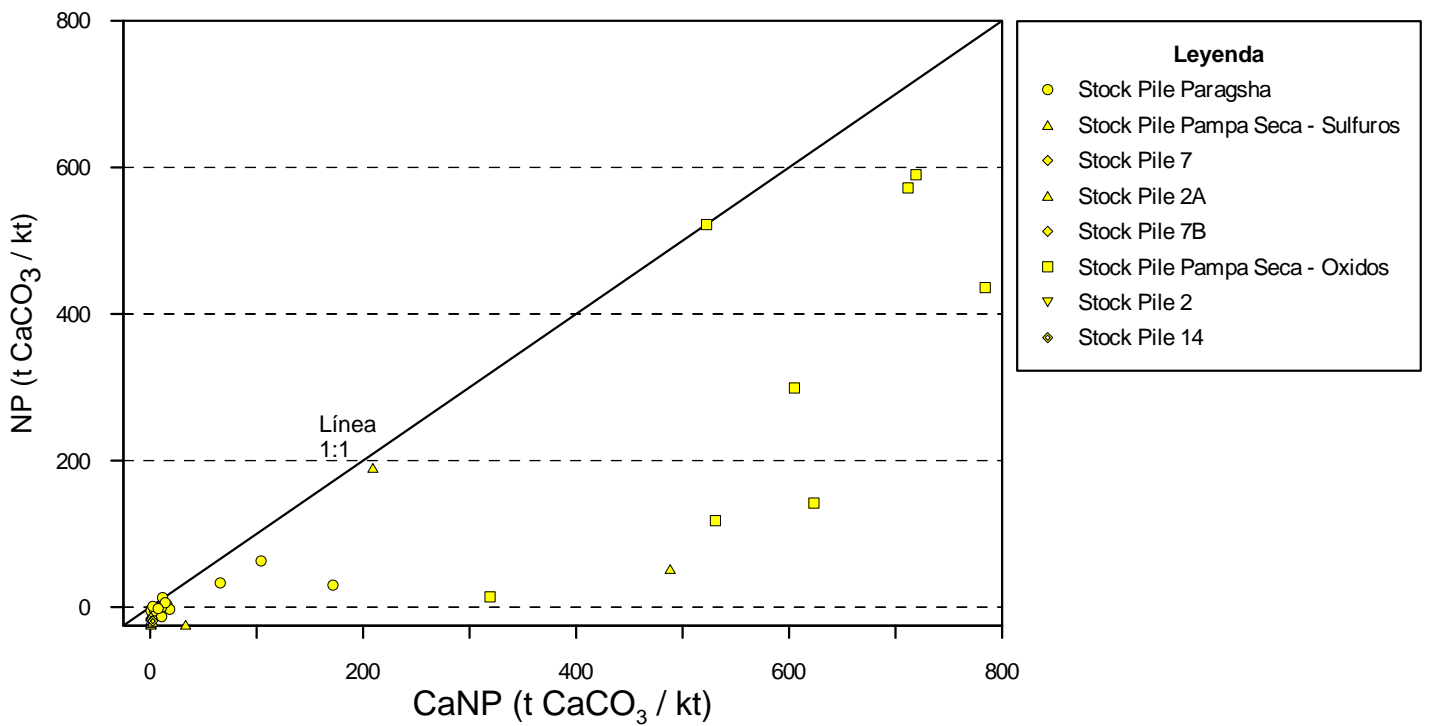


Figura F3: Potencial de Generación de Acidez (AP) vs. Potencial de Neutralización (NP) – Muestras de Stock piles

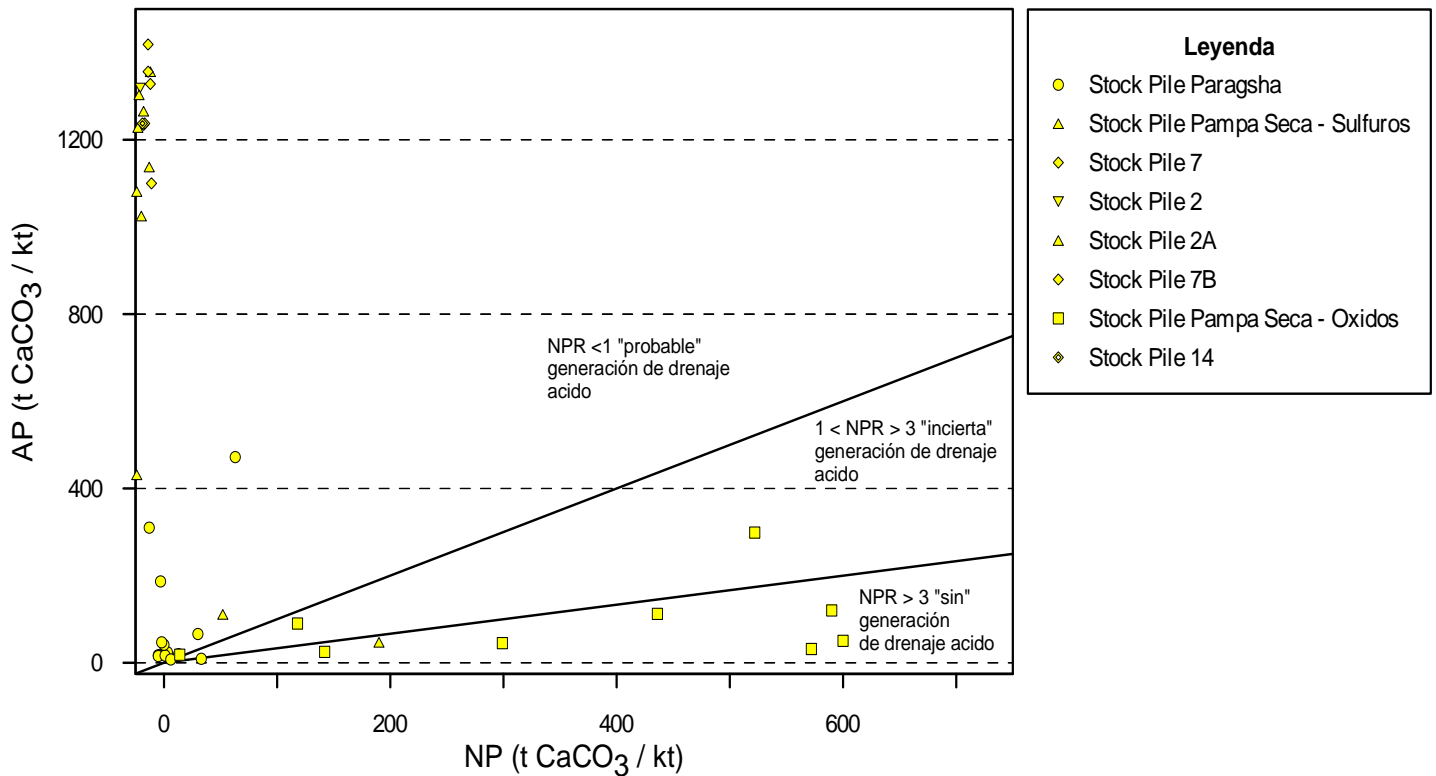


Figura F4: Potencial de Generación de Acidez (AP) vs. Potencial de Neutralización por Carbonatos (CaNP) – Muestras de Stock piles

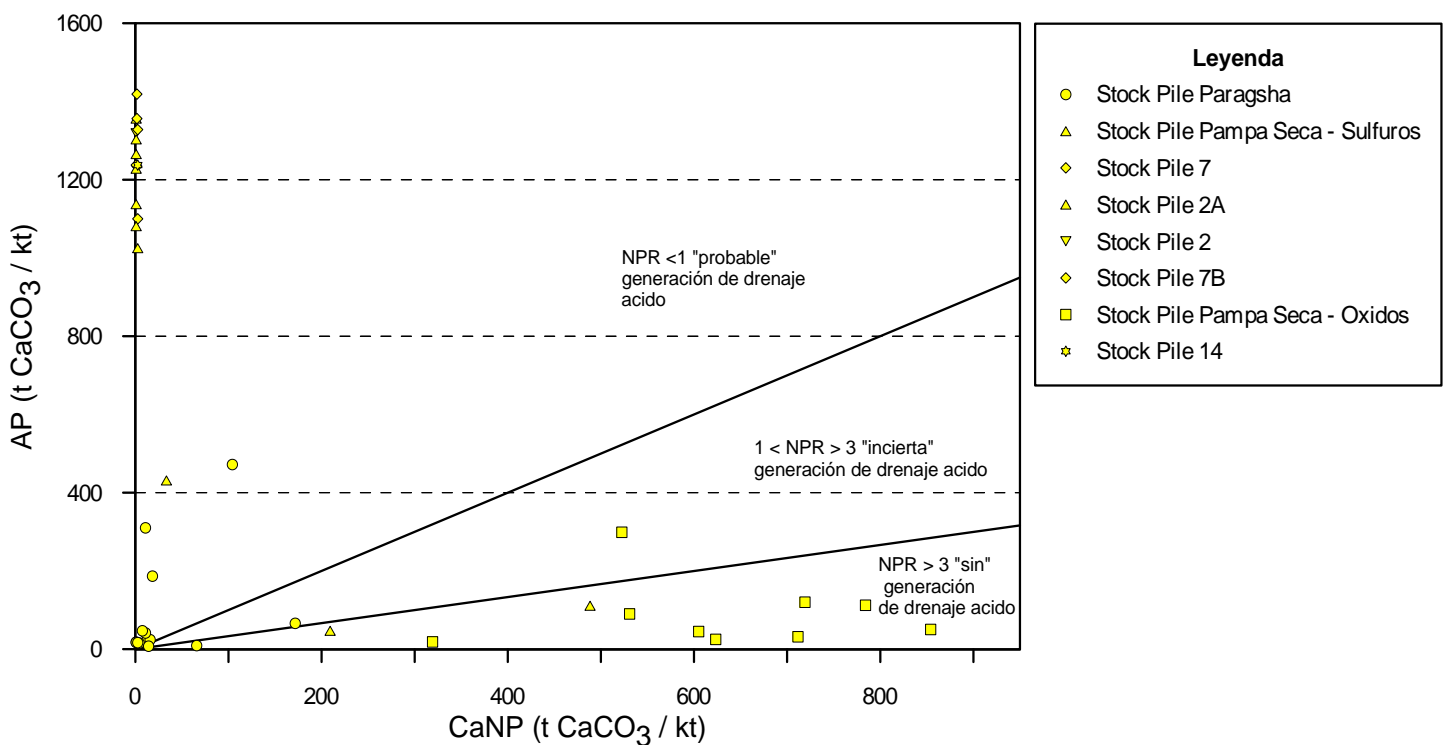


Figura F5: NPR vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Stock piles

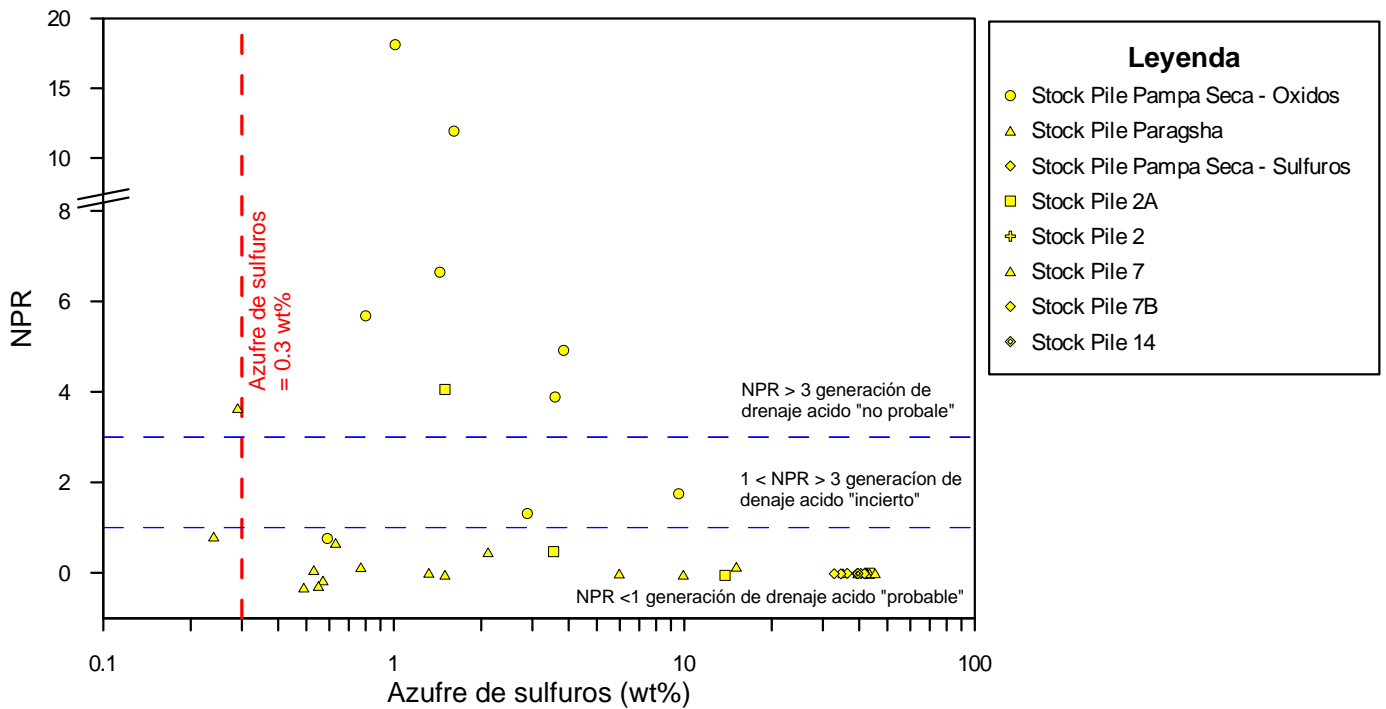


Figura F6: pH en pasta vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Stock piles

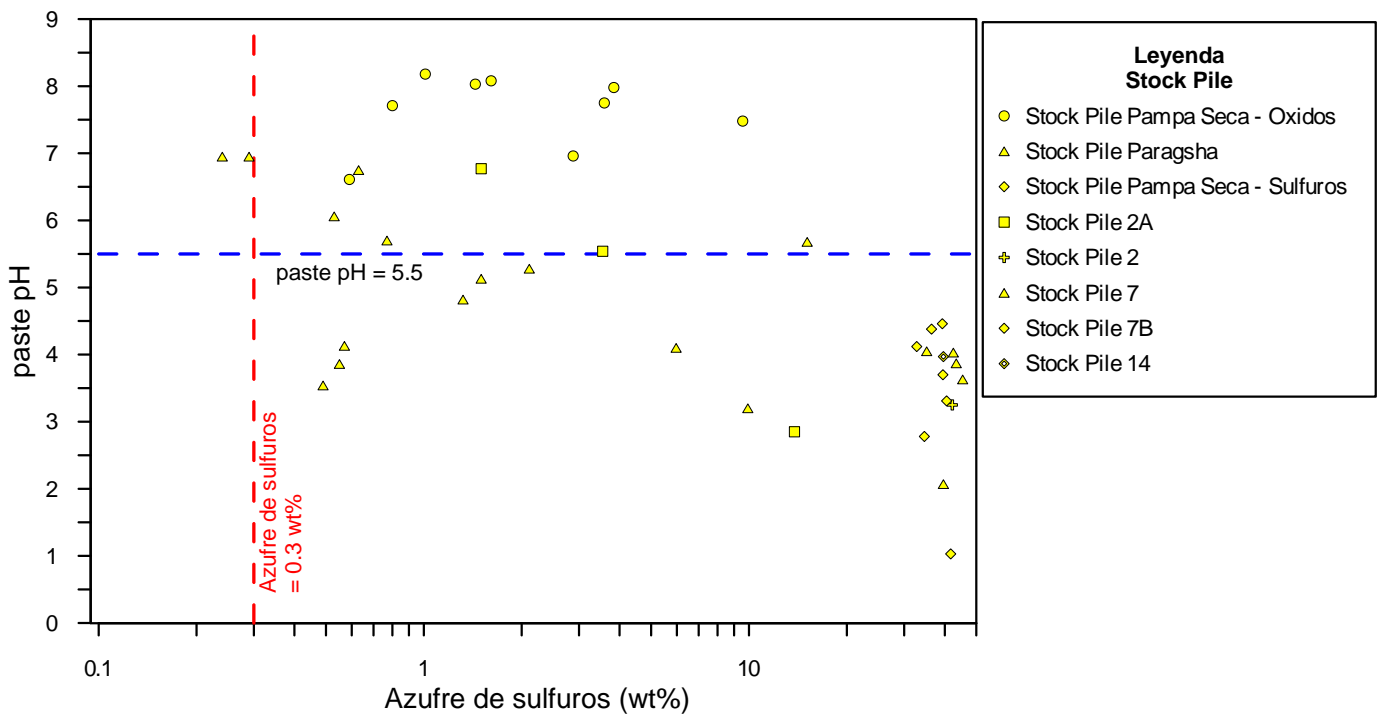


Figura F7: NAG pH vs. NPR – Muestras de Stock piles

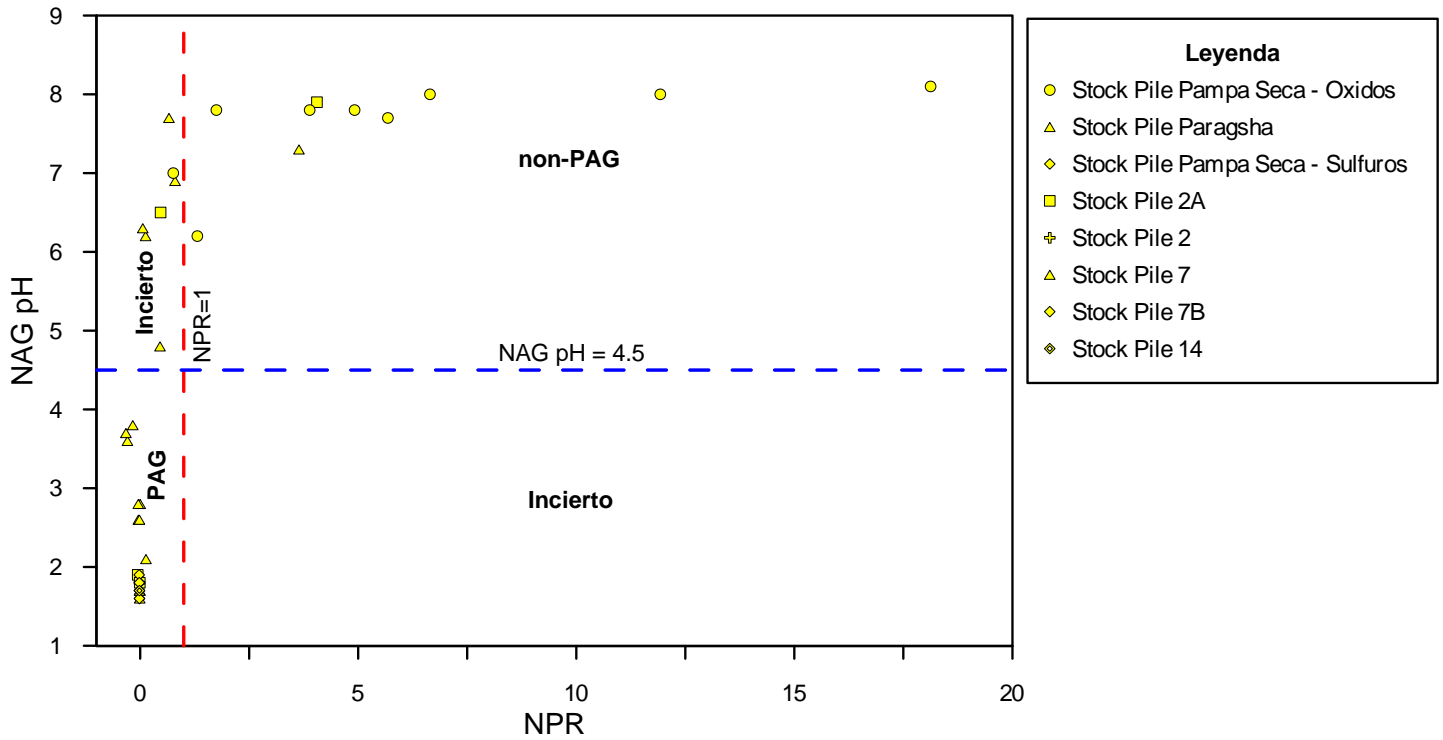
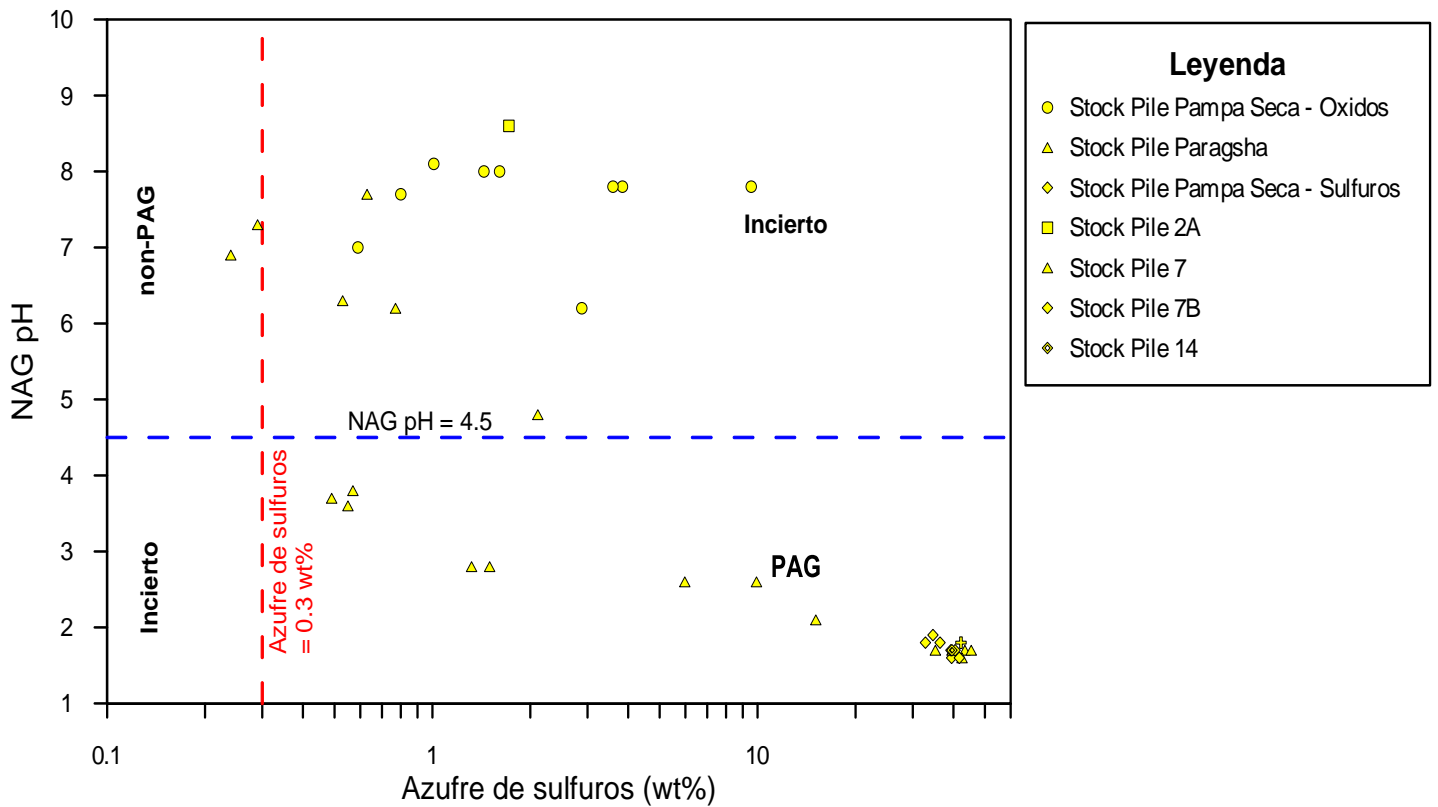
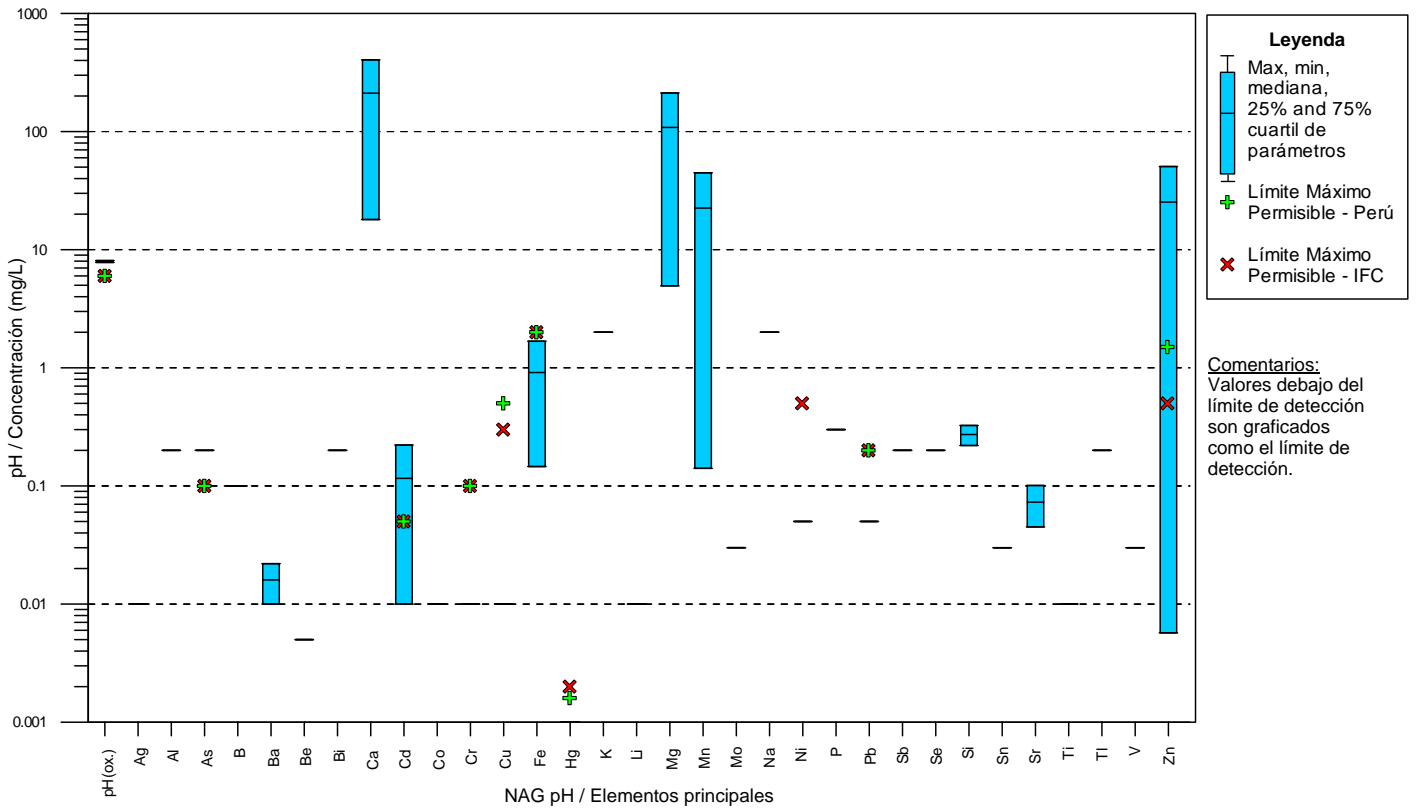


Figura F8: NAG pH vs. Azufre de Sulfuros – Muestras de Stock piles



**Figura F9: Química de lixiviados NAG – Muestras Stokpile Pampa Seca
Óxidos M2**



**Figura F10: Química de lixiviados SPLP – Muestras Stokpile Pampa Seca
Óxidos M2**

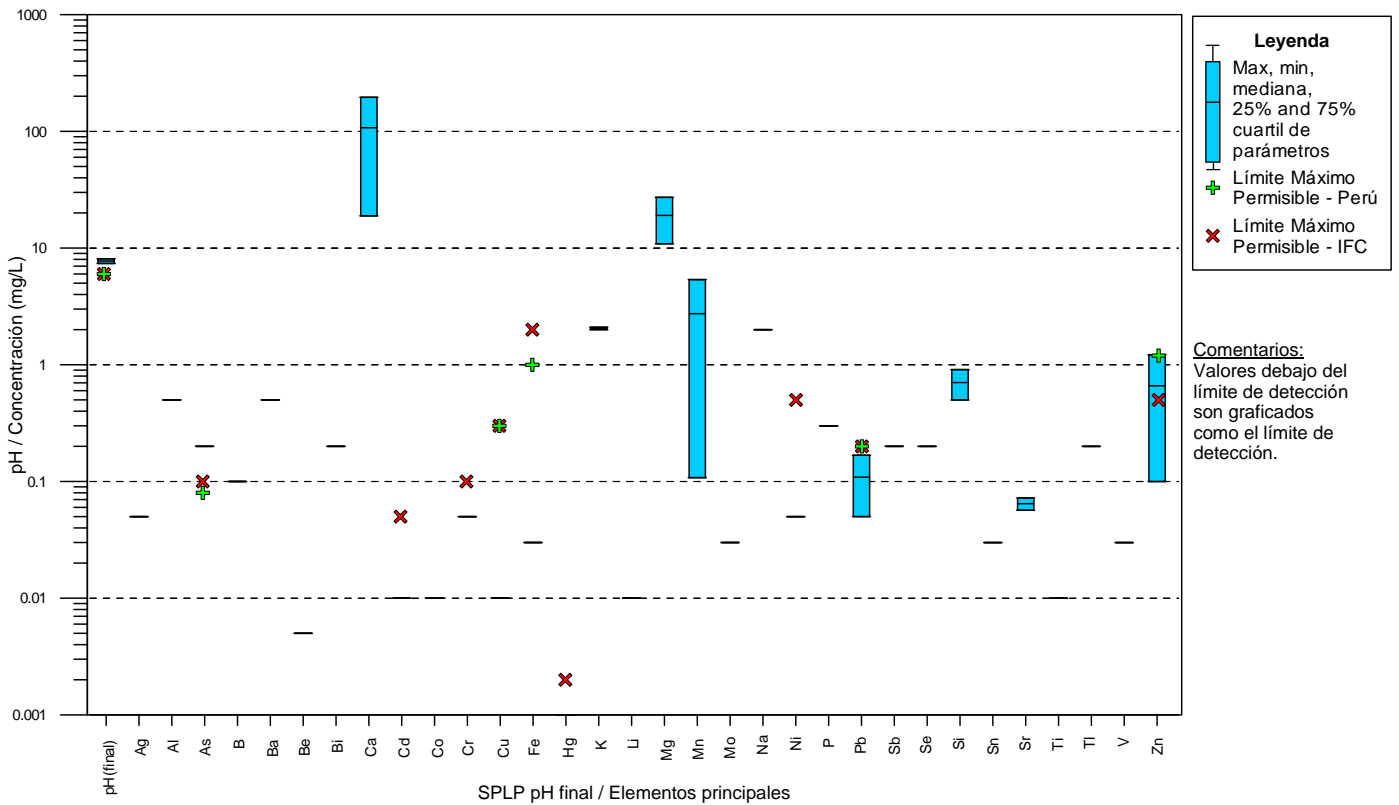


Figura F11: Química de Roca Entera – Muestras Stockpile Pampa seca

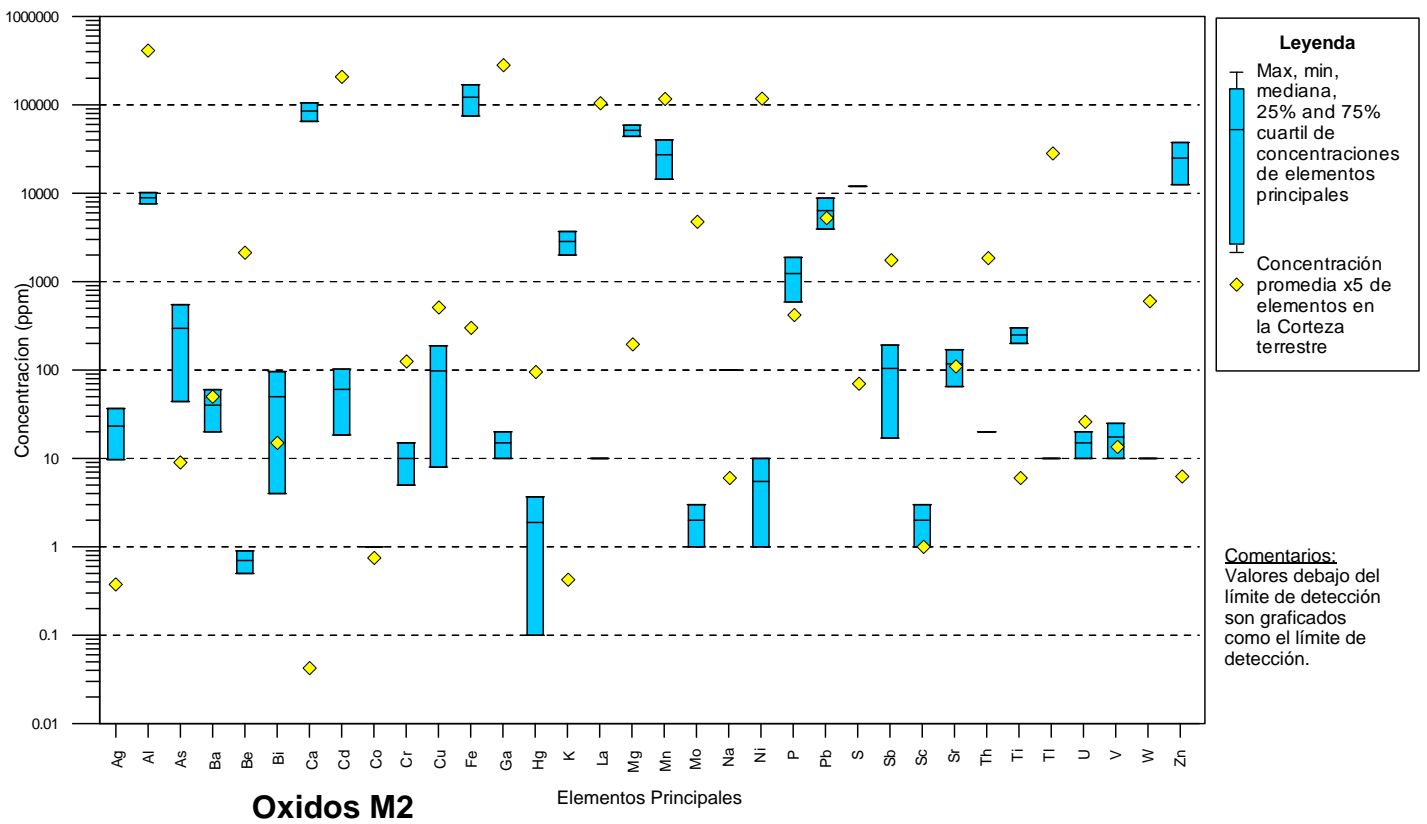


Figura F12: Química de lixiviados NAG – Muestras Stokpile Pampa Seca Sulfuros M1

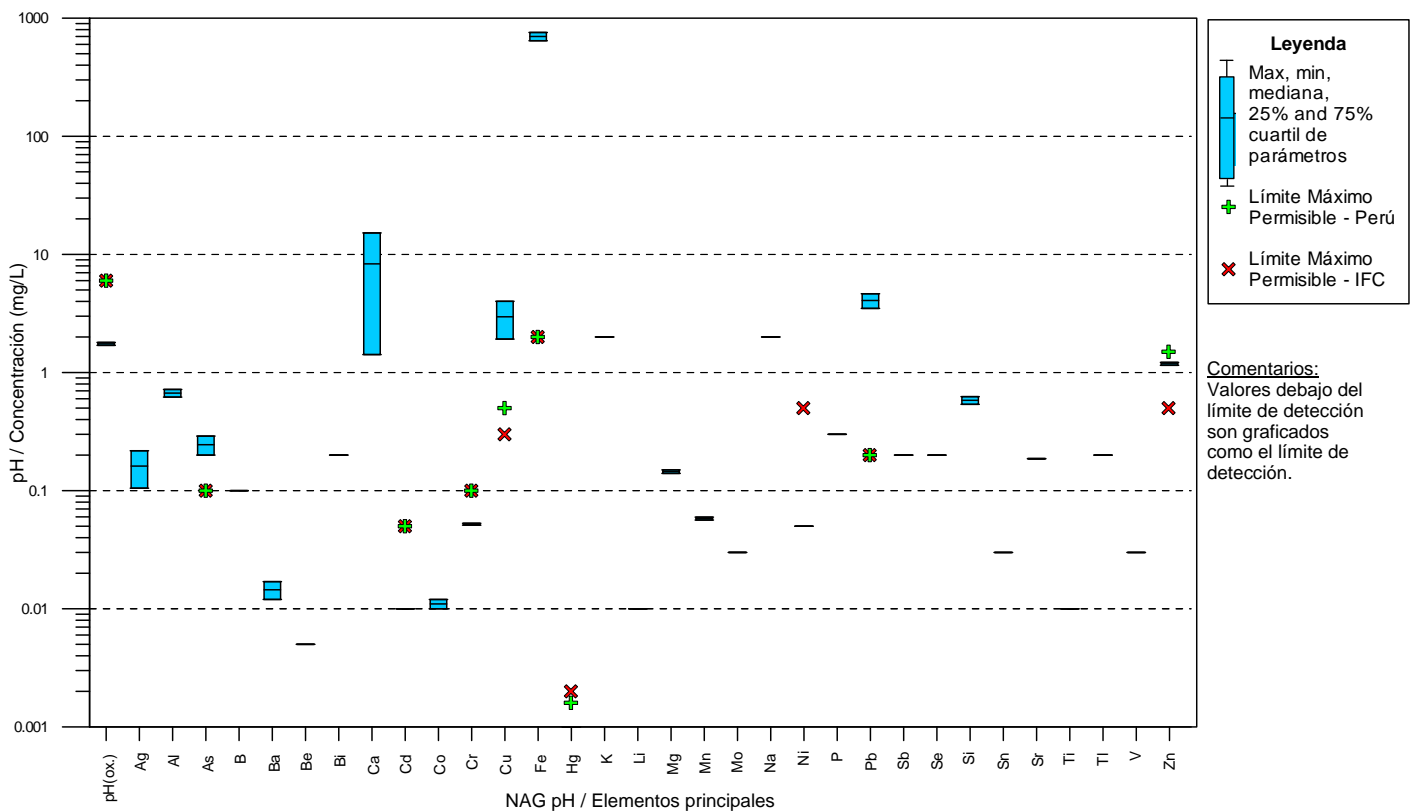


Figura F13: Química de lixiviados SPLP – Muestras Stokpile Pampa Seca Sulfuros M1

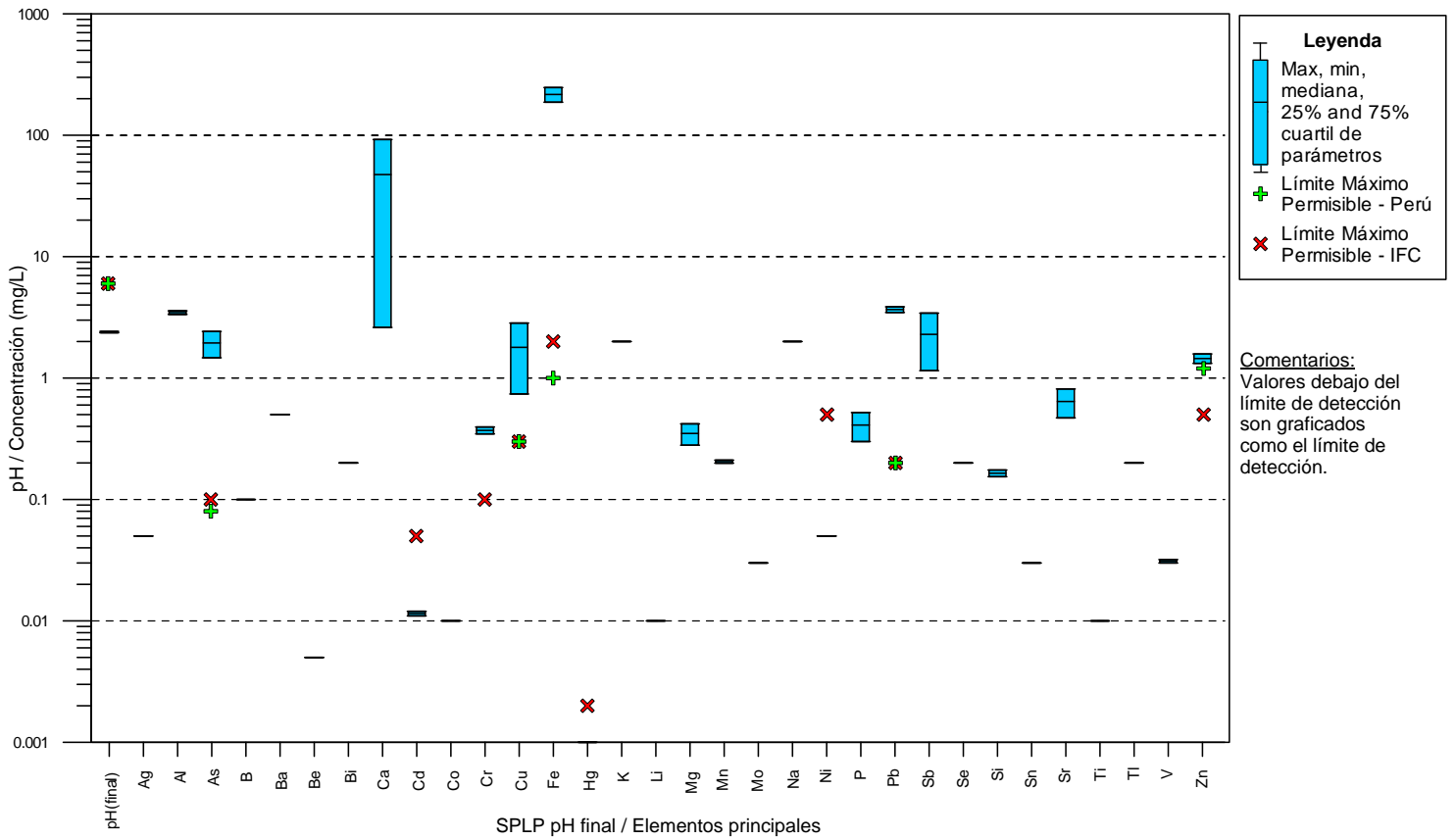


Figura F14: Química de Roca Entera – Muestras Stockpile Pampa seca Sulfuros M1

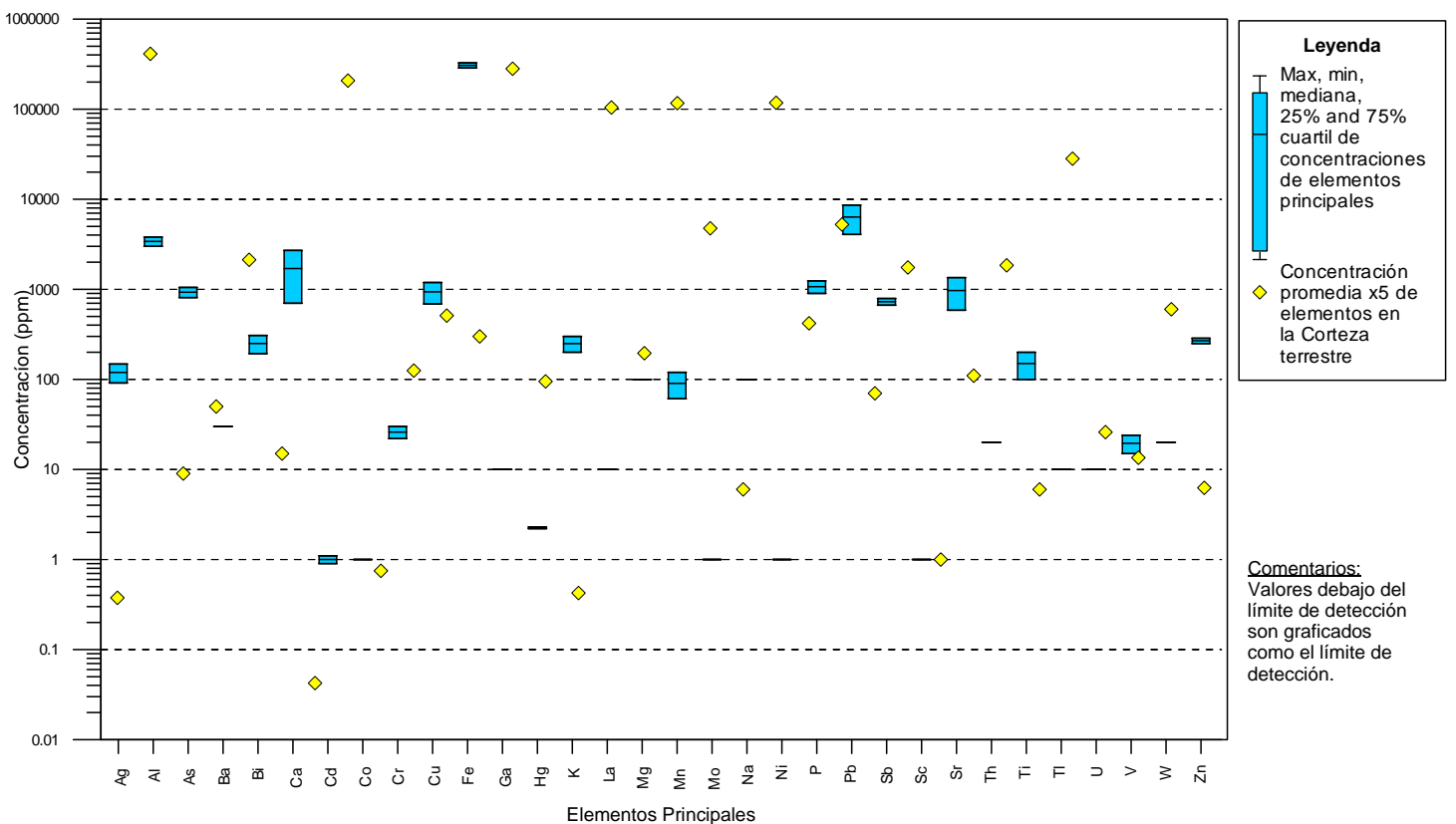


Figura F15: Química de lixiviados NAG – Muestras Stokpile Paragsha M3

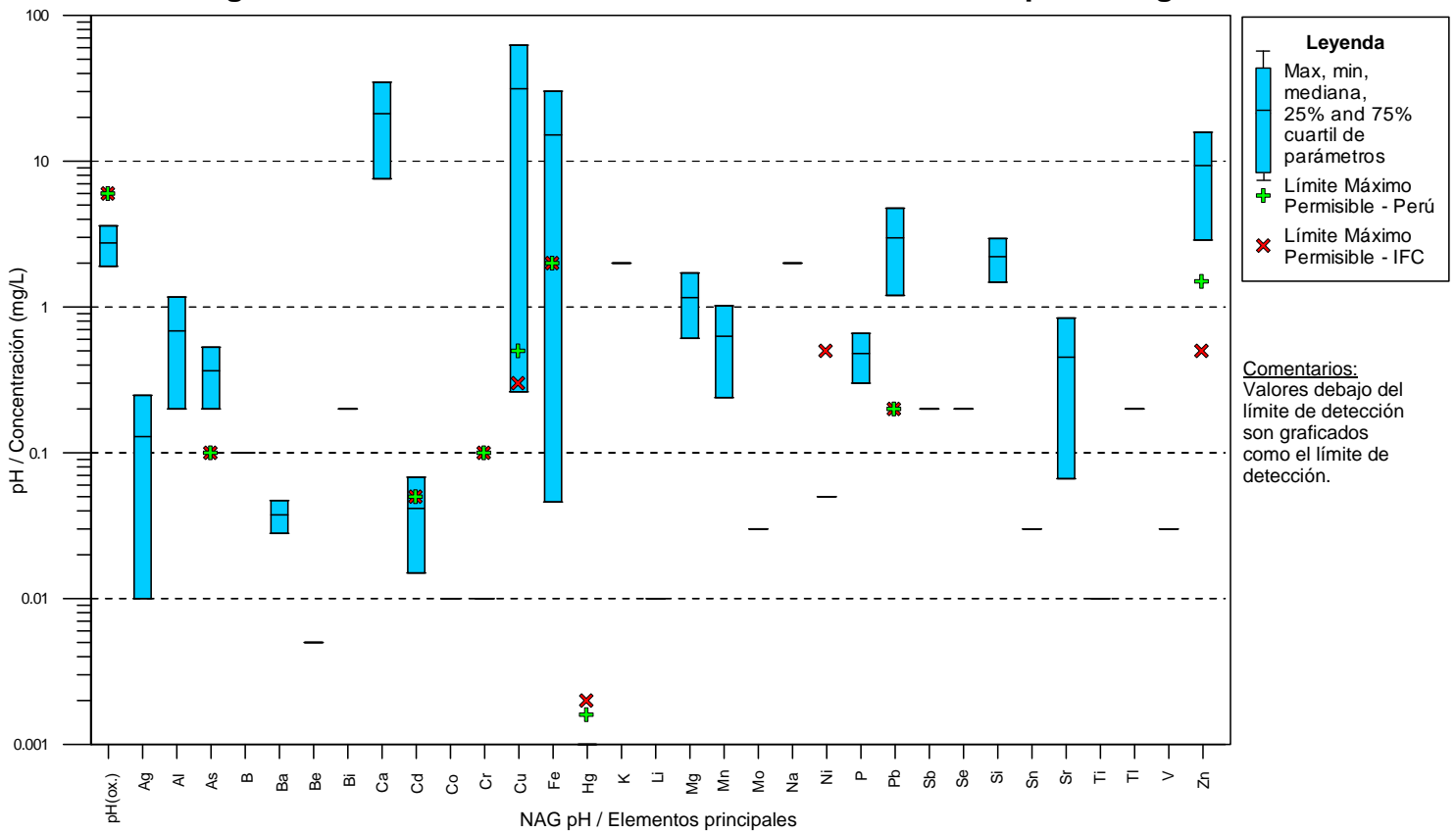


Figura F16: Química de lixiviados SPLP – Muestras Stokpile Paragsha M3

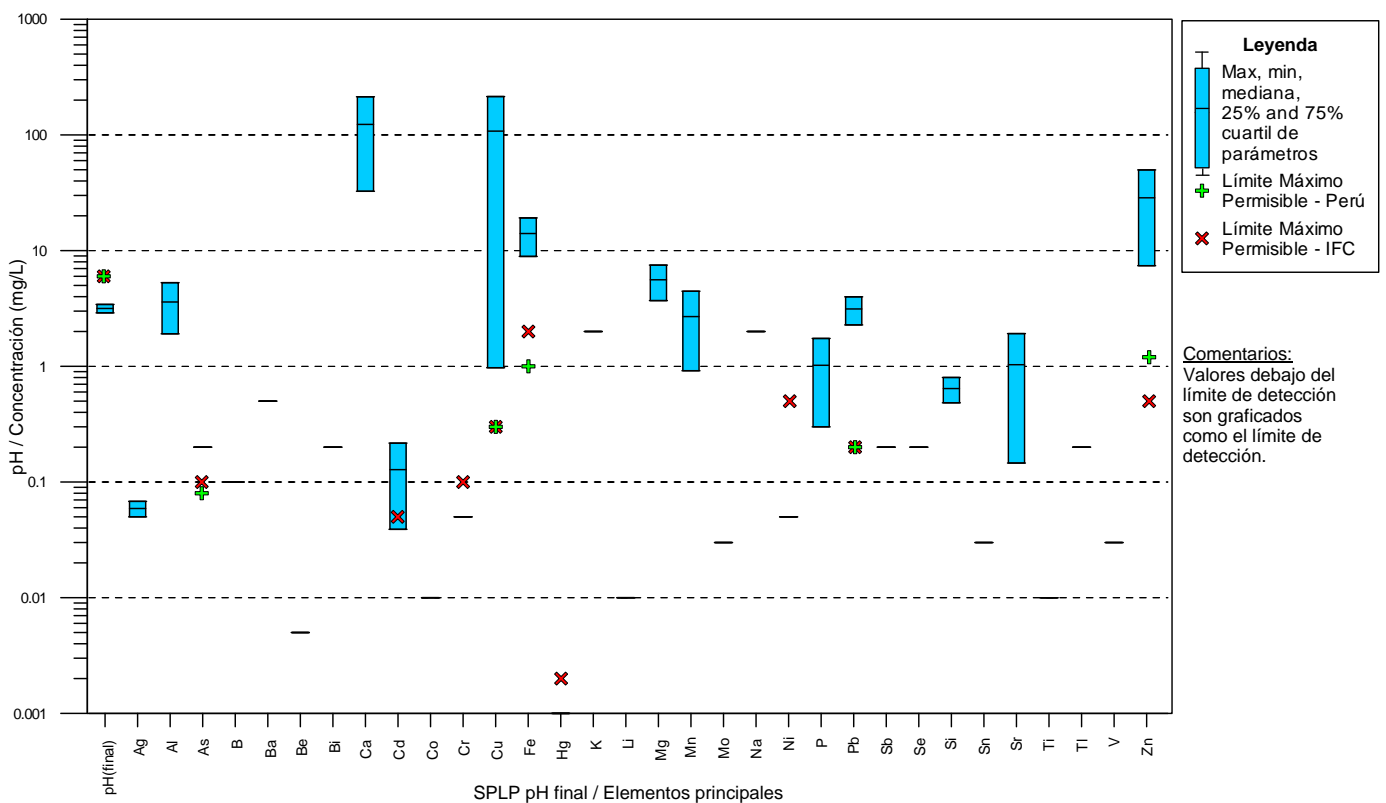
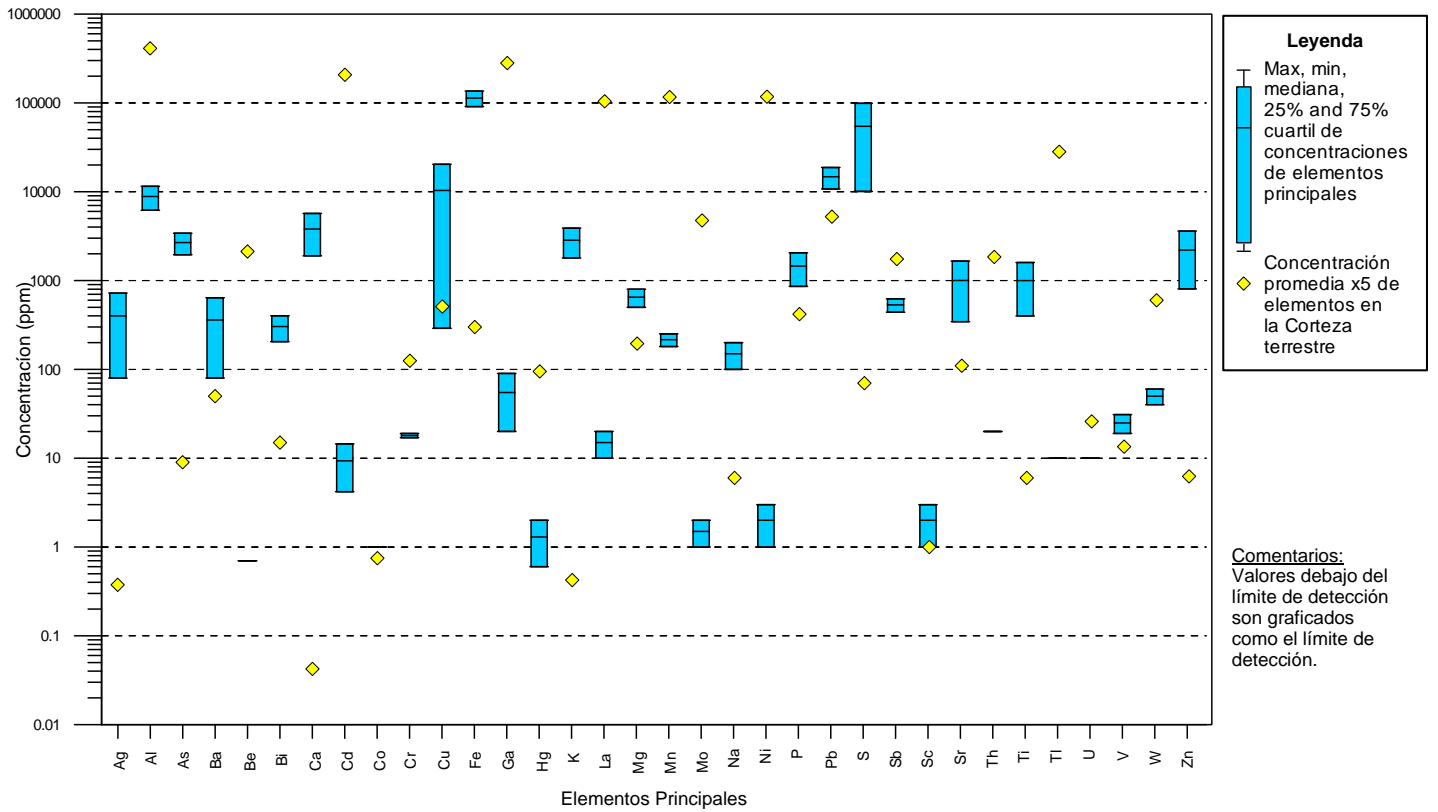
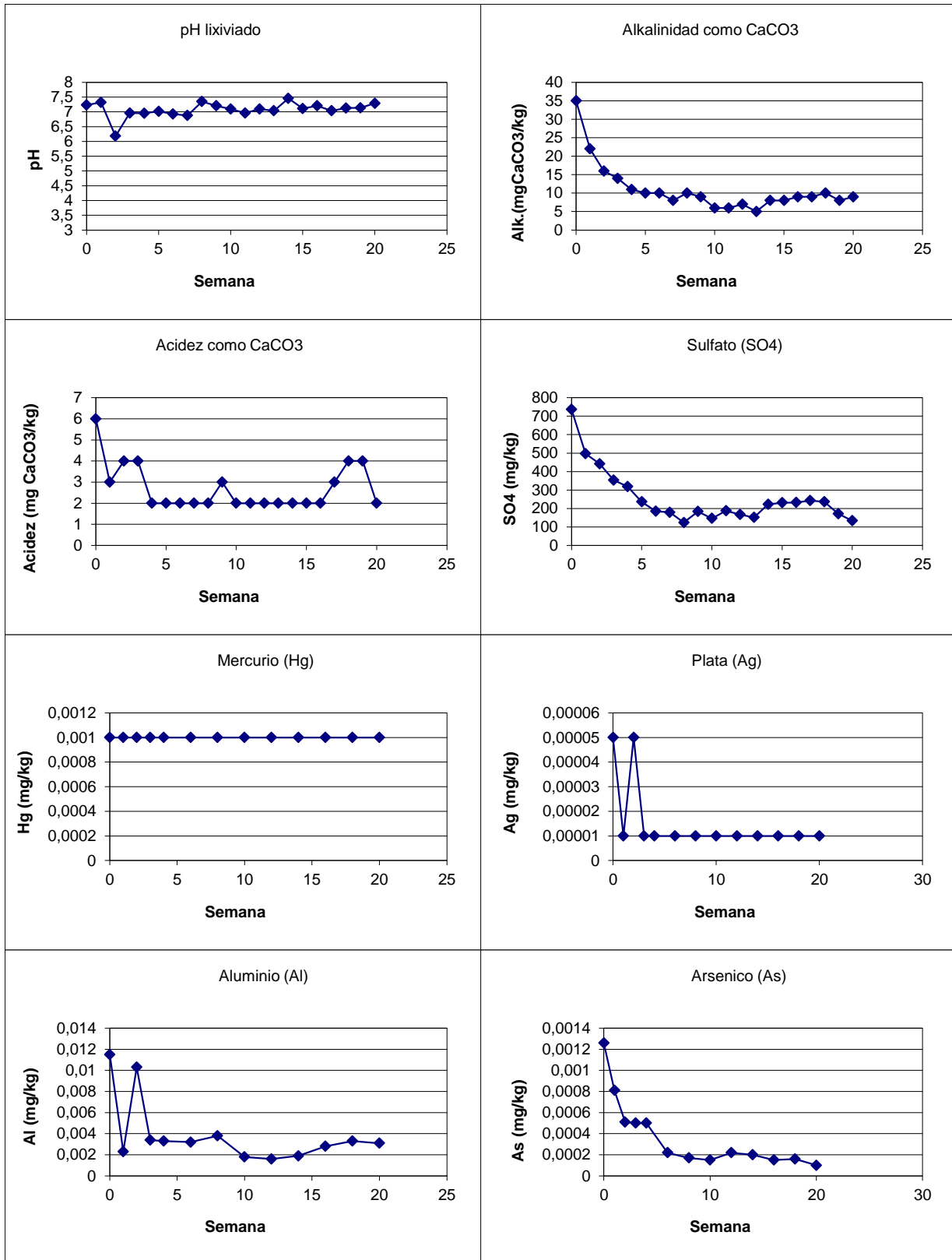


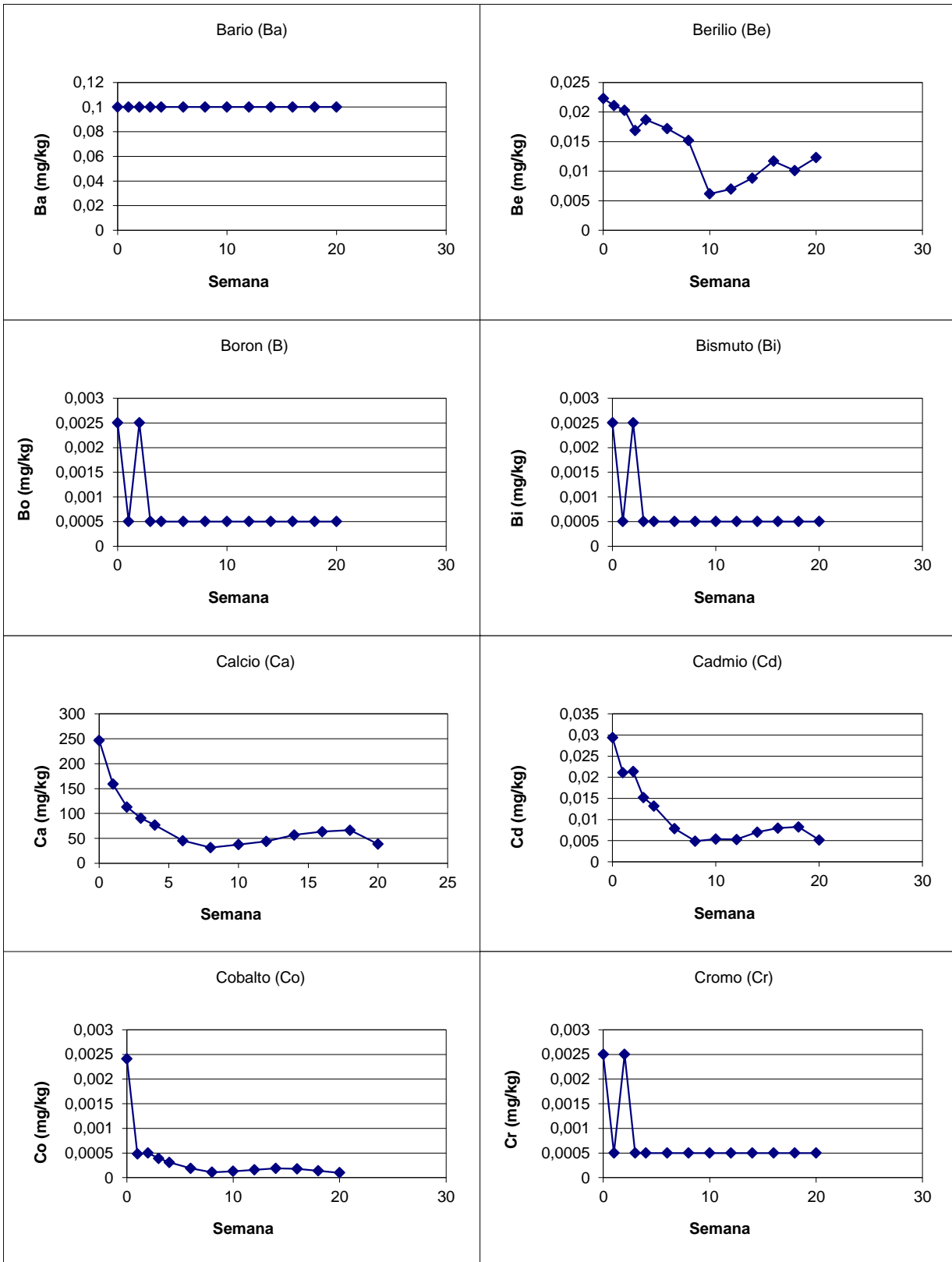
Figura F17: Química de Roca Entera – Muestras Stockpile Paragsha M3



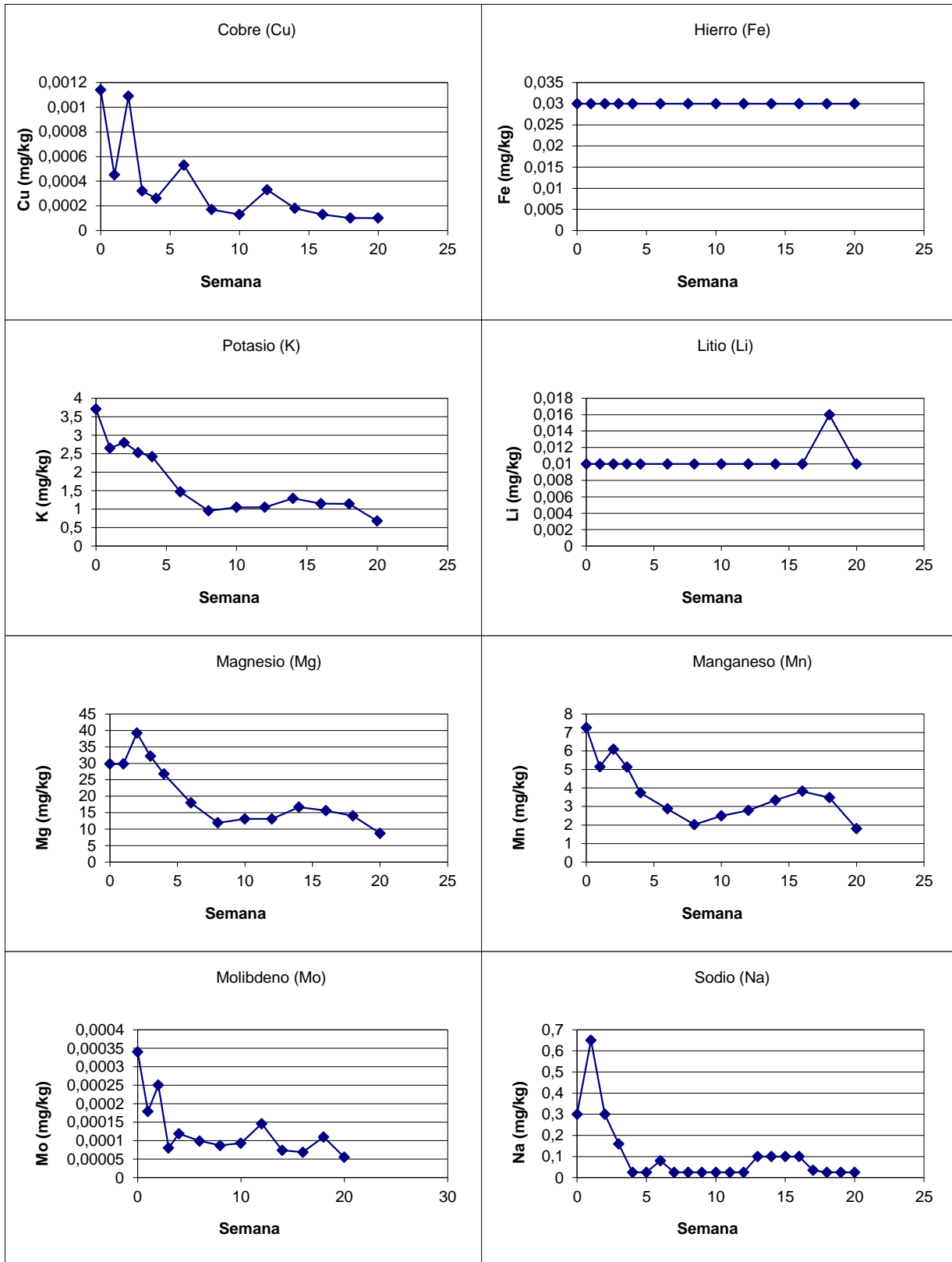
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR01



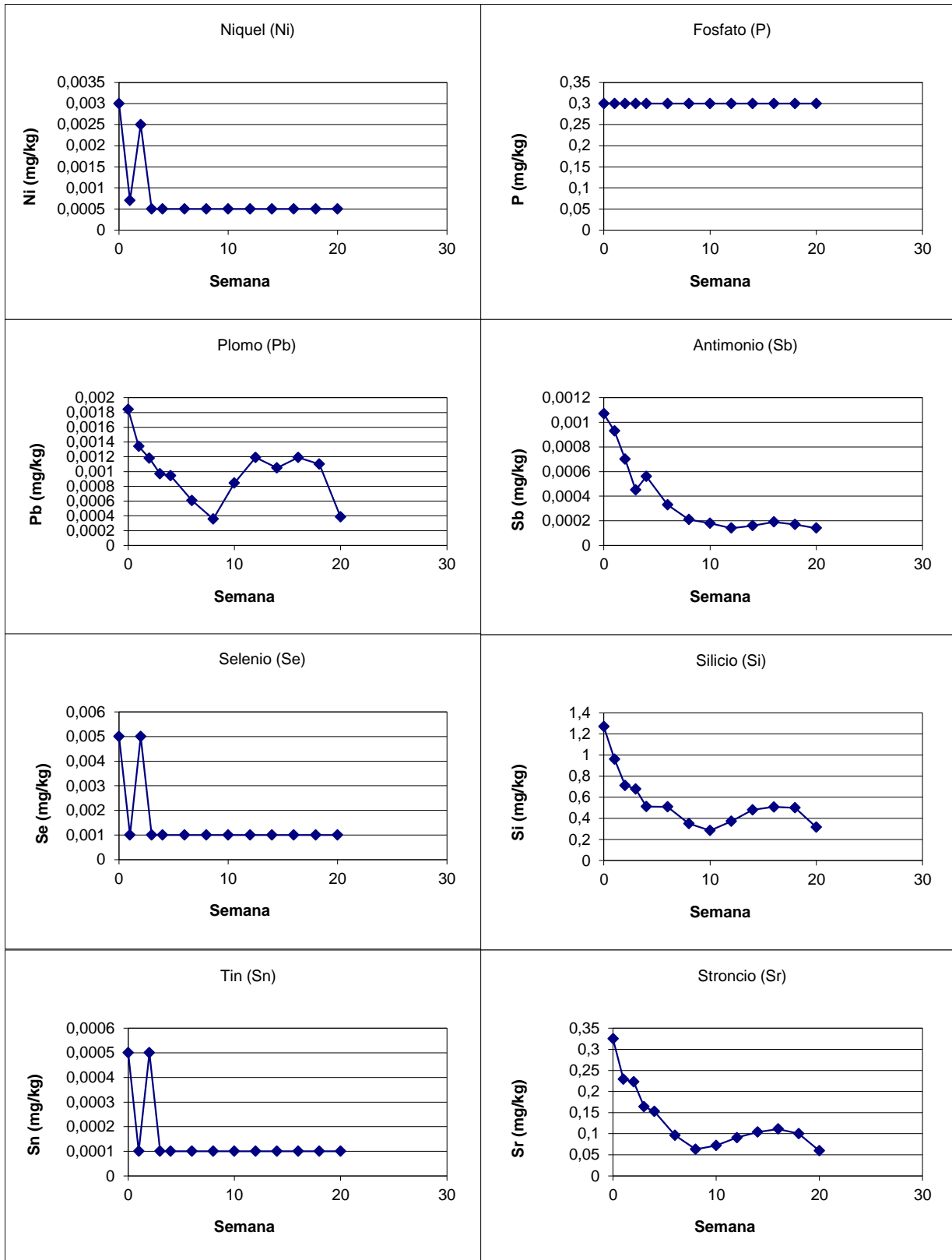
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR01



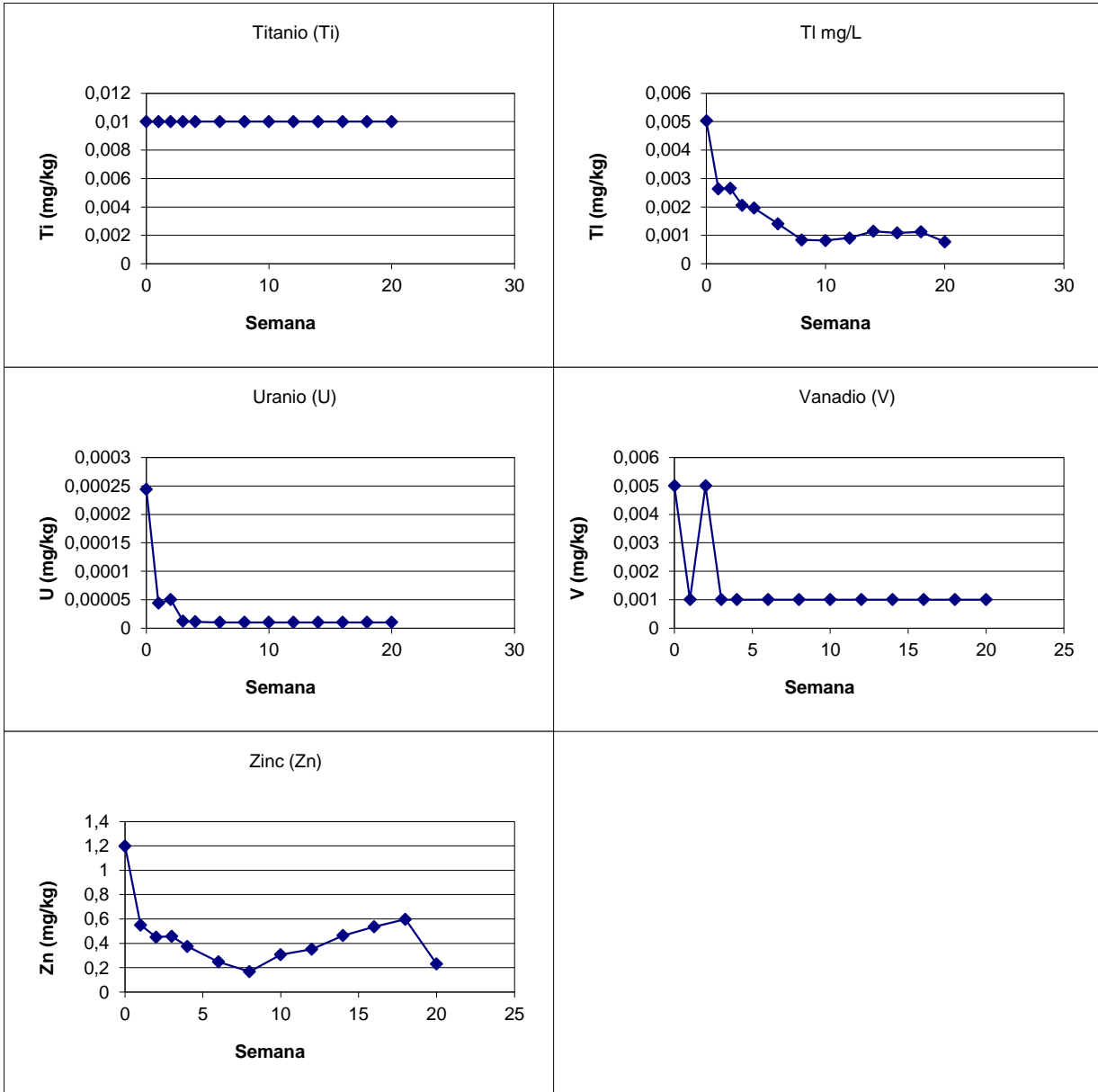
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR01



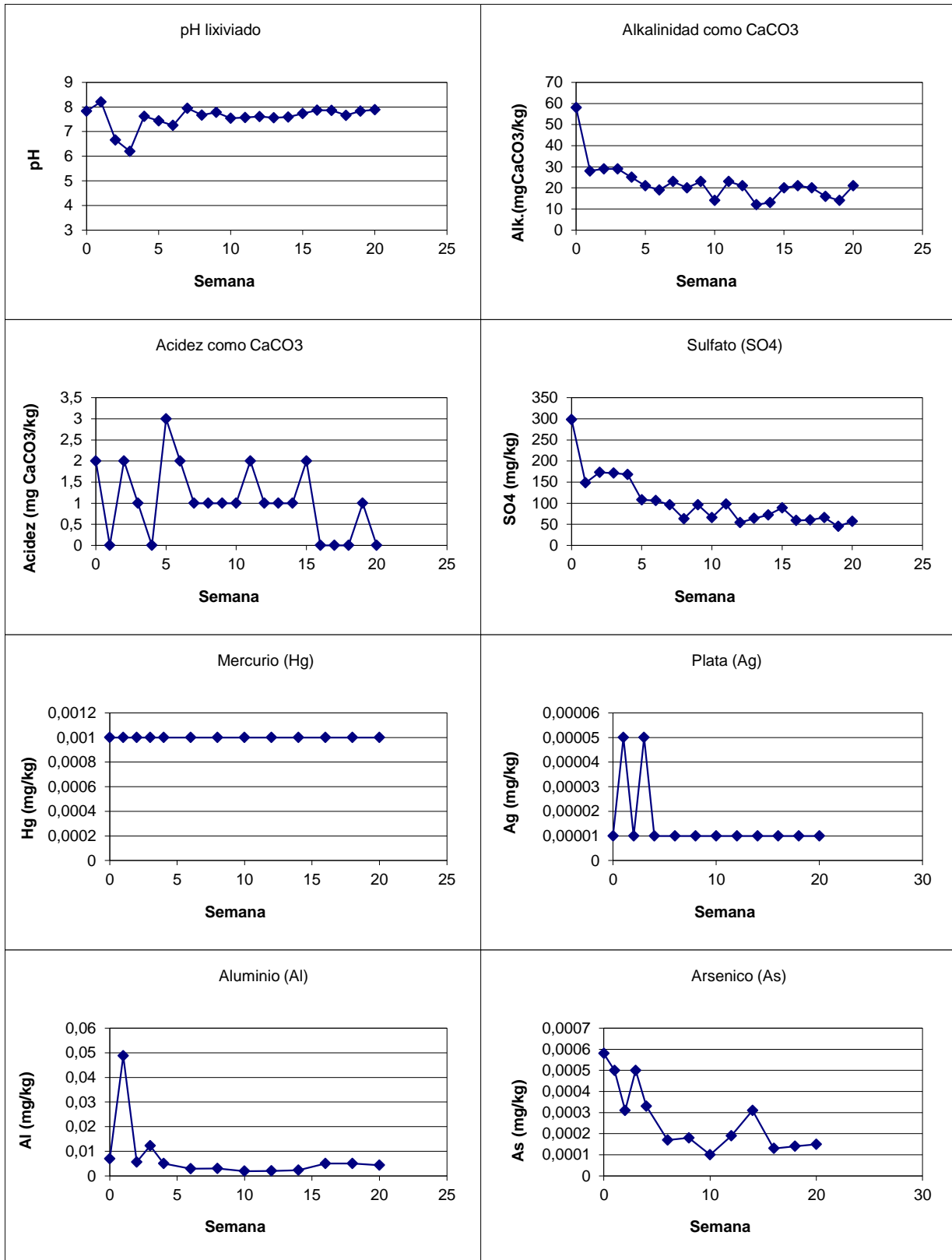
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR01



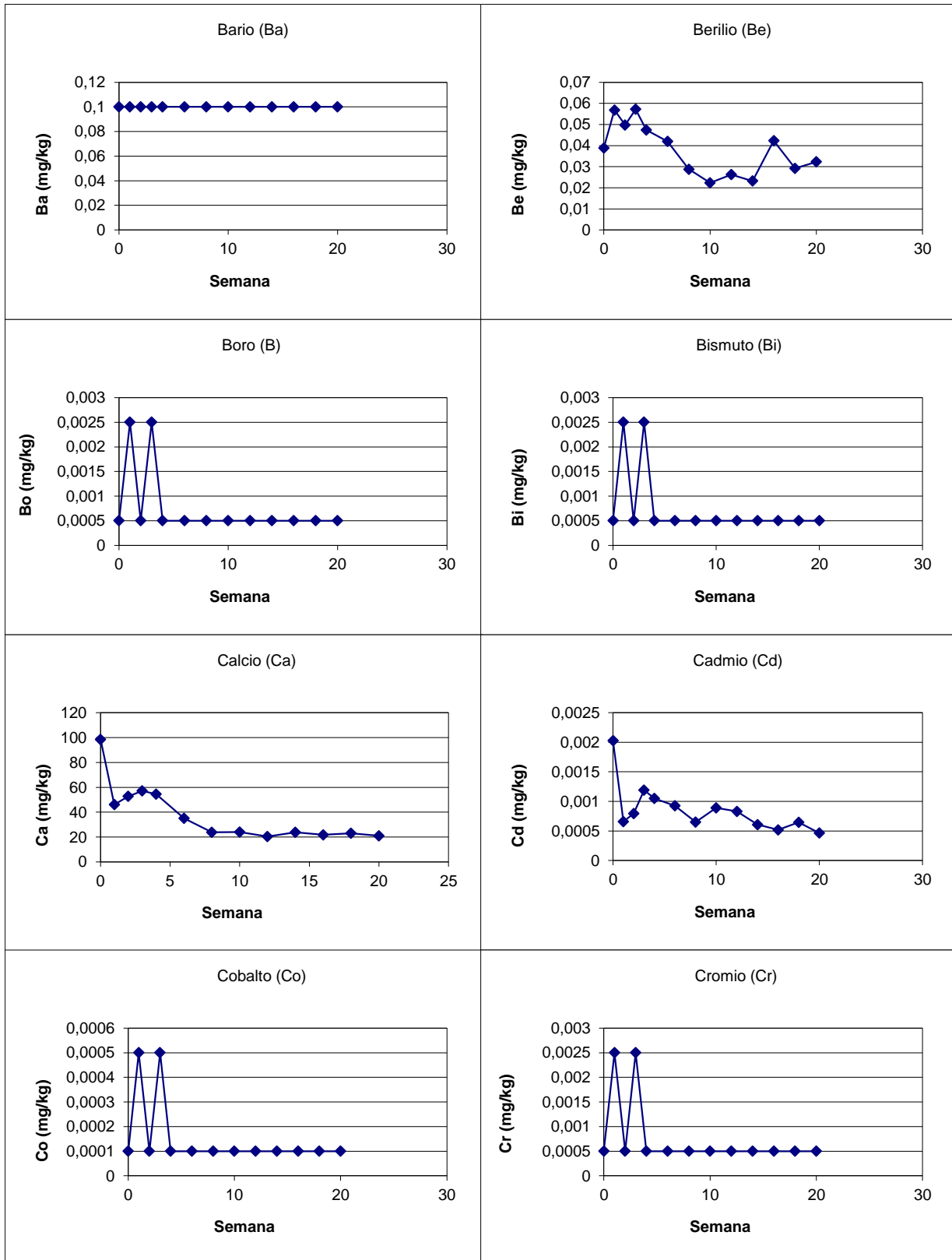
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR01



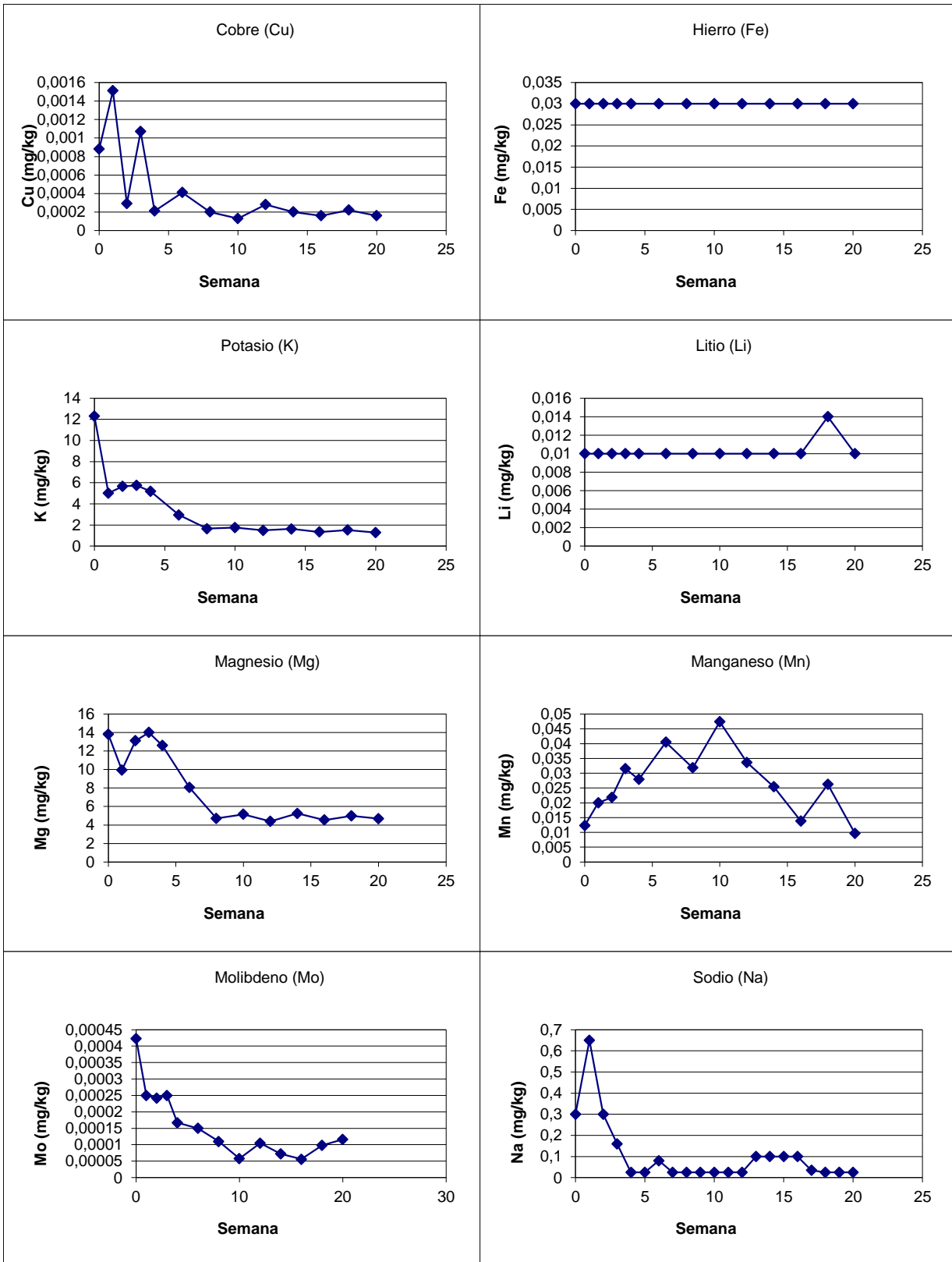
ANEXO G2
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR02



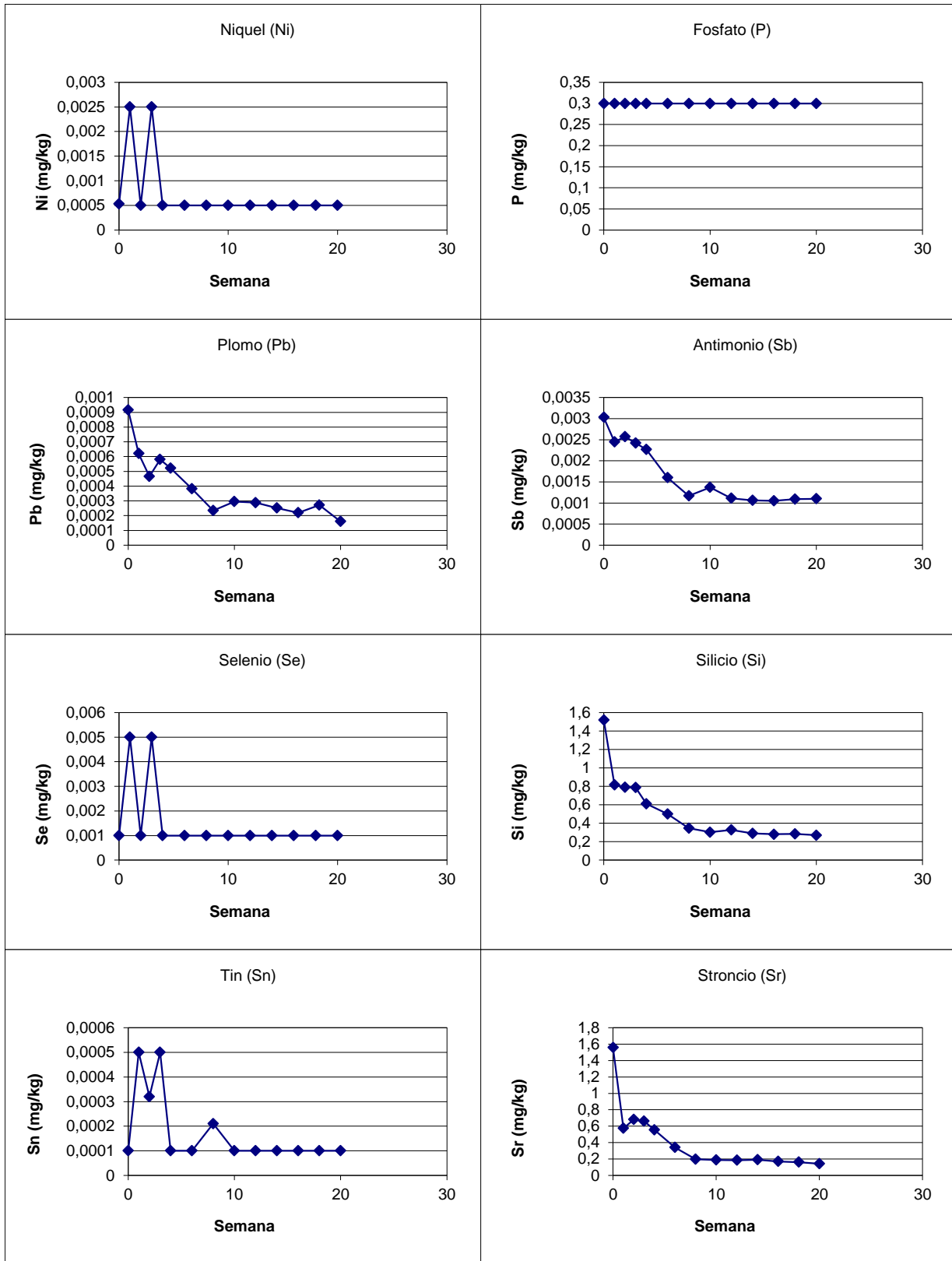
ANEXO G2
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR02



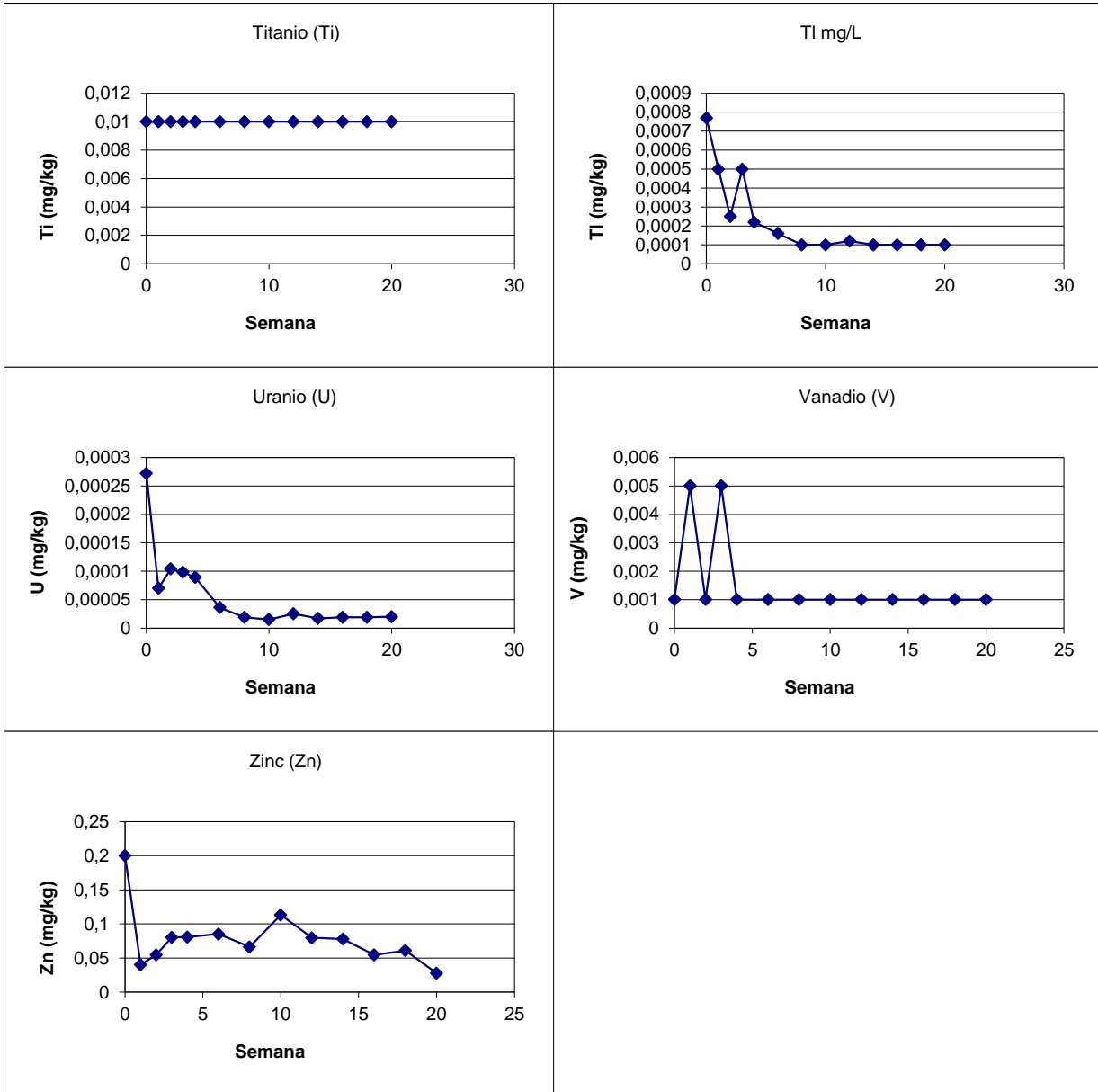
ANEXO G2
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR02



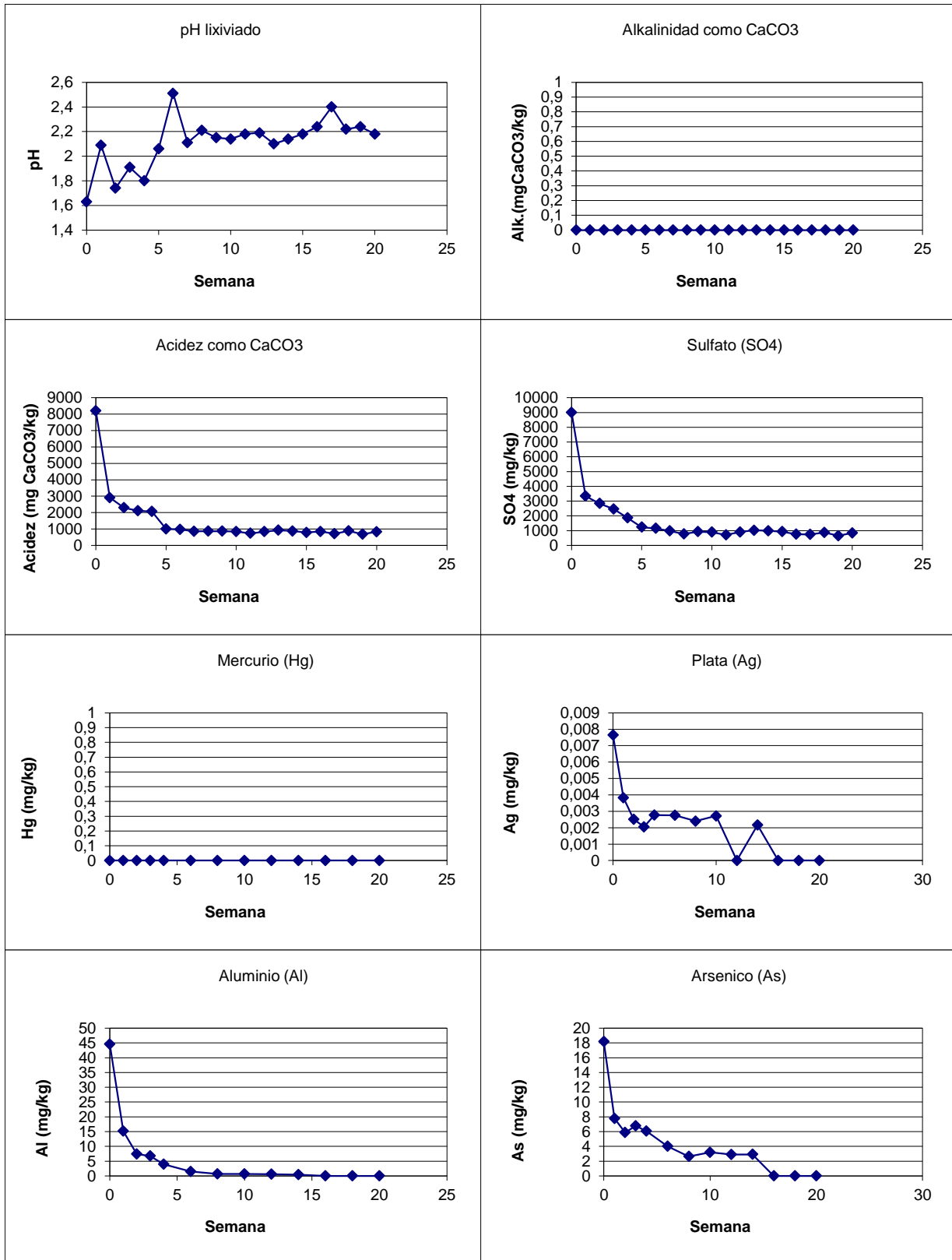
ANEXO G2
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR02



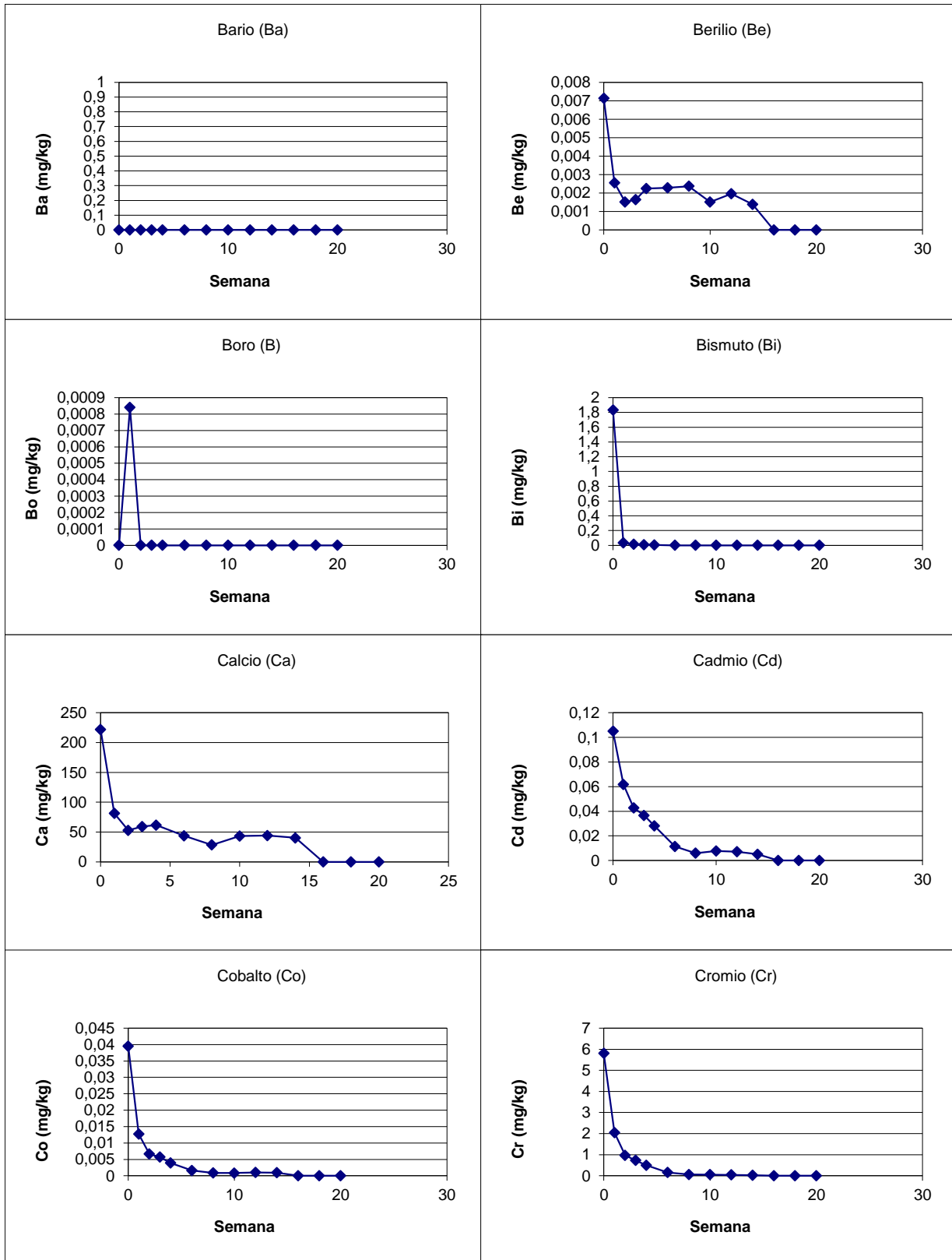
ANEXO G2
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR02



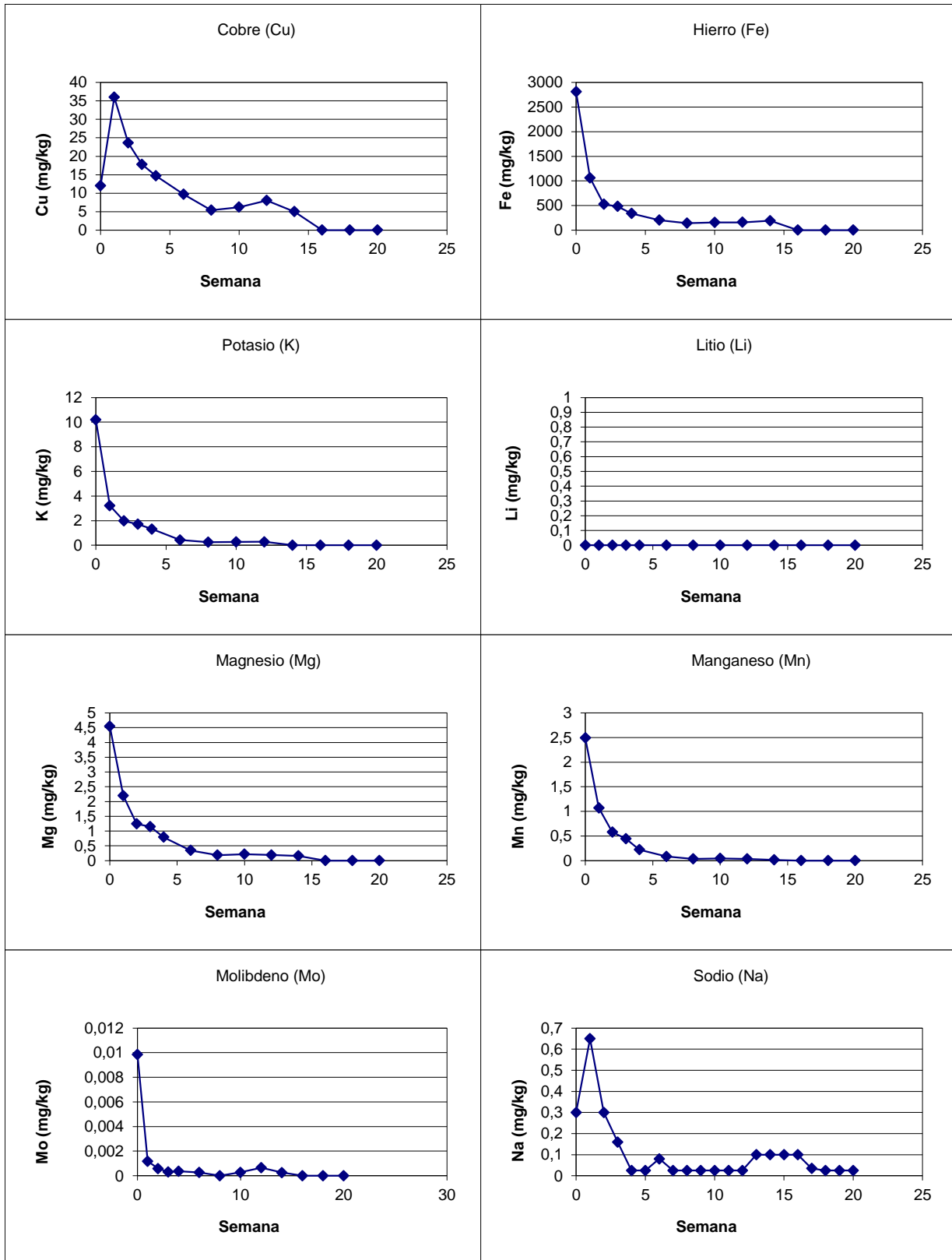
ANEXO G3
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR03



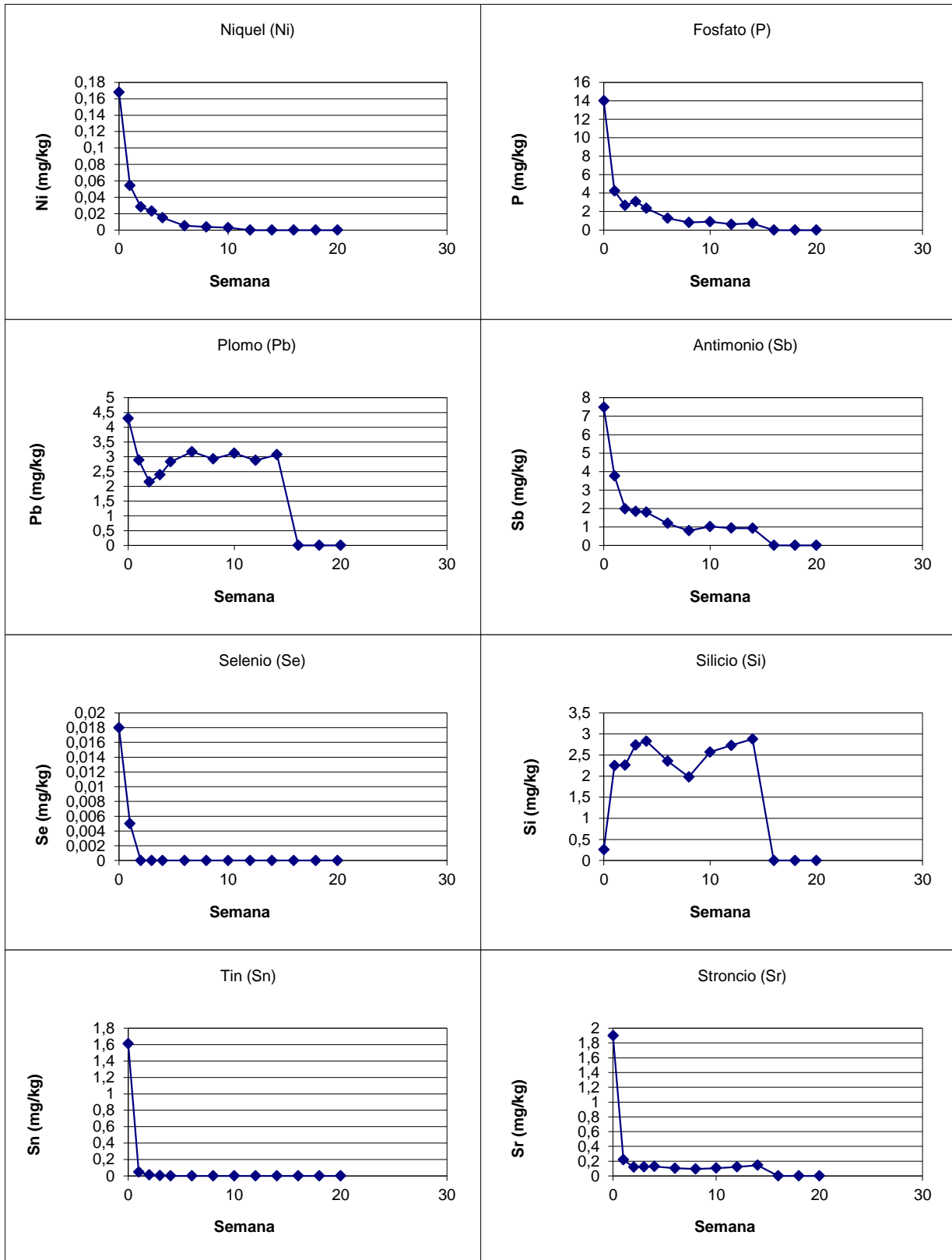
ANEXO G3
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR03



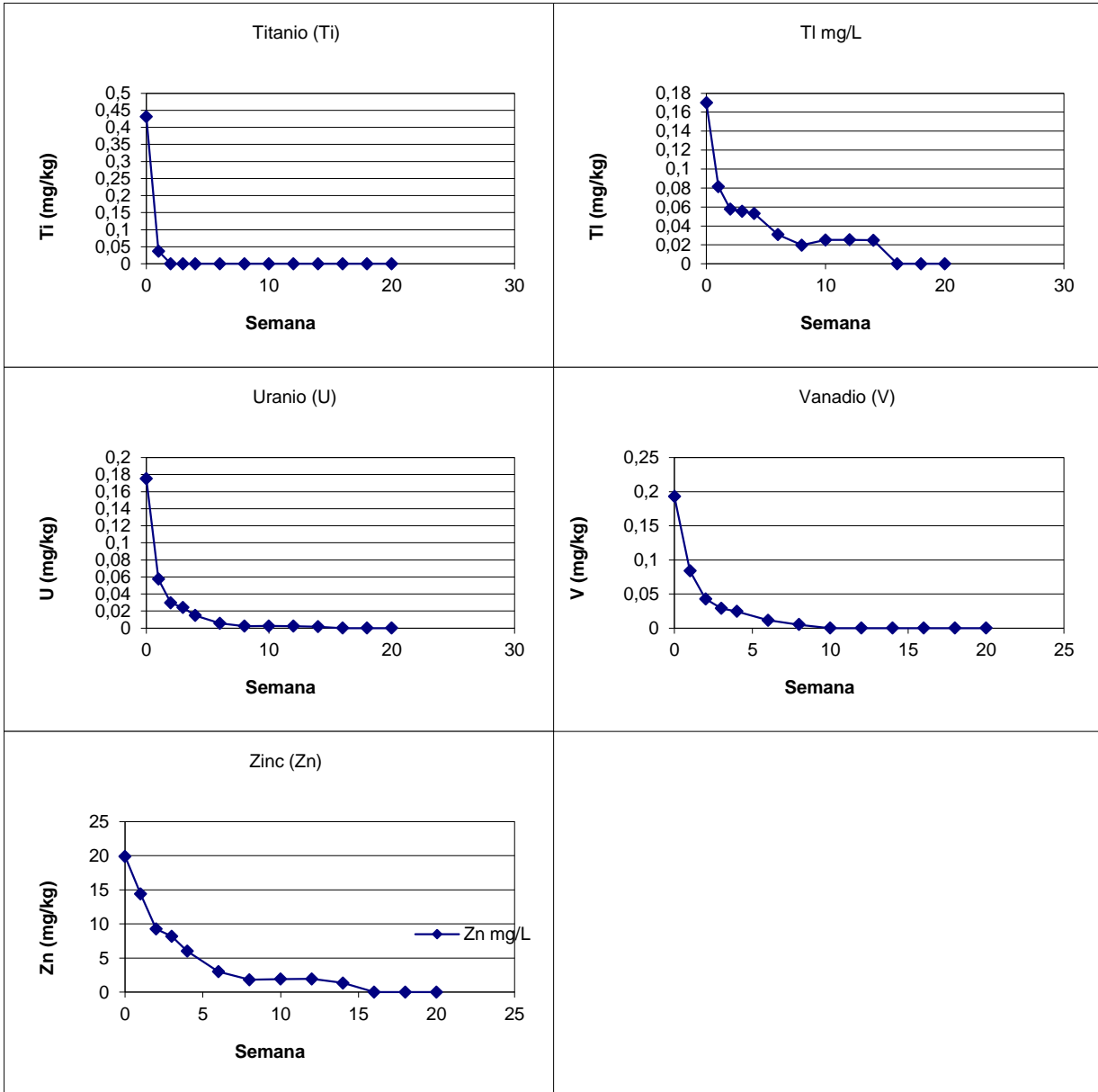
ANEXO G3
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR03



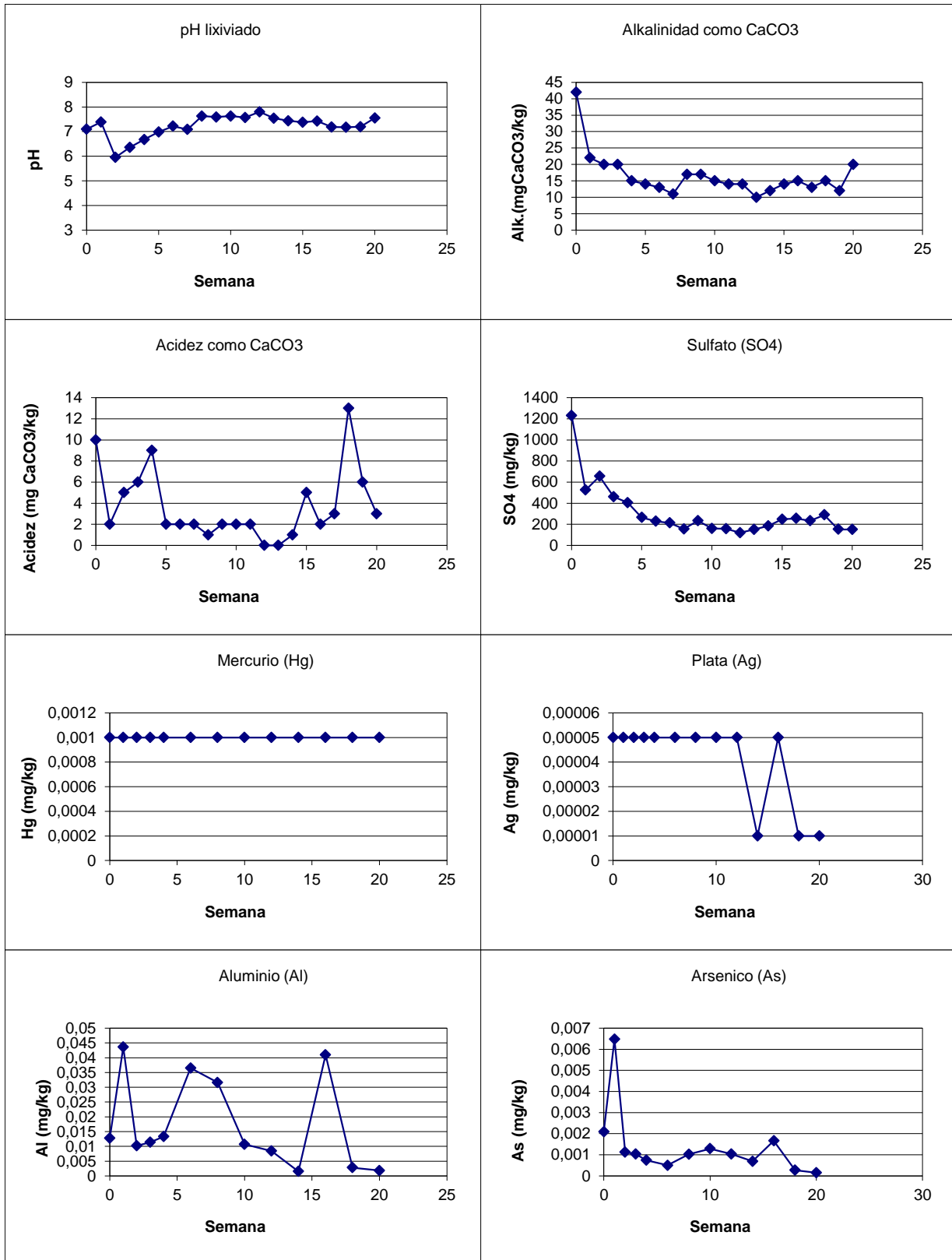
ANEXO G3
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR03



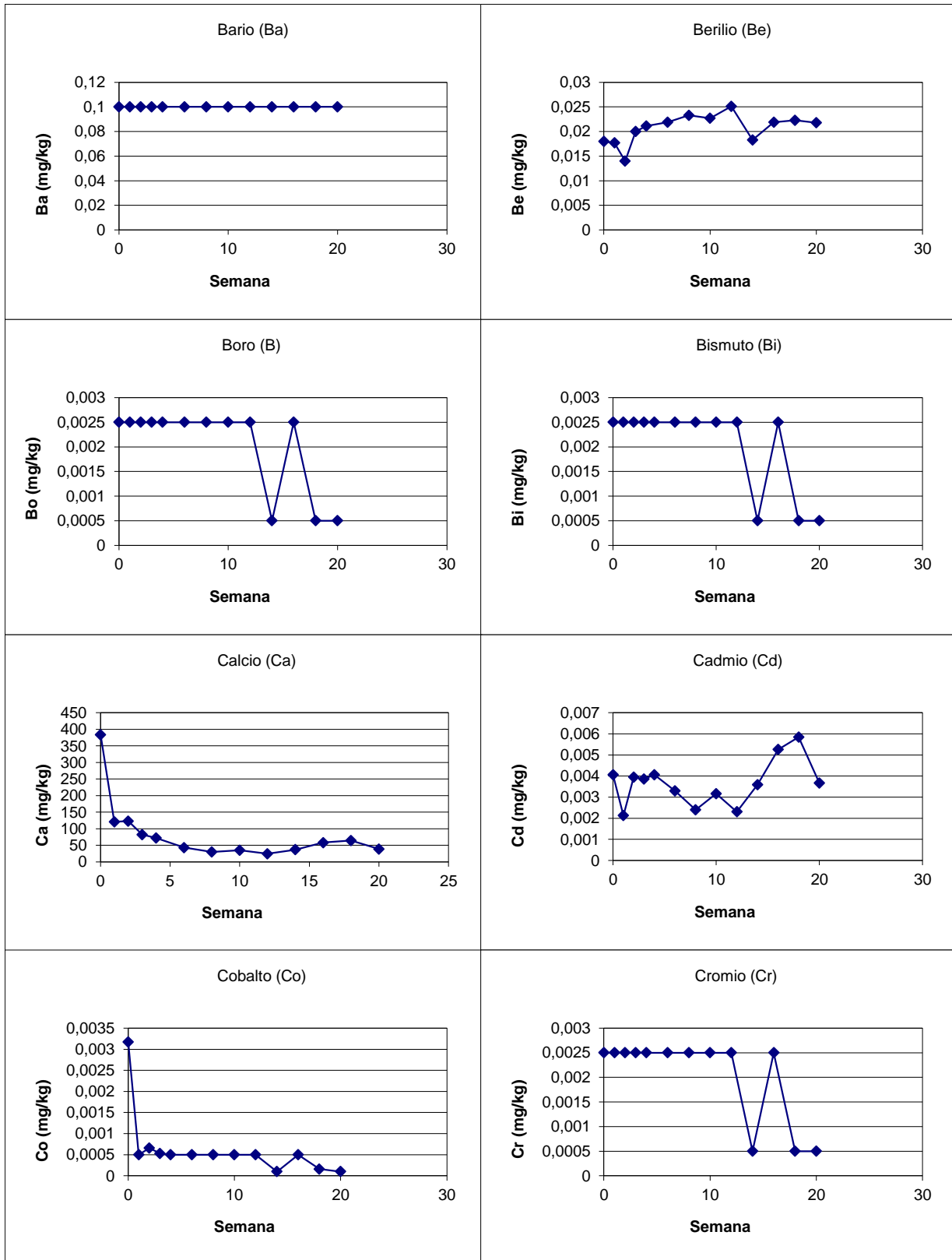
ANEXO G3
FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
CELDA CdP-12-CR03



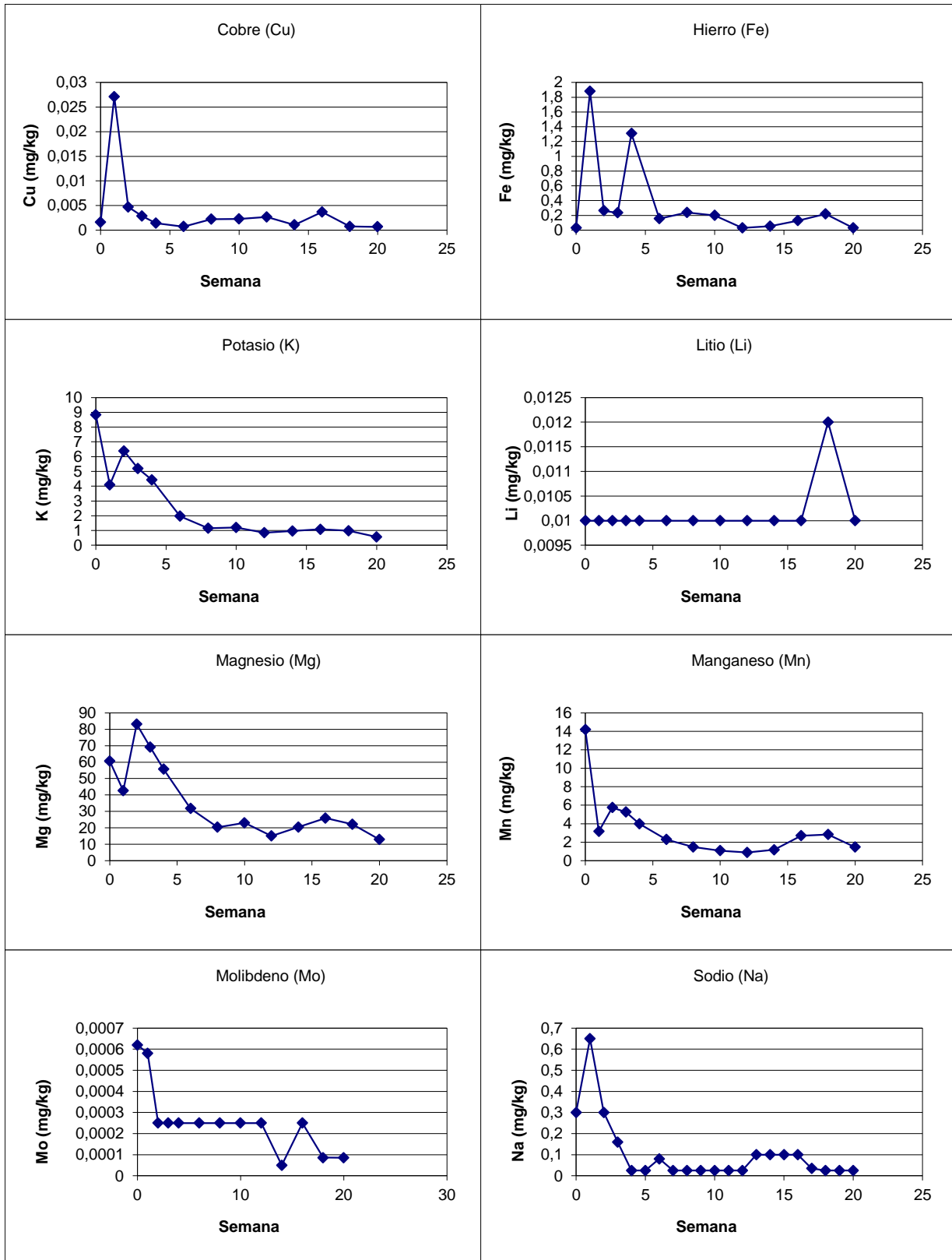
ANEXO G4
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR04



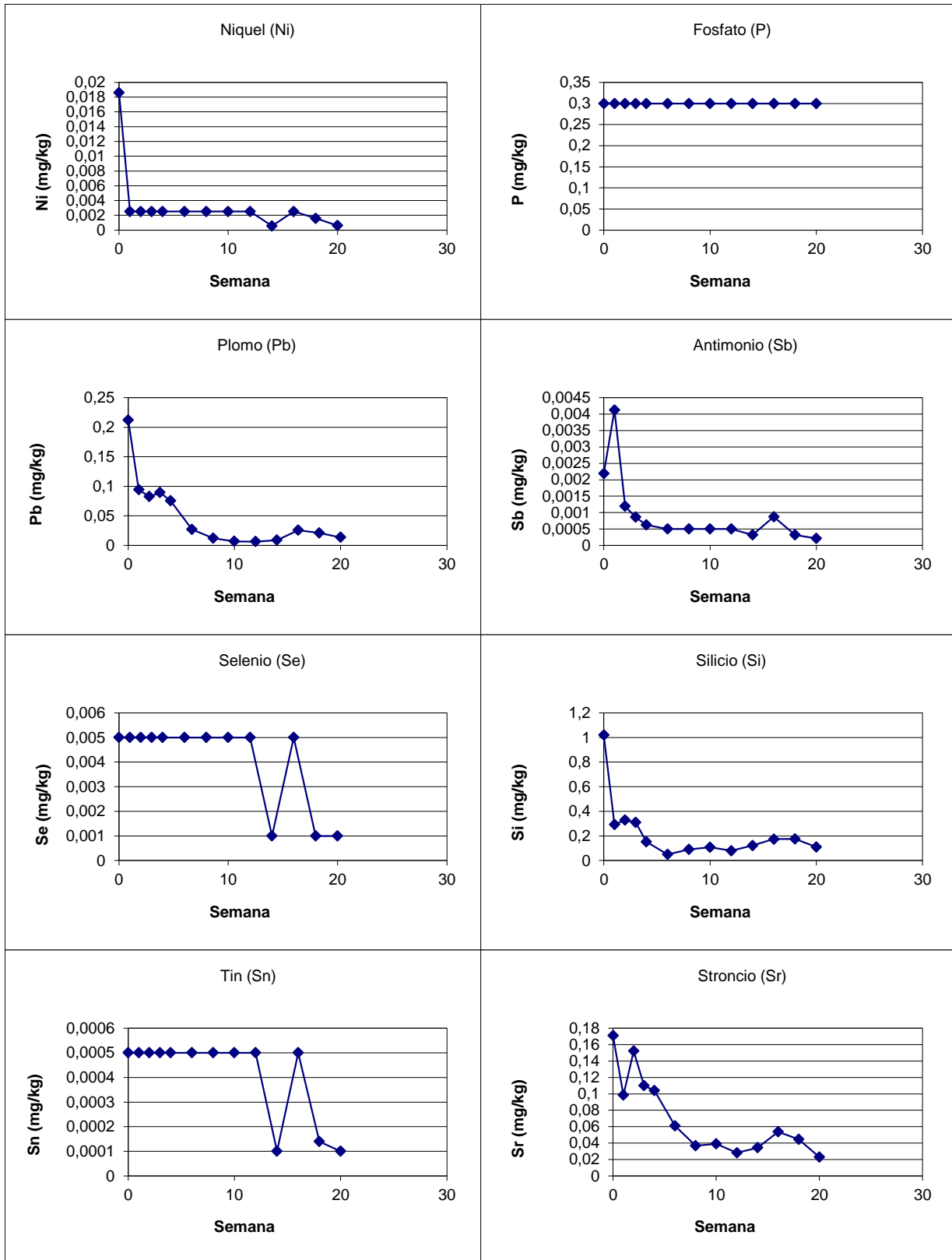
ANEXO G4
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR04



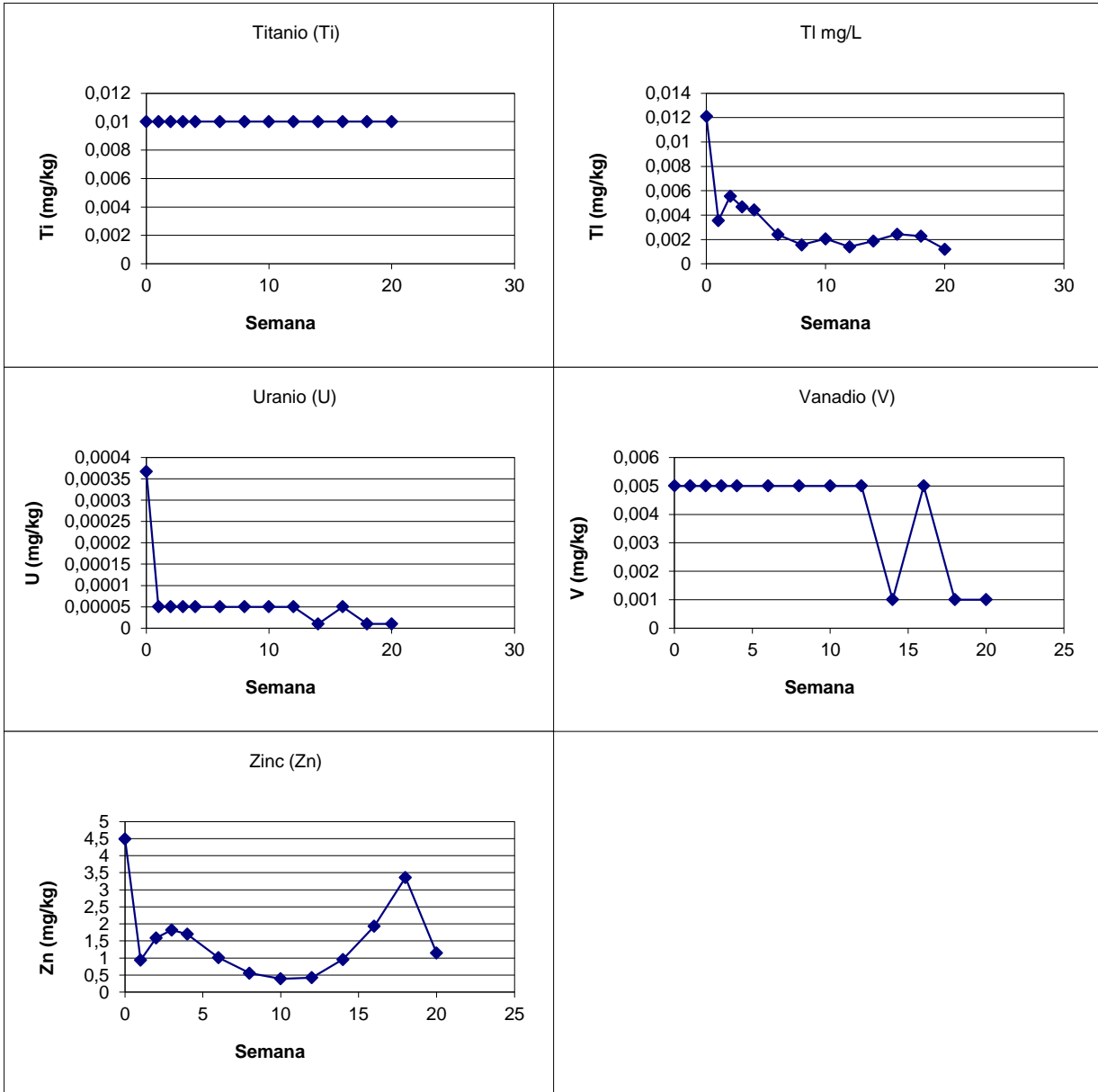
ANEXO G4
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR04



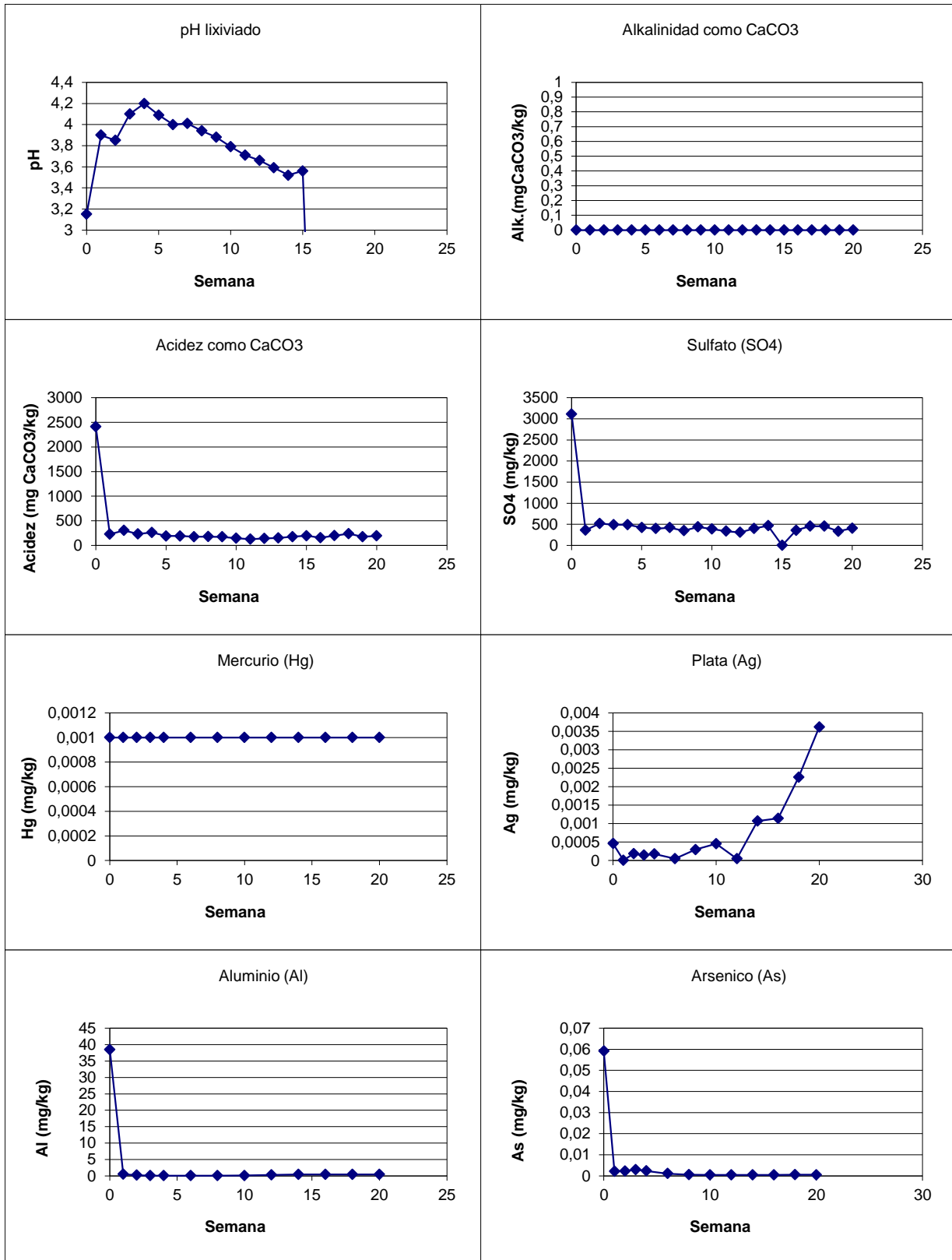
ANEXO G4
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR04



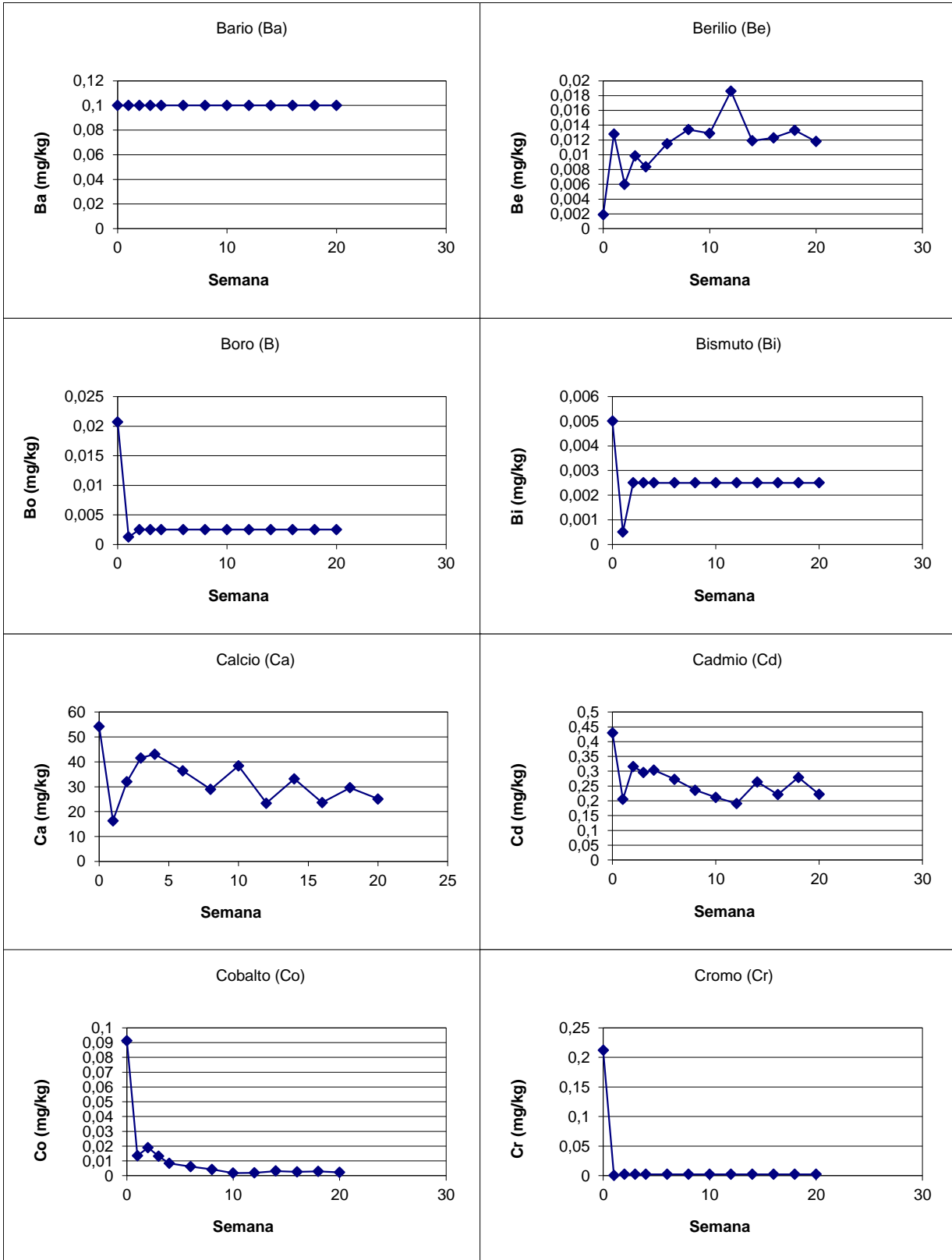
ANEXO G4
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR04



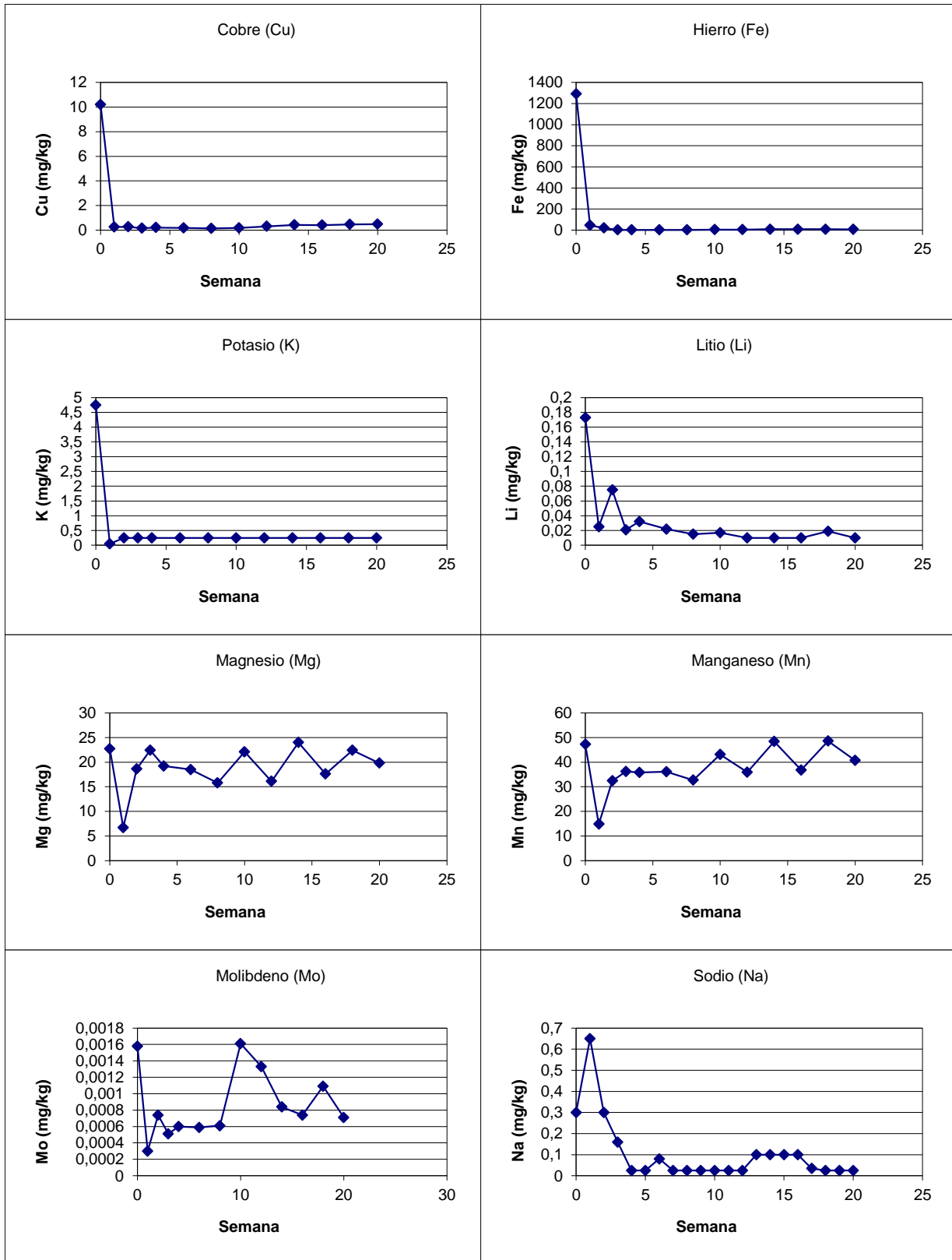
ANEXO G5
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR05



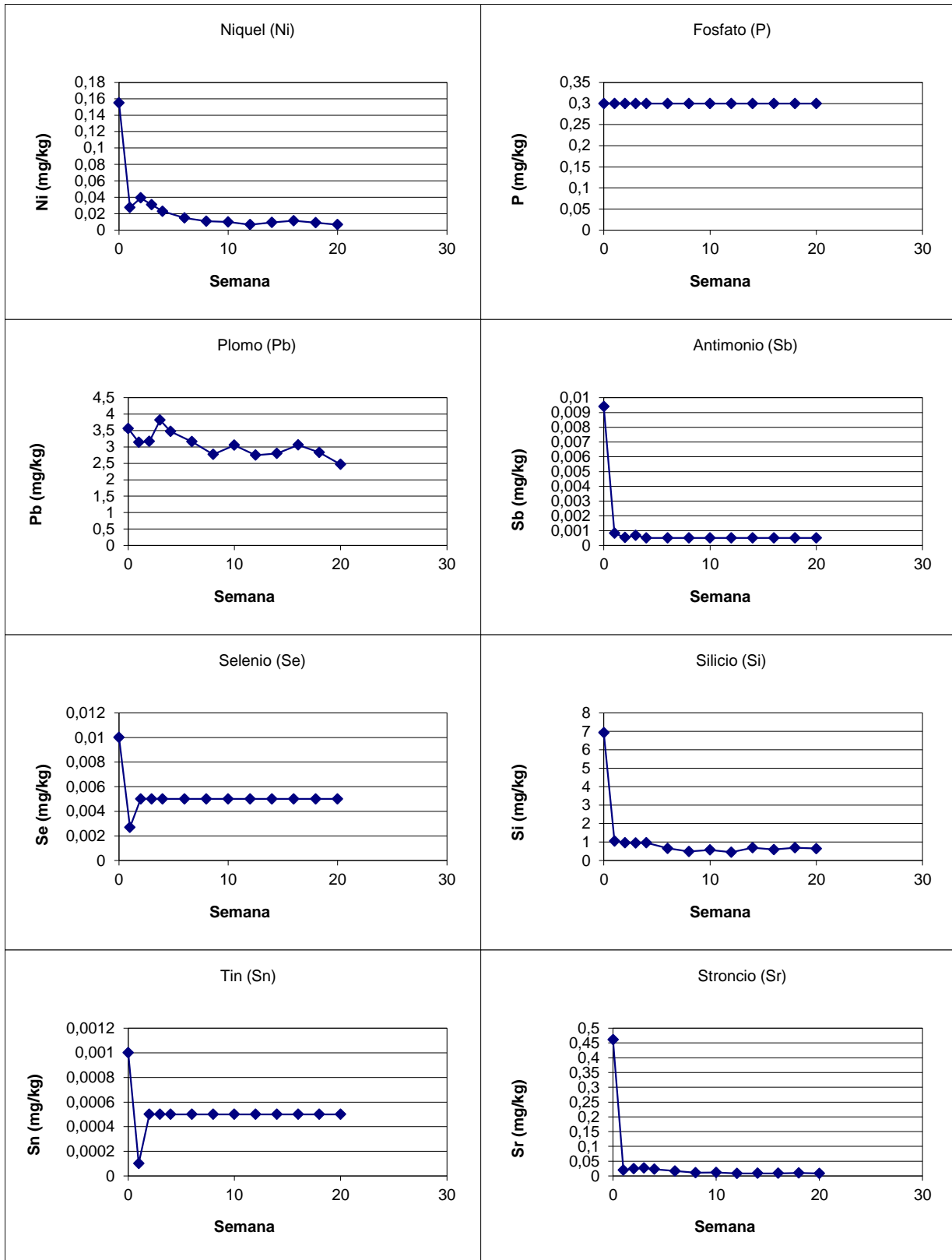
ANEXO G5
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR05



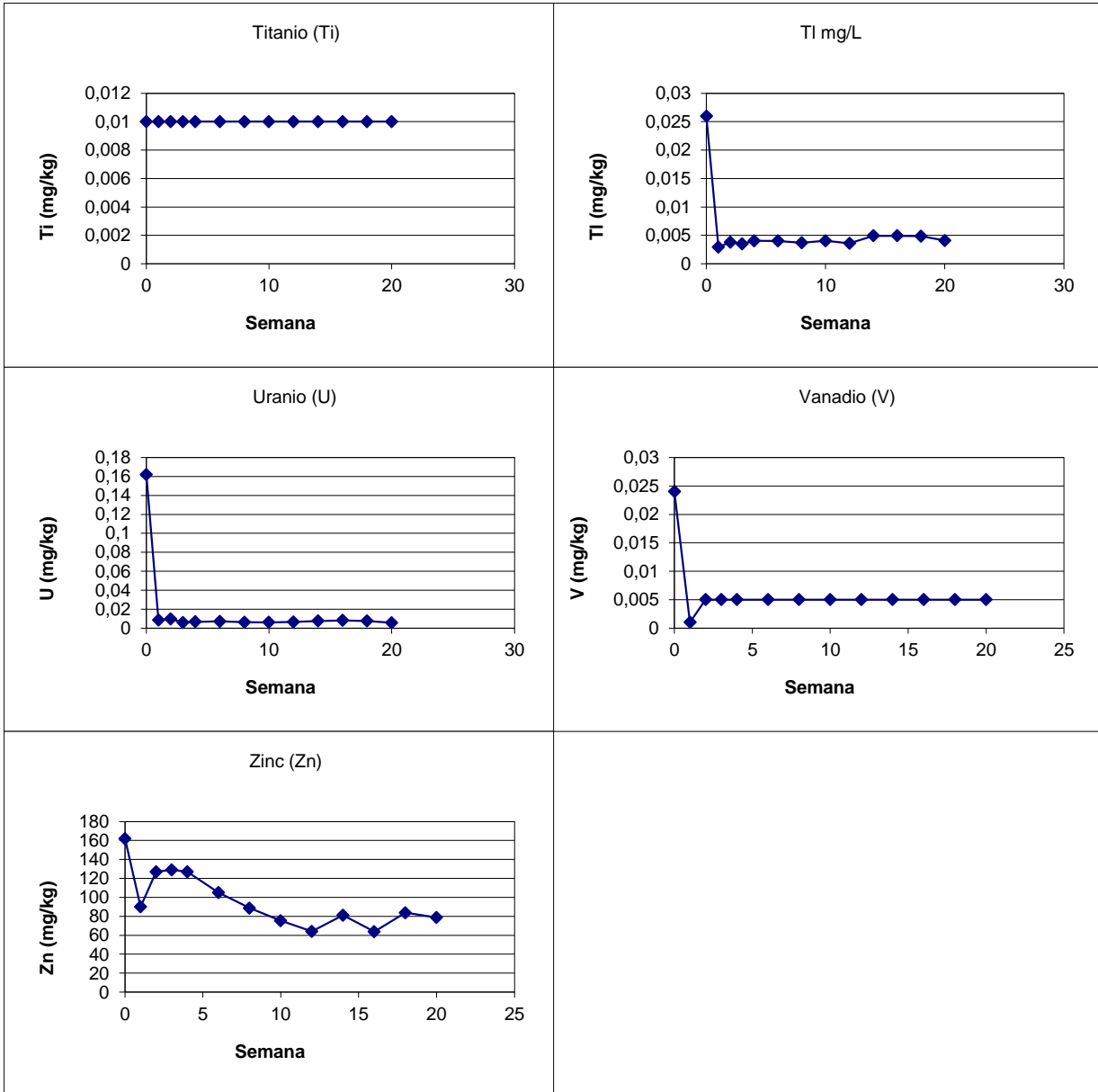
ANEXO G5
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR05



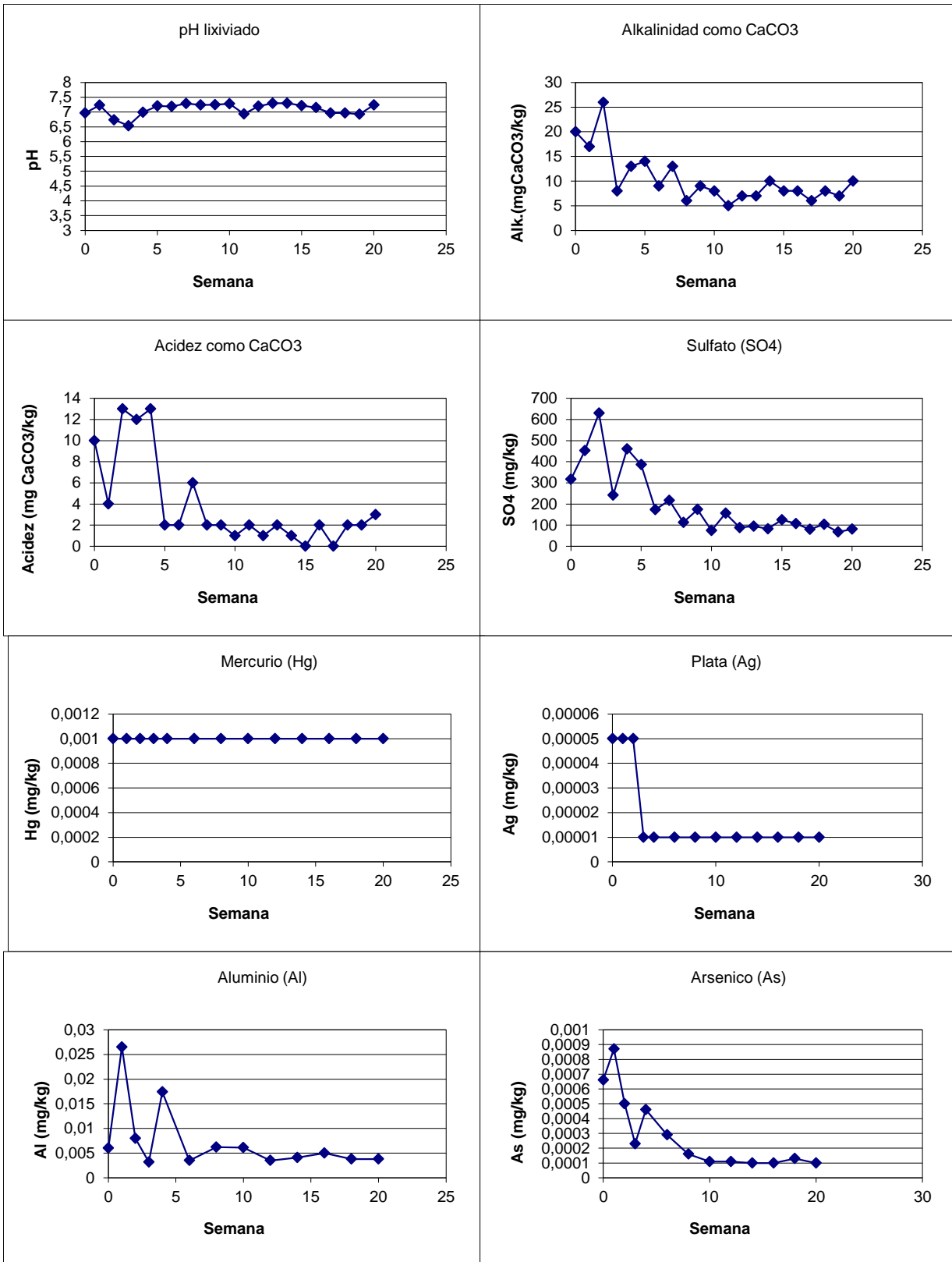
ANEXO G5
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR05



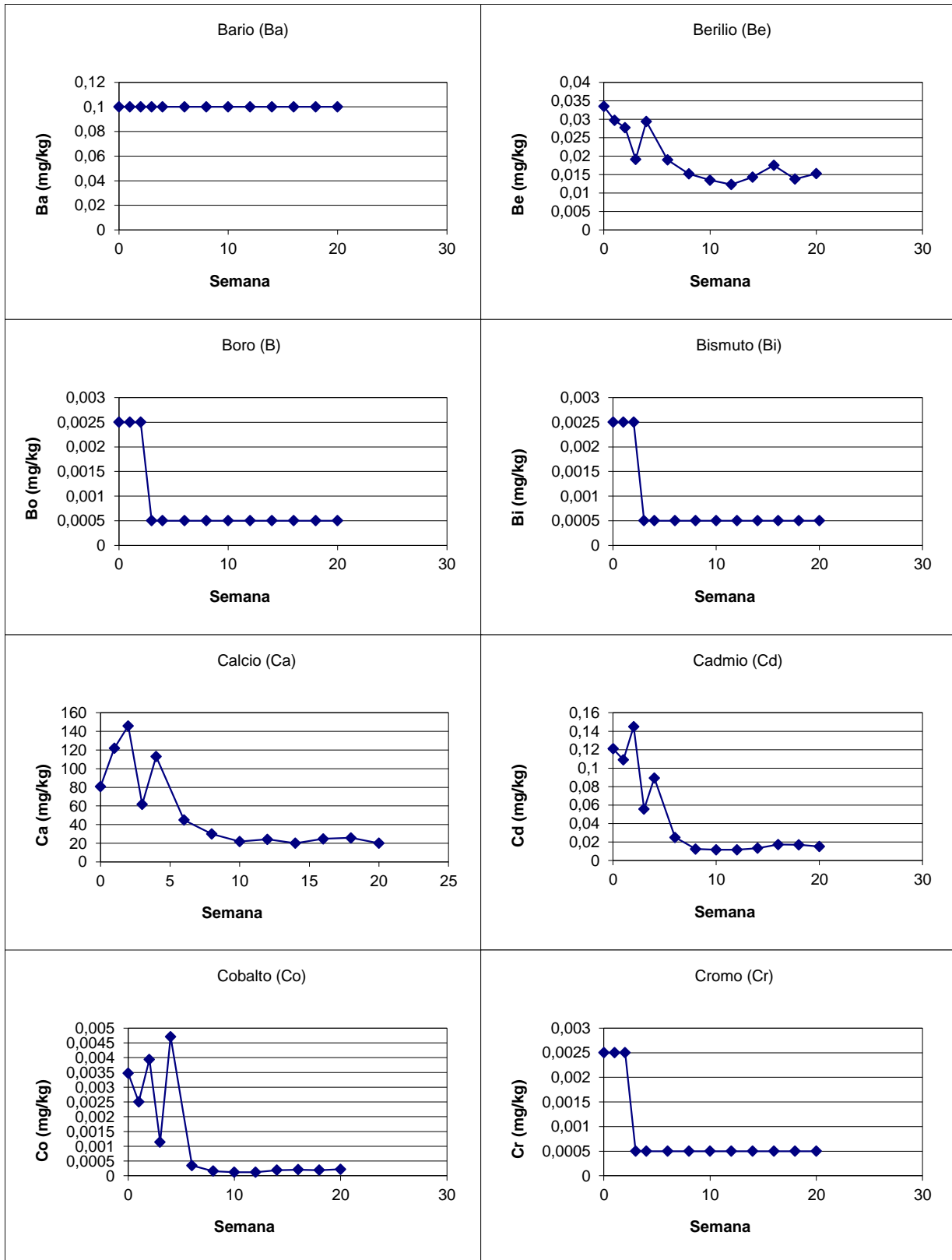
ANEXO G5
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR05



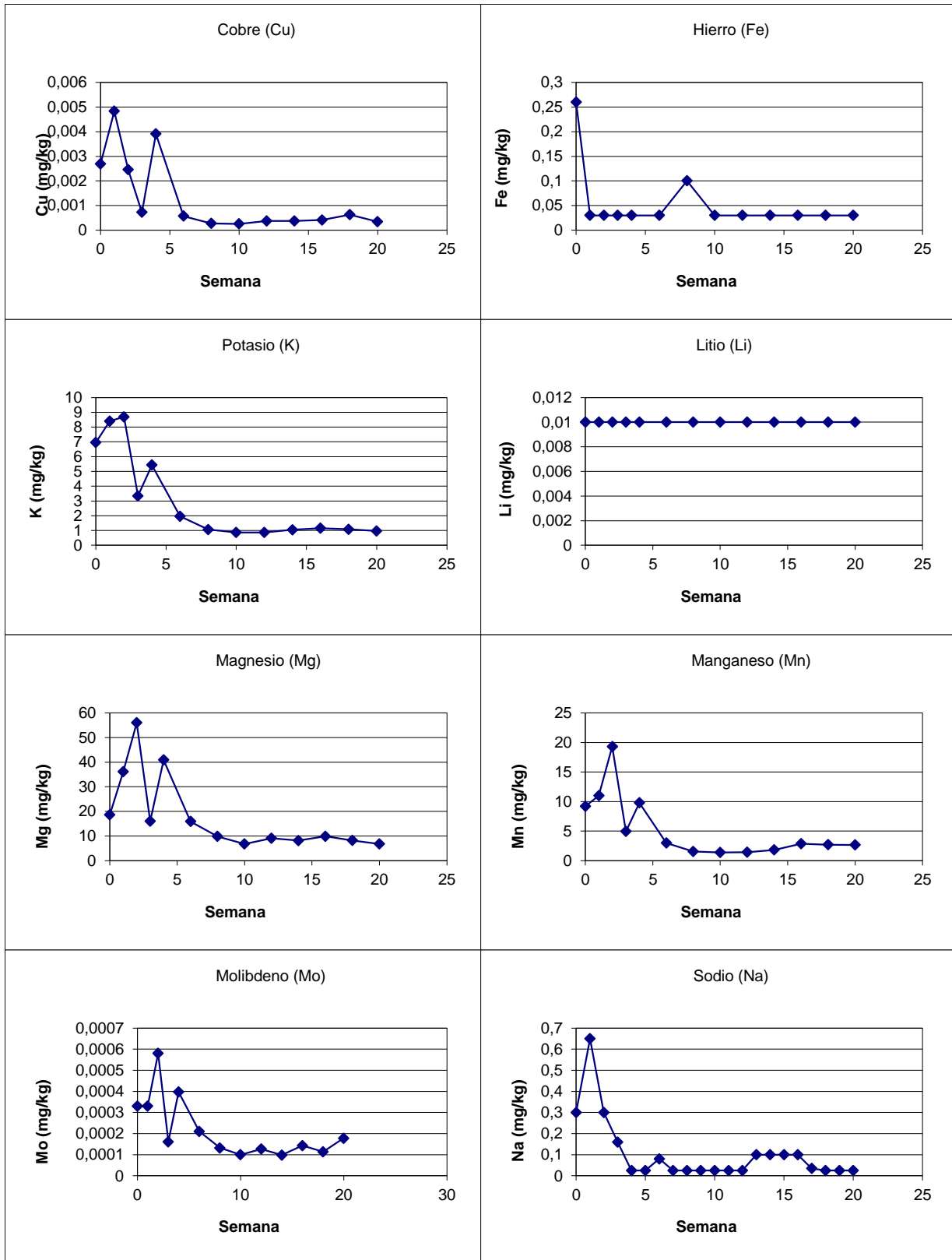
ANEXO G6
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR06



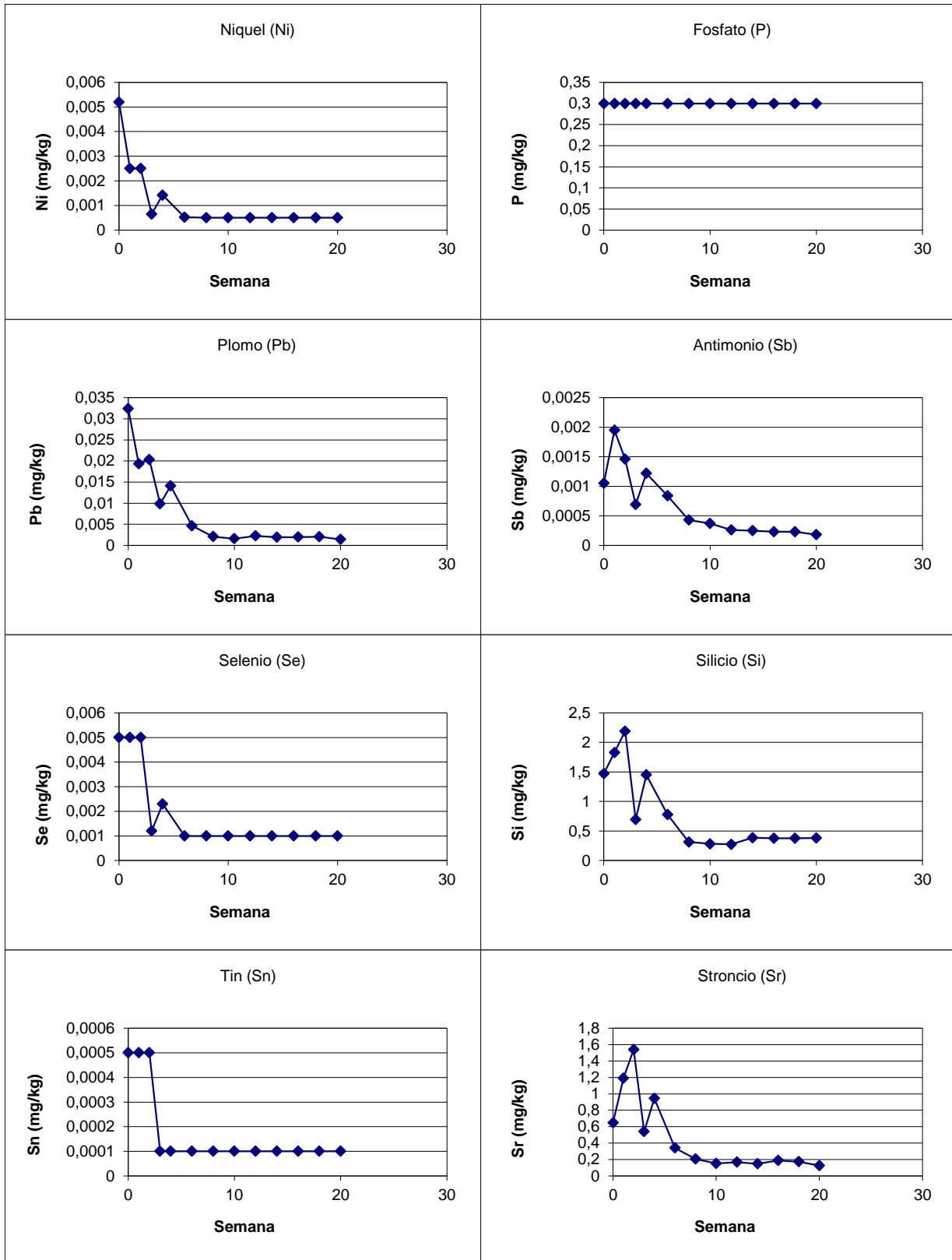
ANEXO G6
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR06



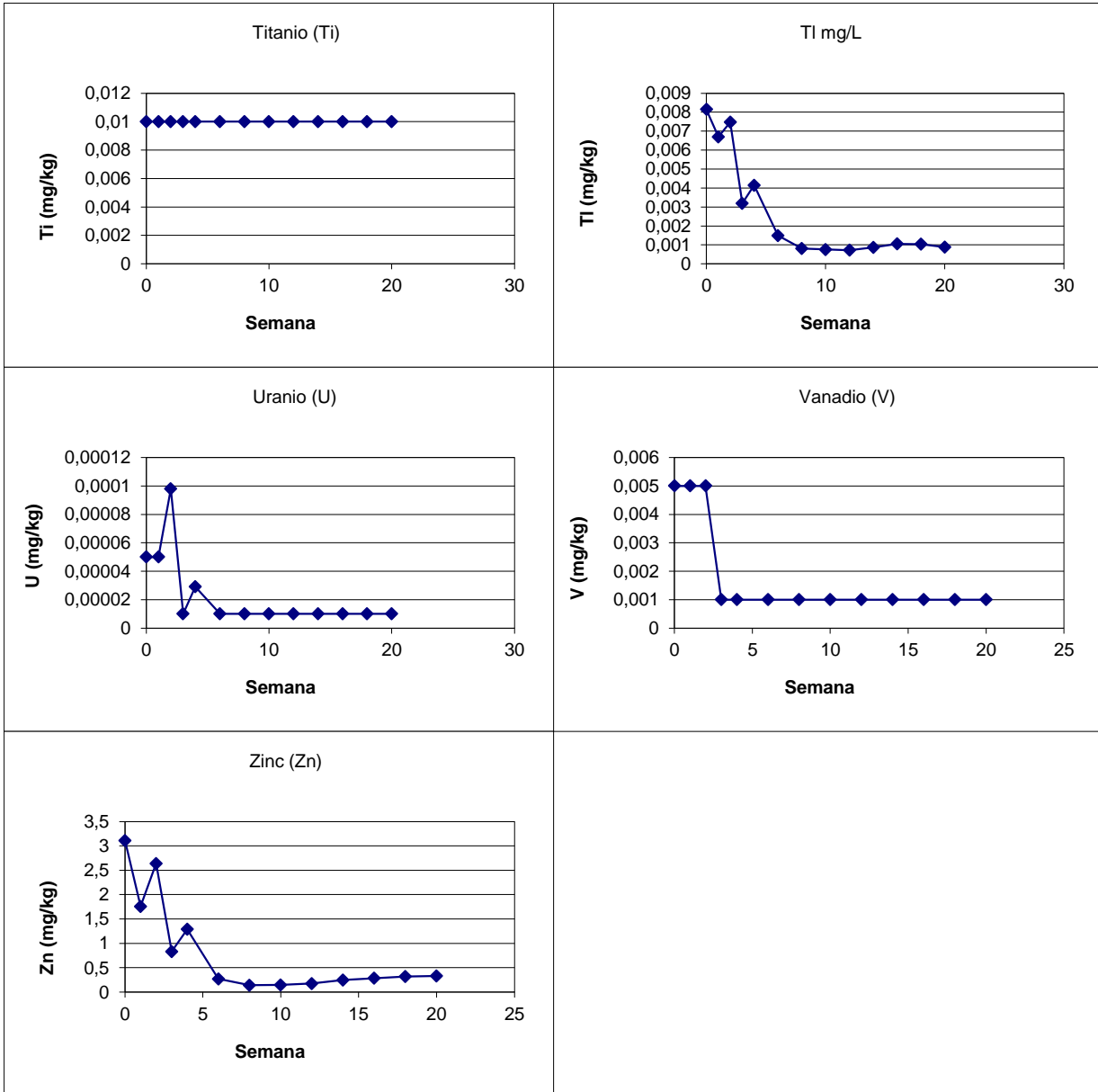
ANEXO G6
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR06



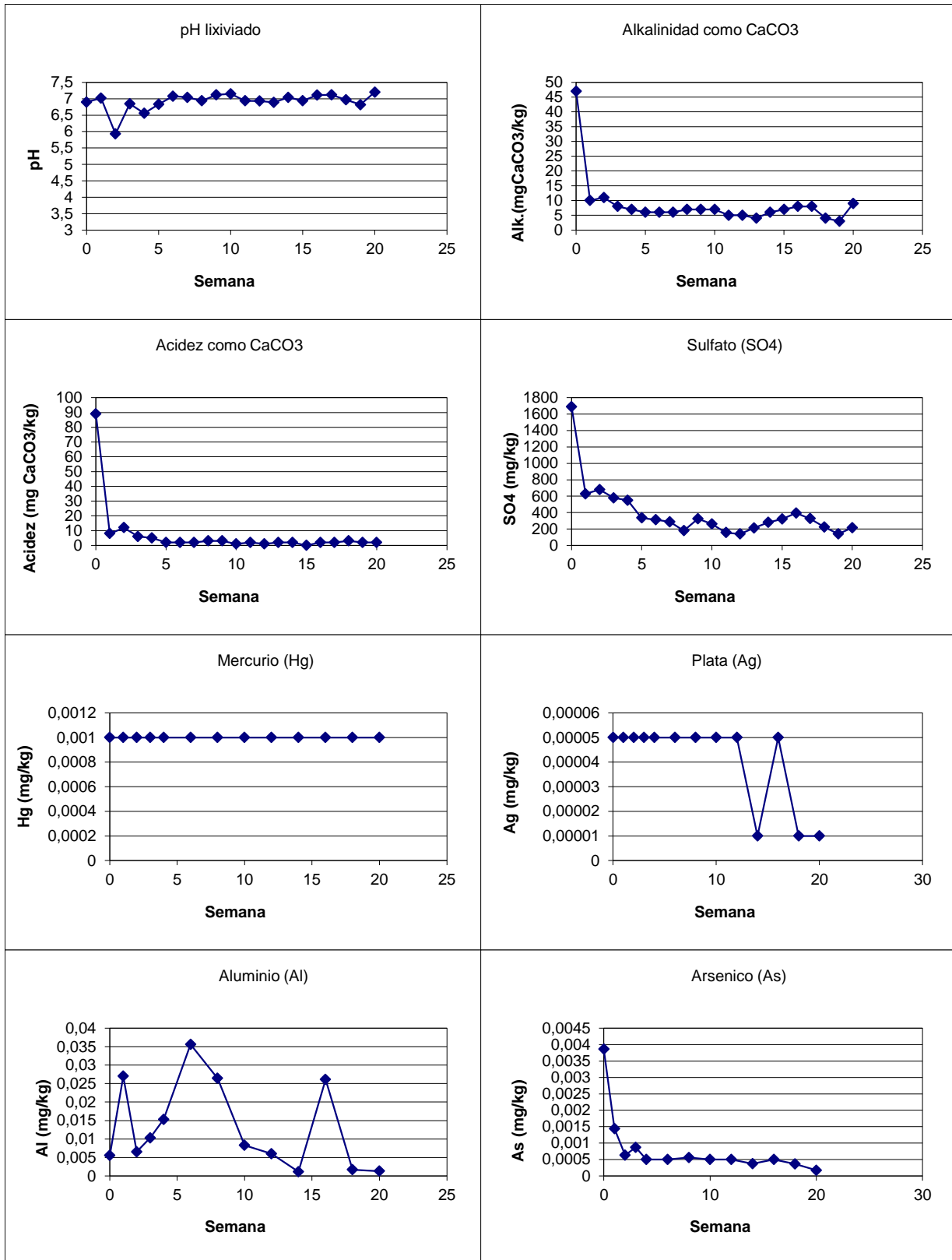
ANEXO G6
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR06



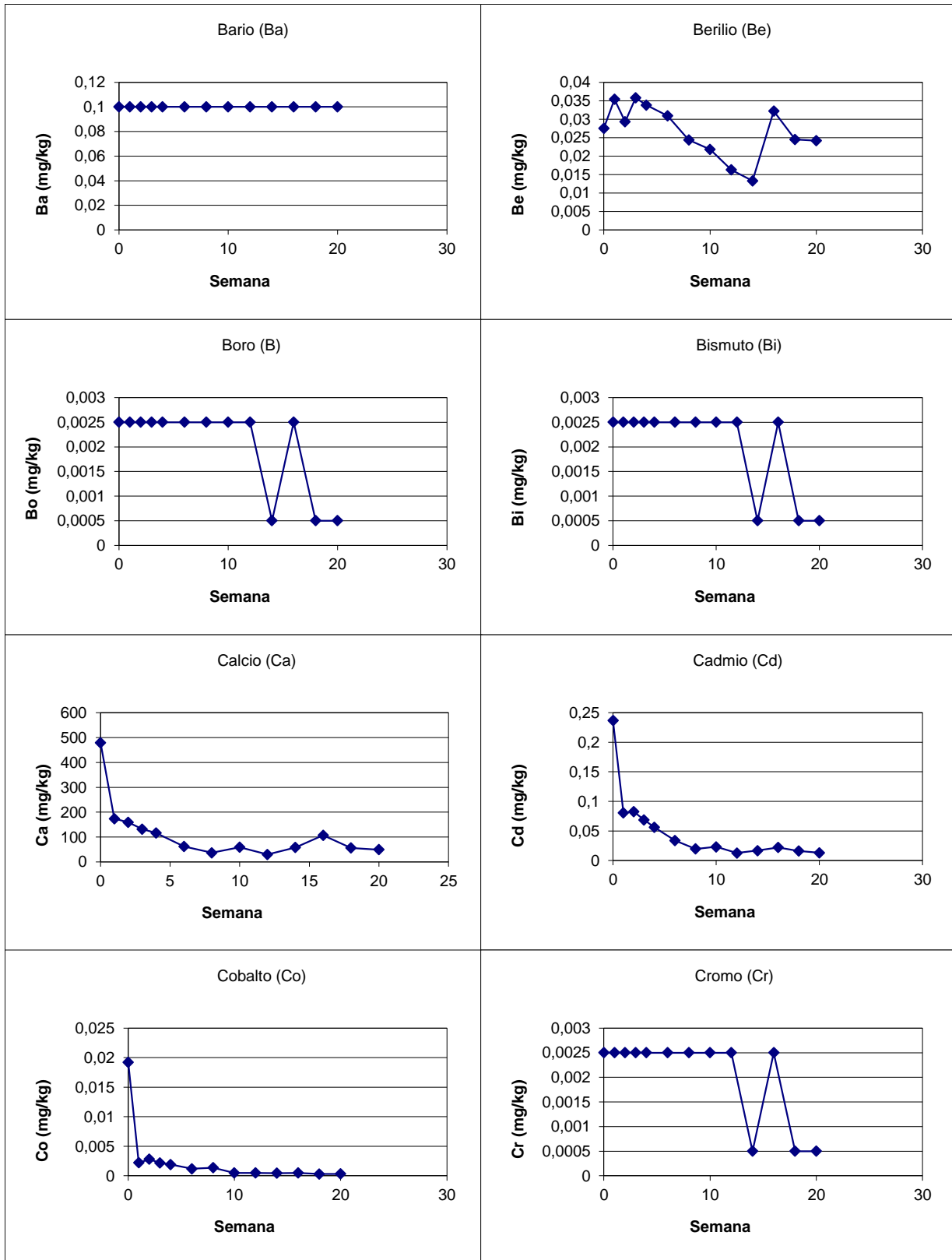
ANEXO G6
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR06



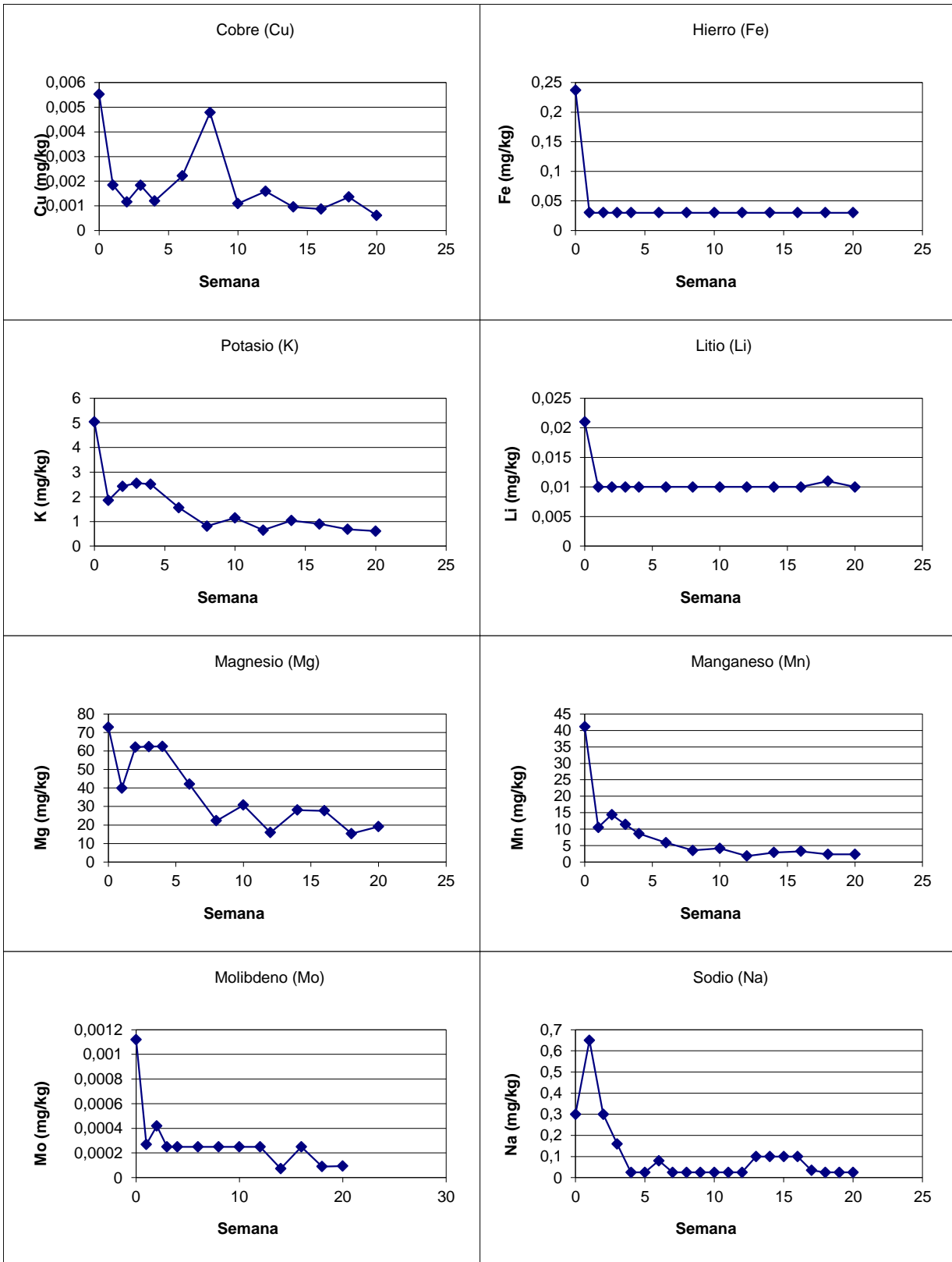
ANEXO G7
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR07



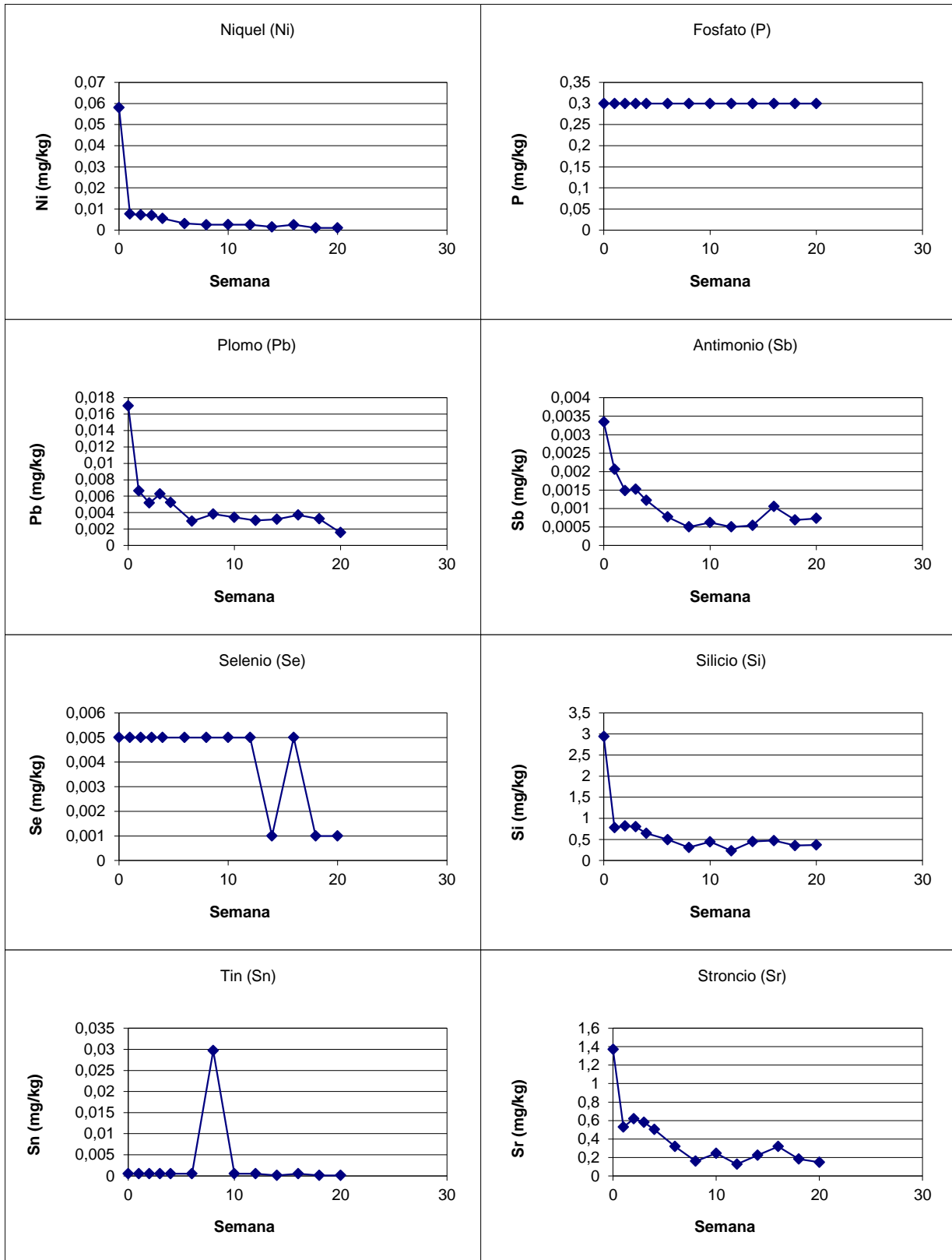
ANEXO G7
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR07



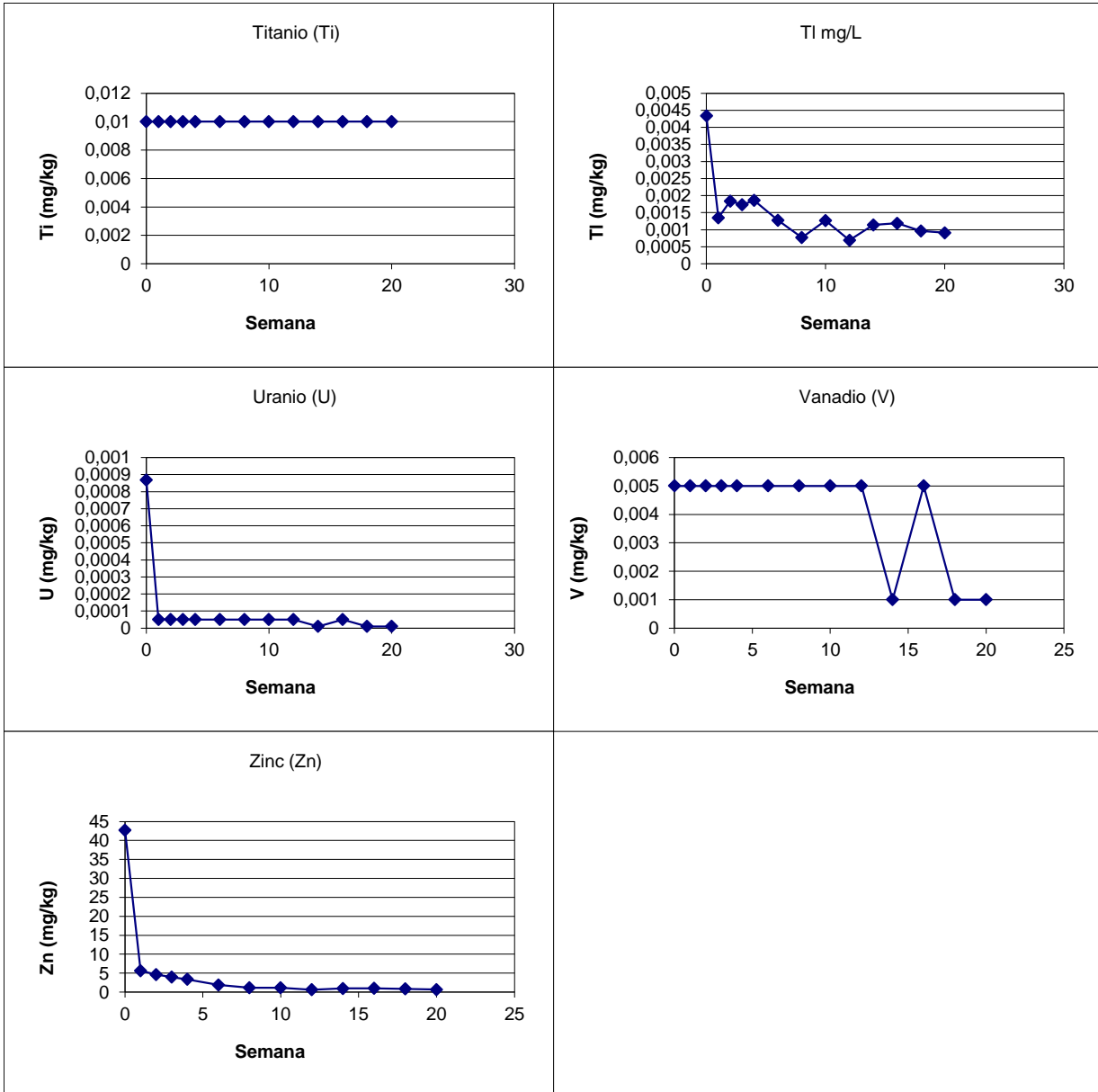
ANEXO G7
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR07



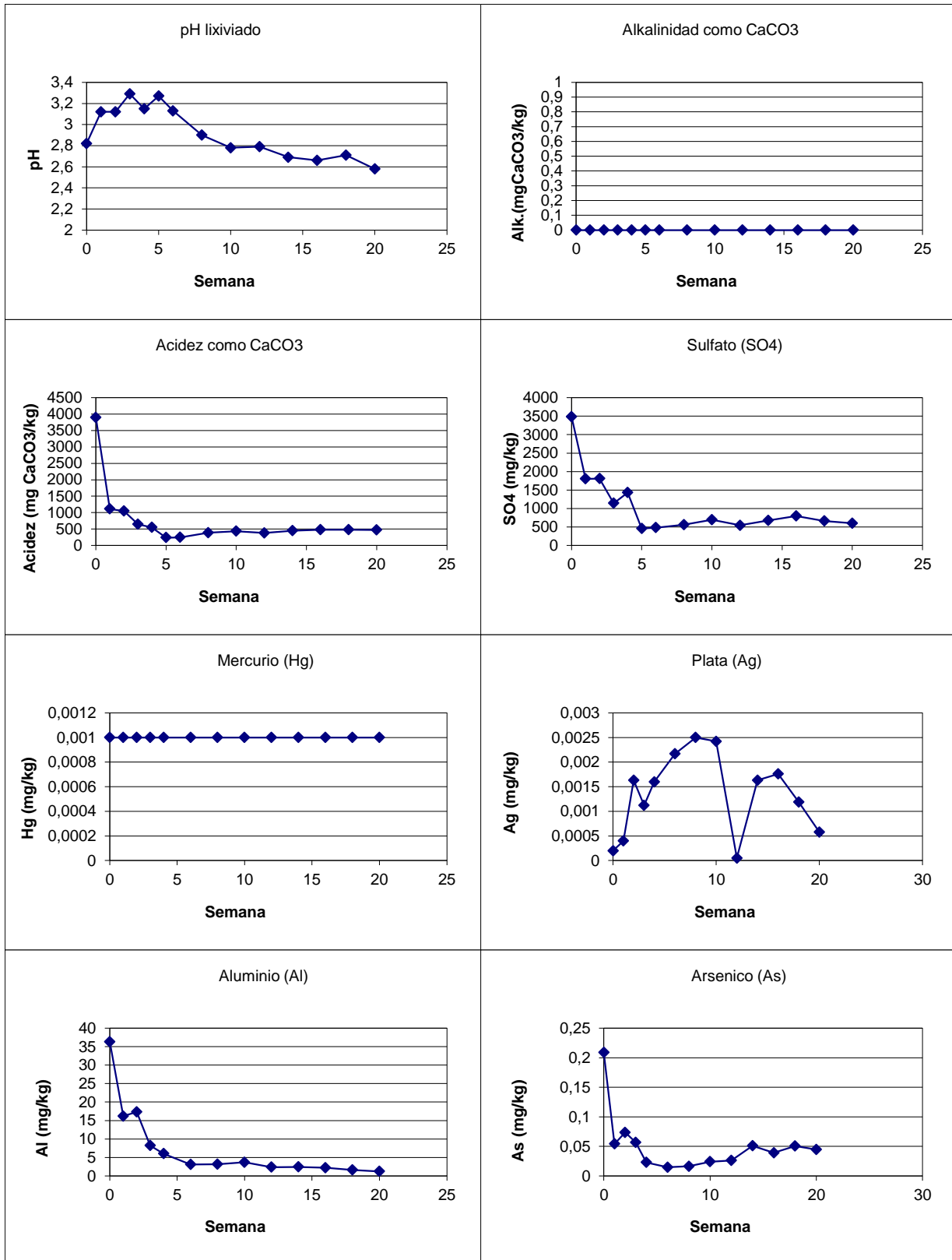
ANEXO G7
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR07



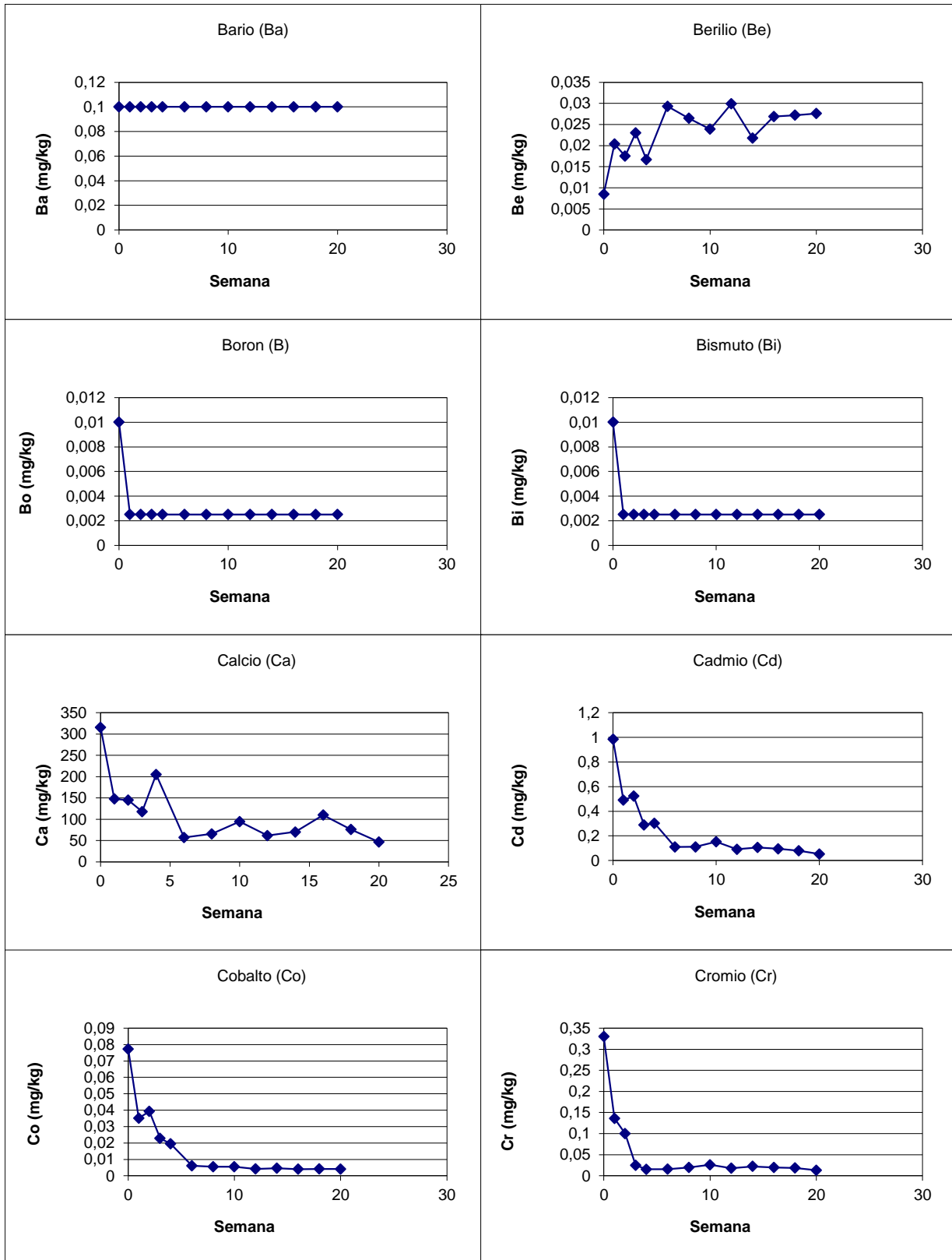
ANEXO G7
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR07



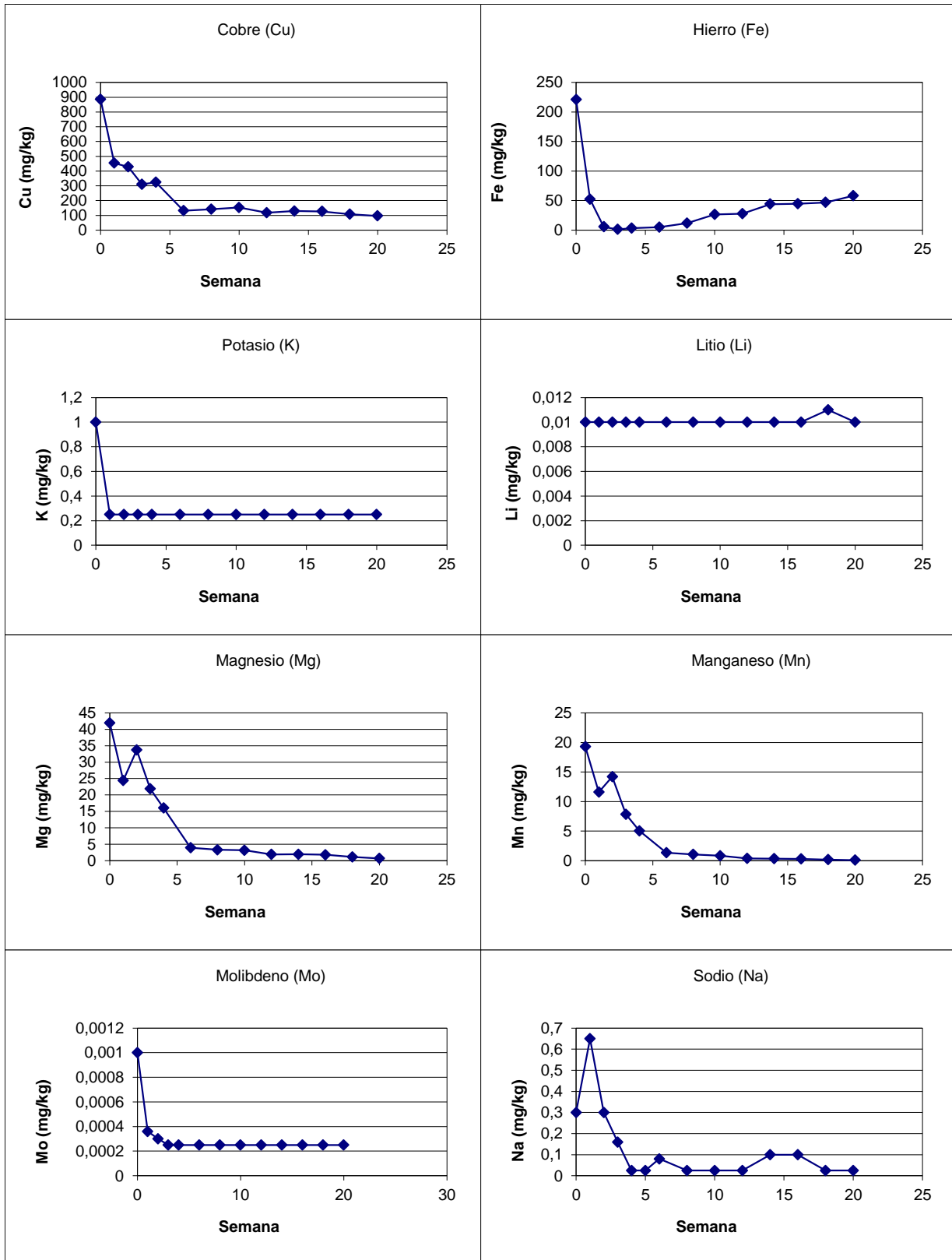
ANEXO G8
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR08



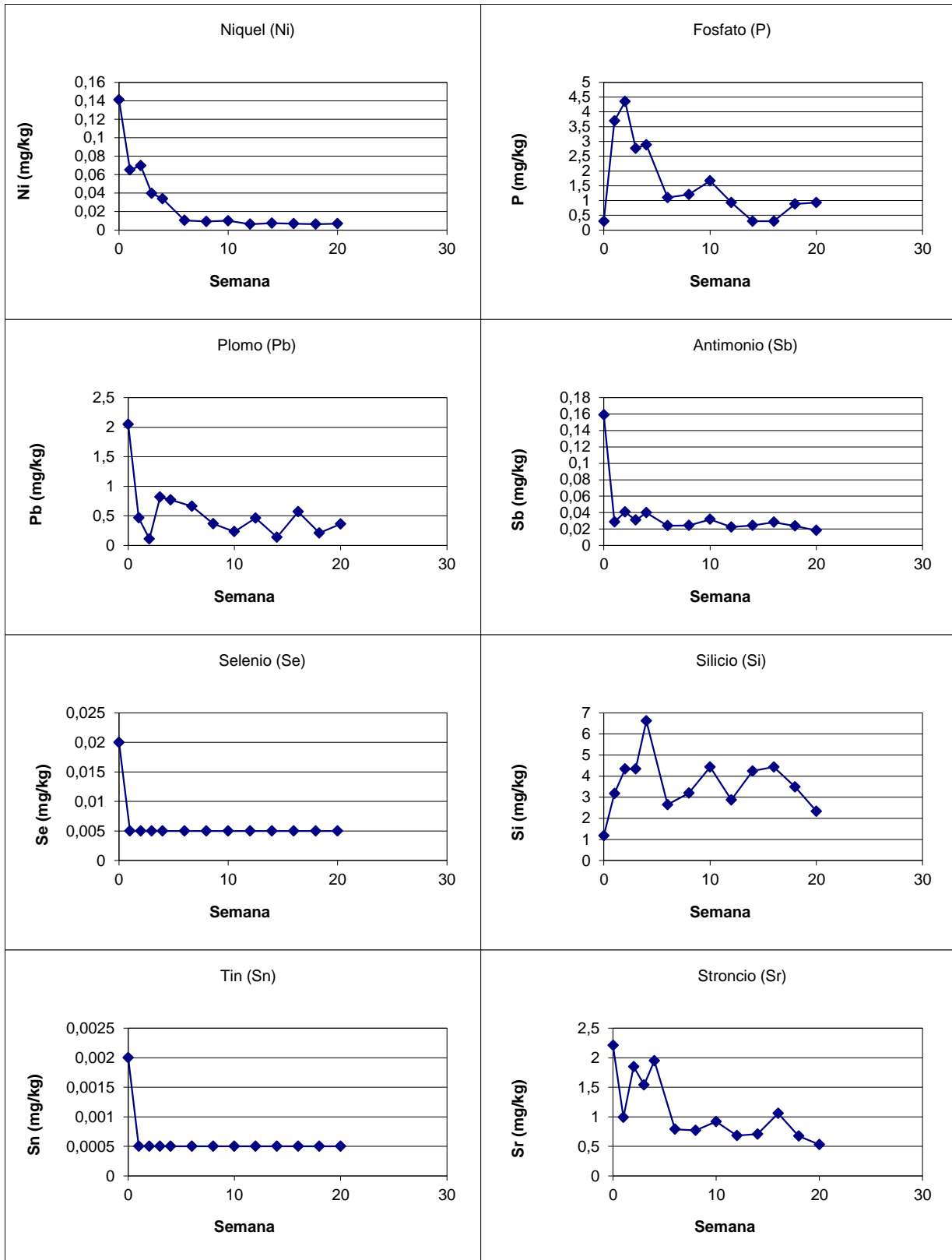
ANEXO G8
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR08



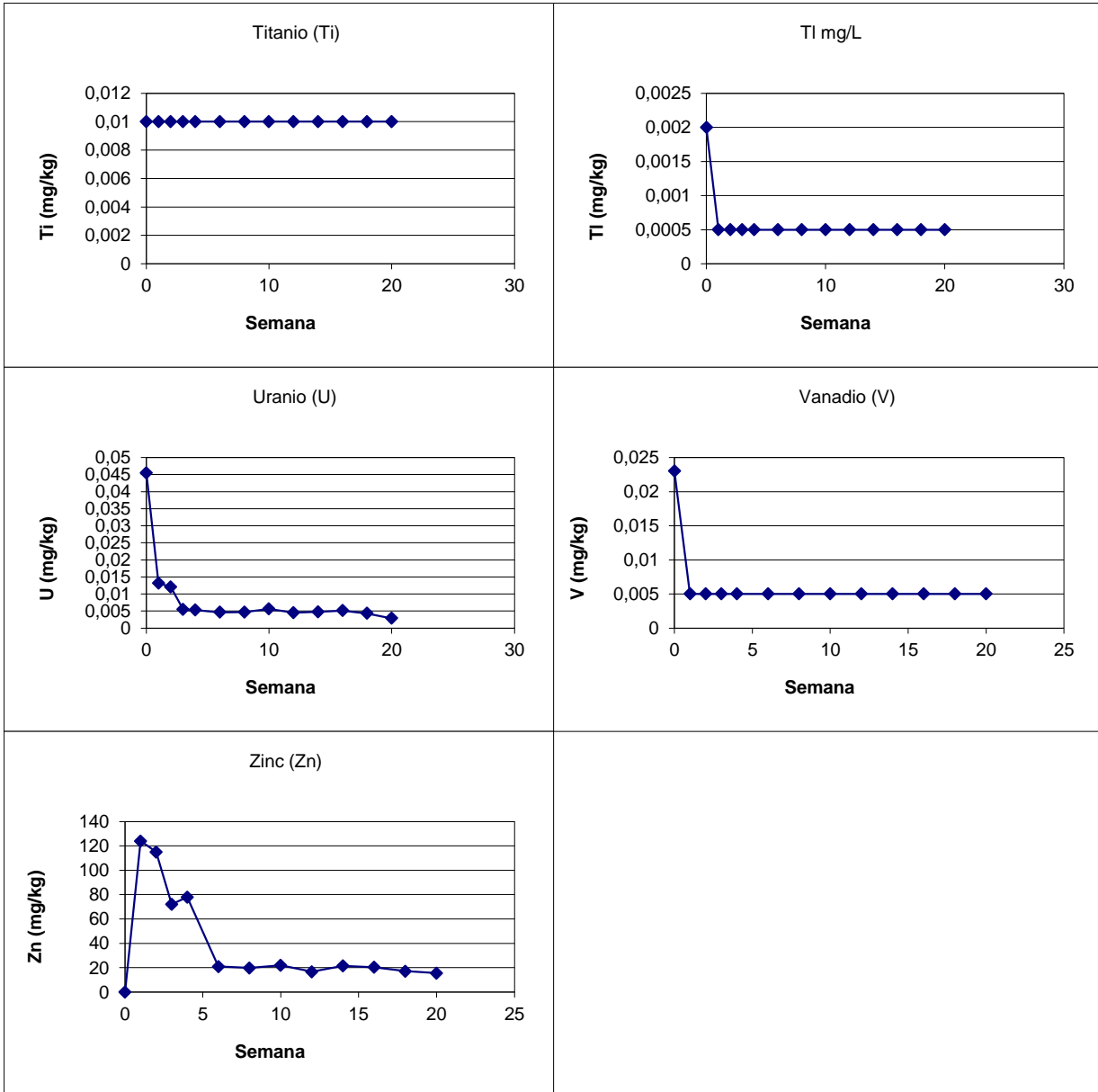
ANEXO G8
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR08



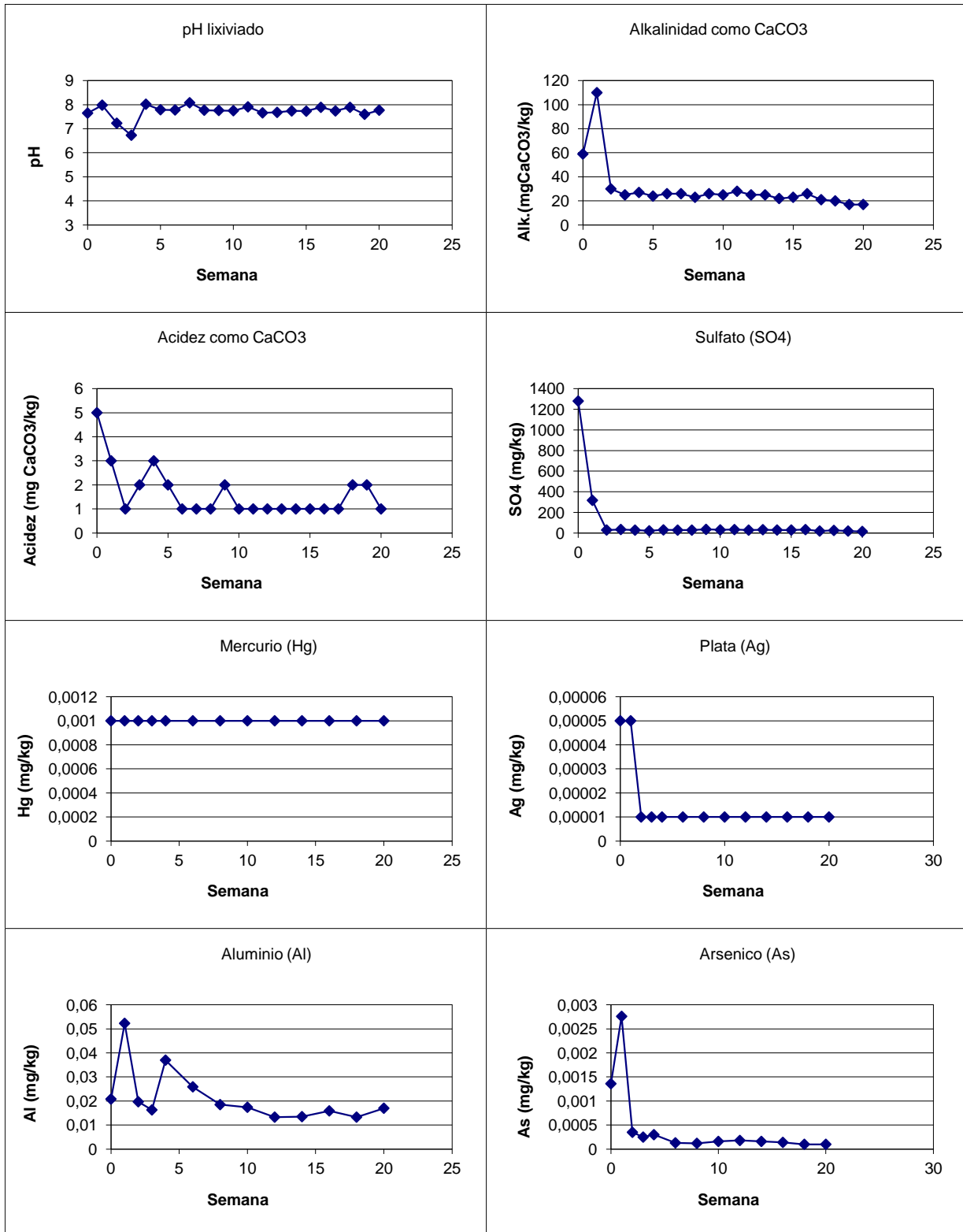
ANEXO G8
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR08



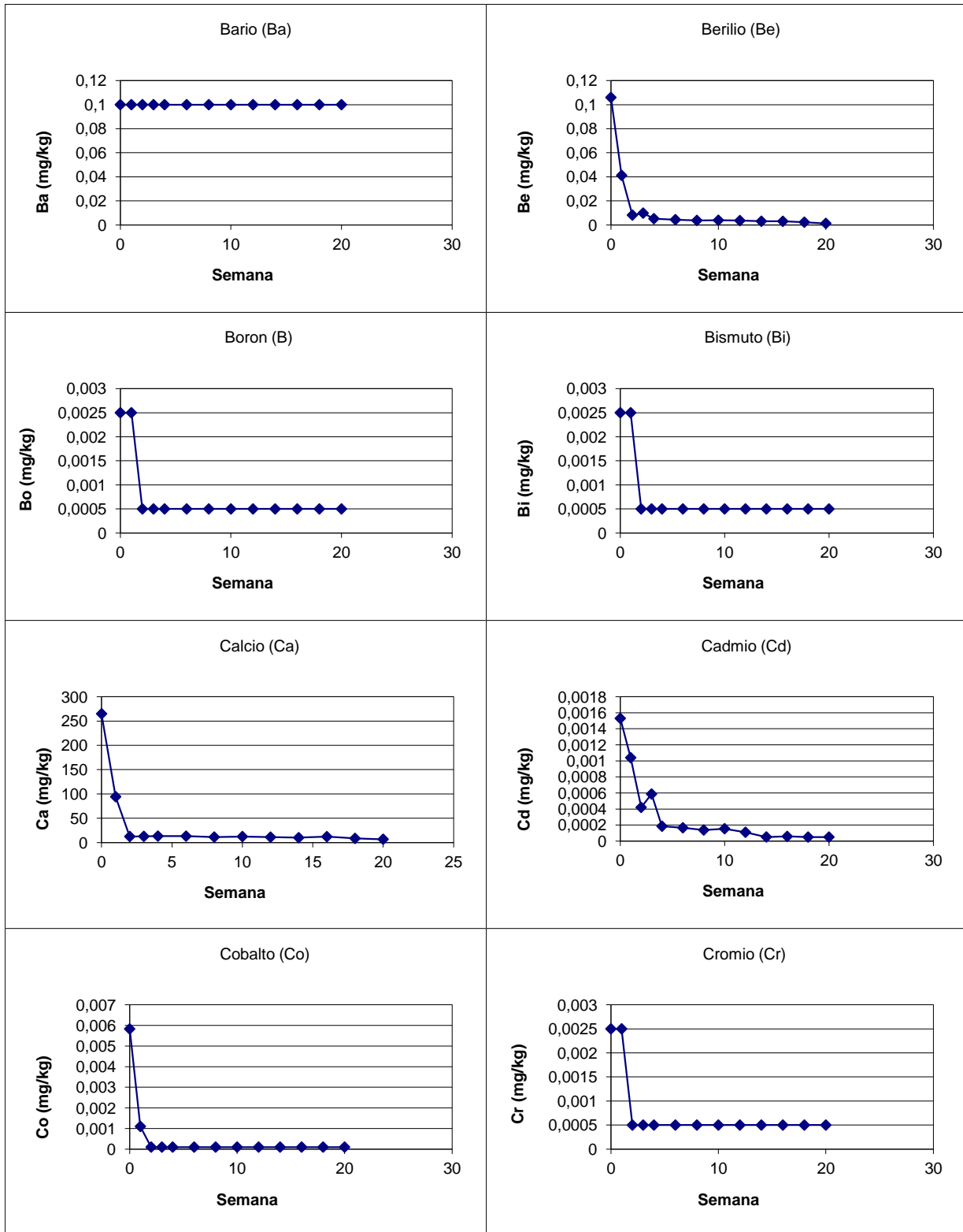
ANEXO G8
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-CR08



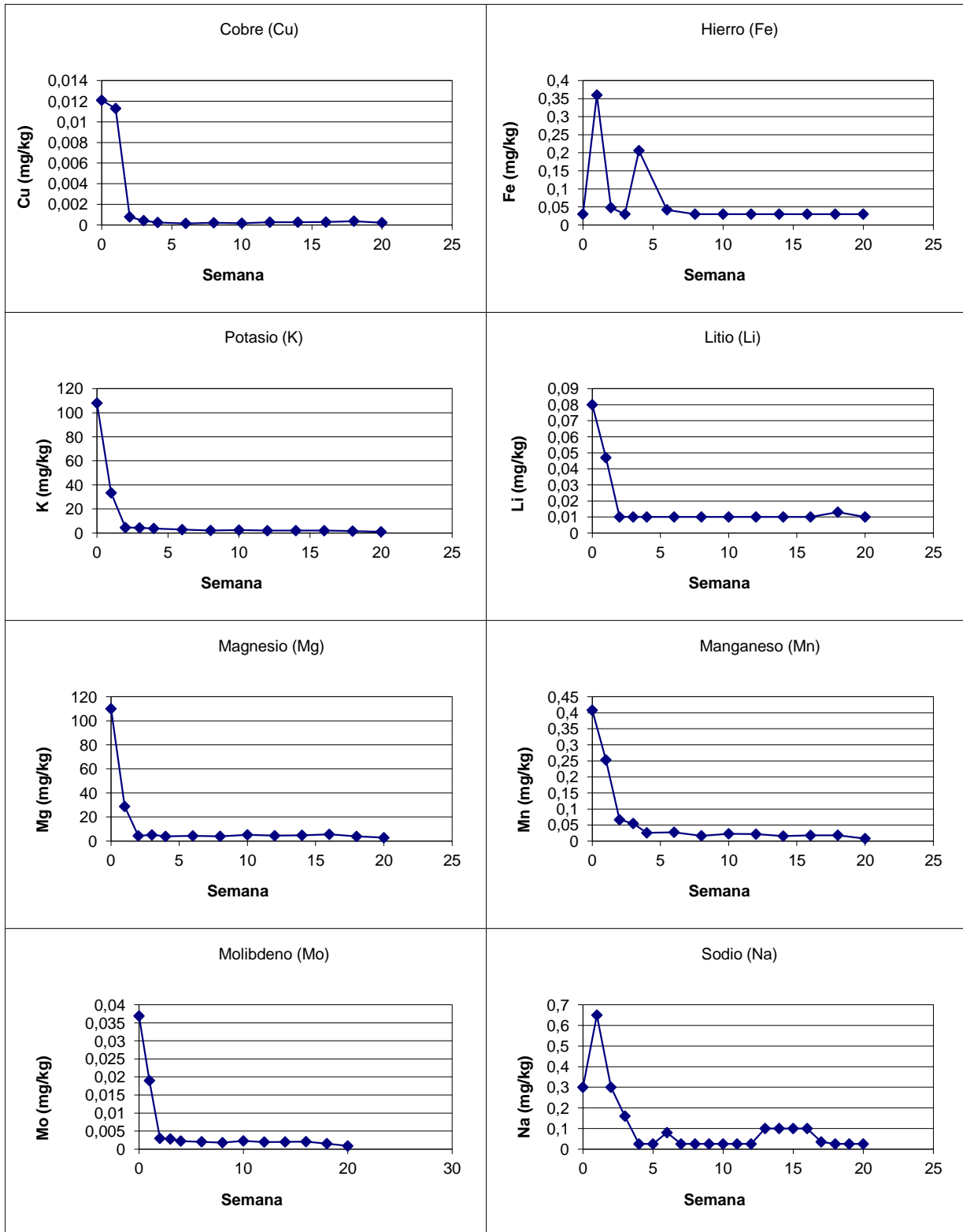
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R002



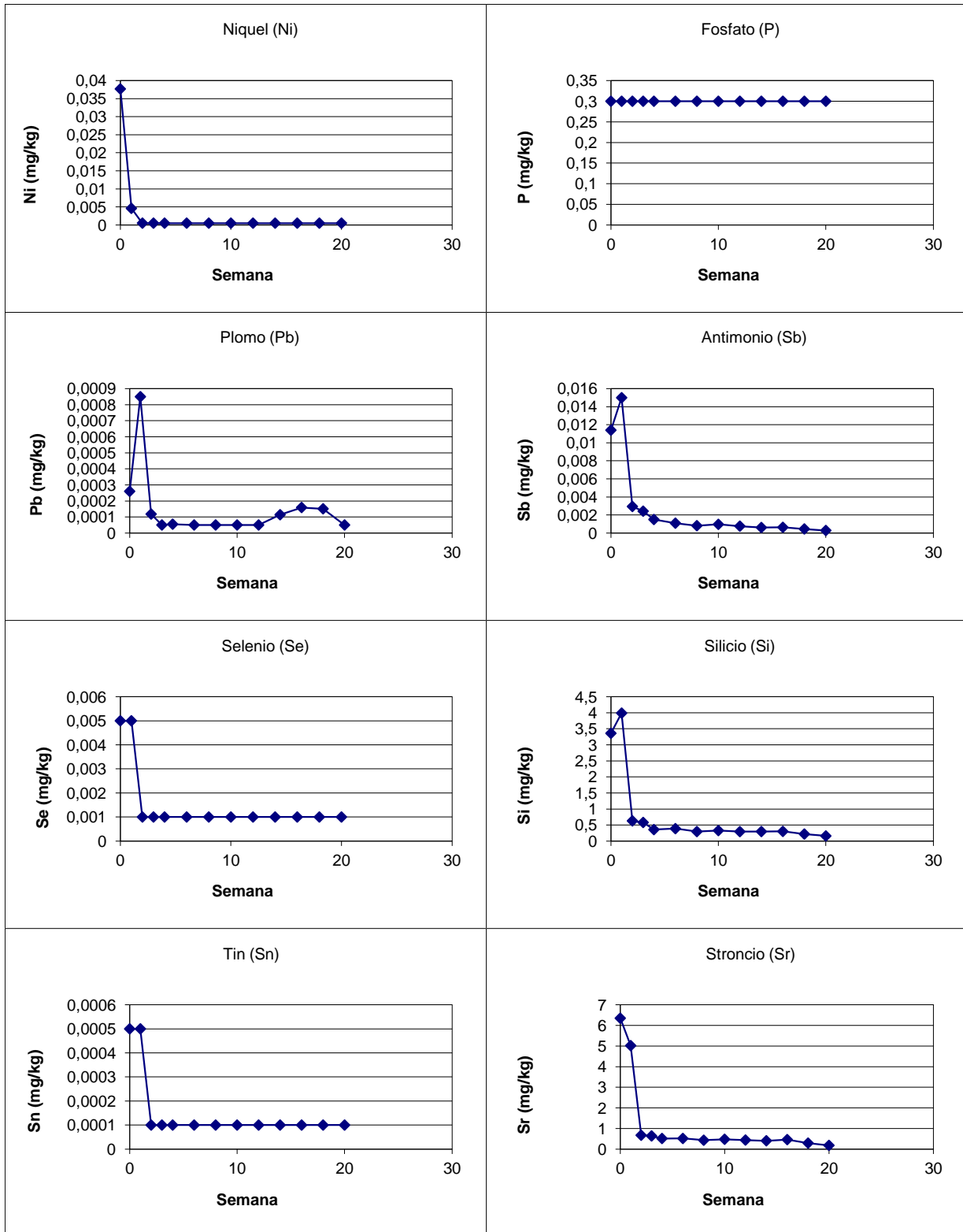
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R002



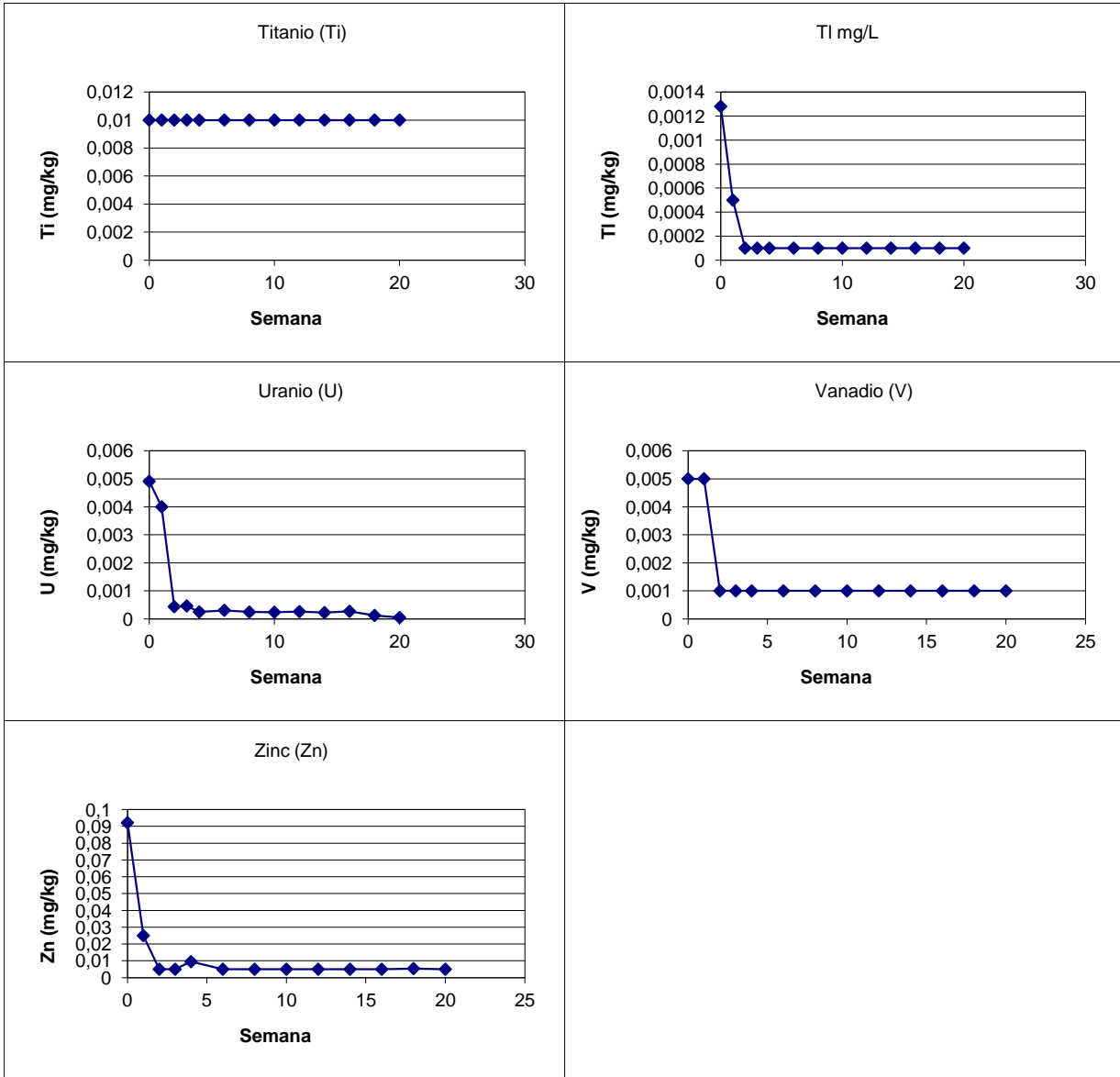
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R002



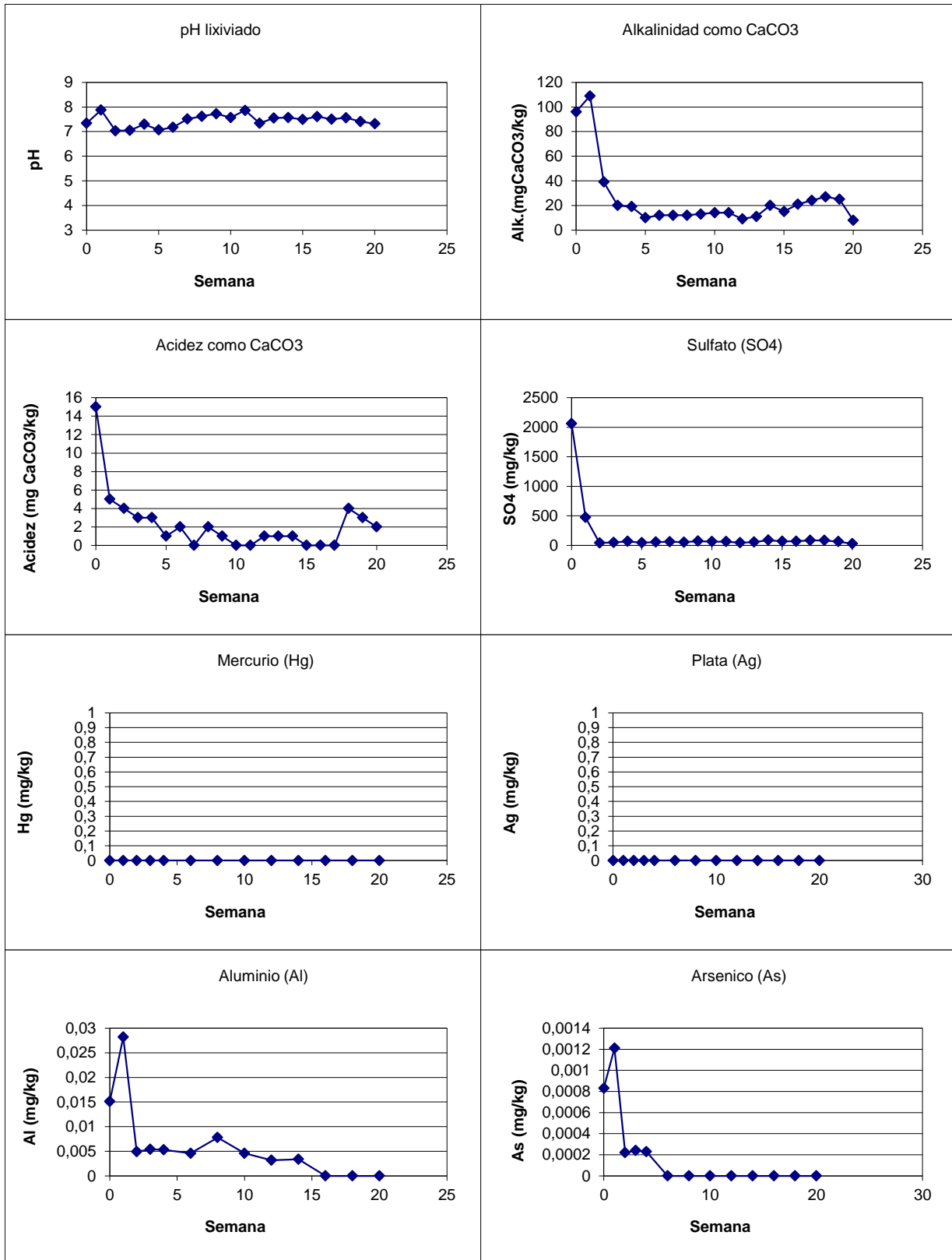
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R002



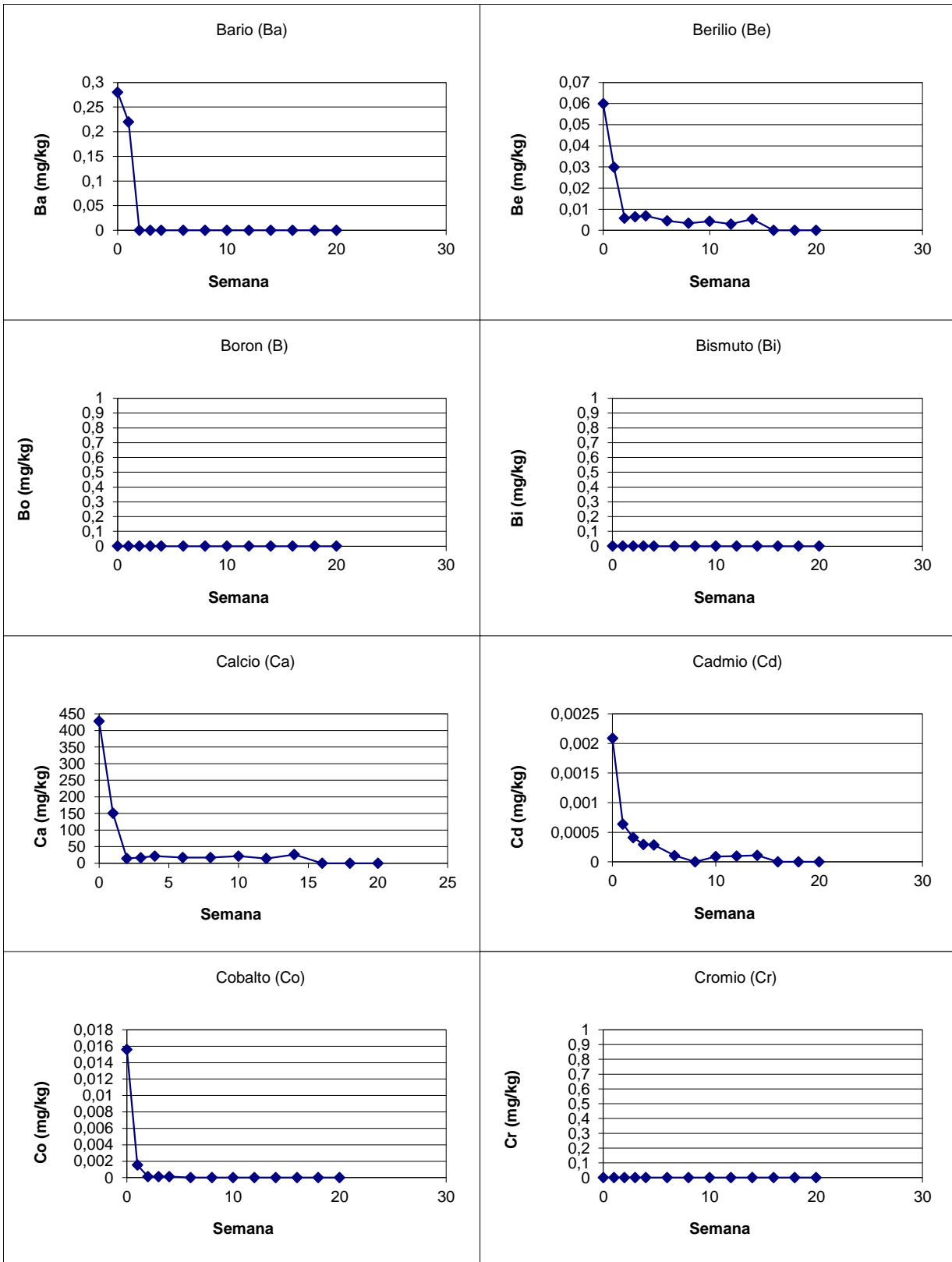
ANEXO G1
FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
CELDA CdP-12-R002



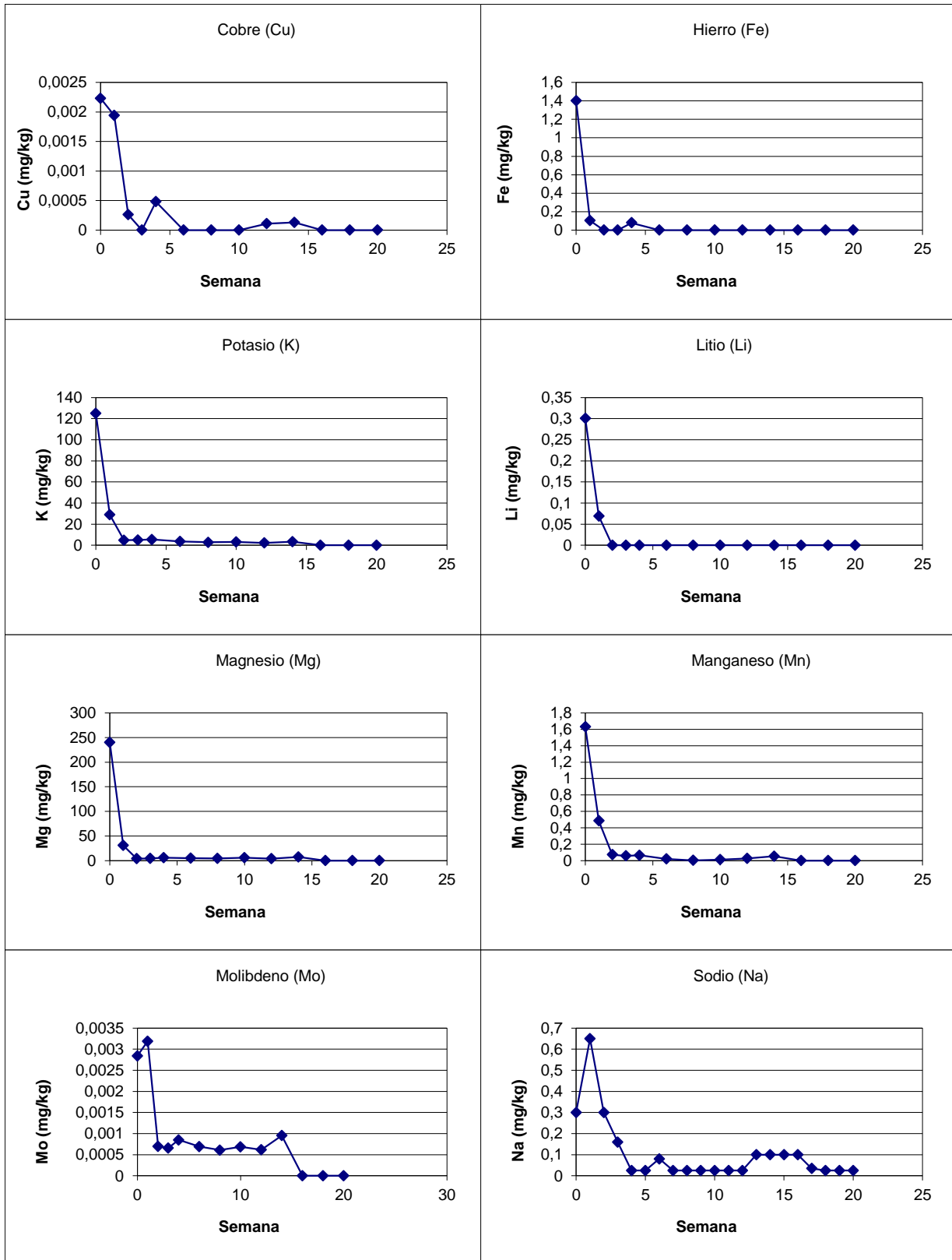
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R025



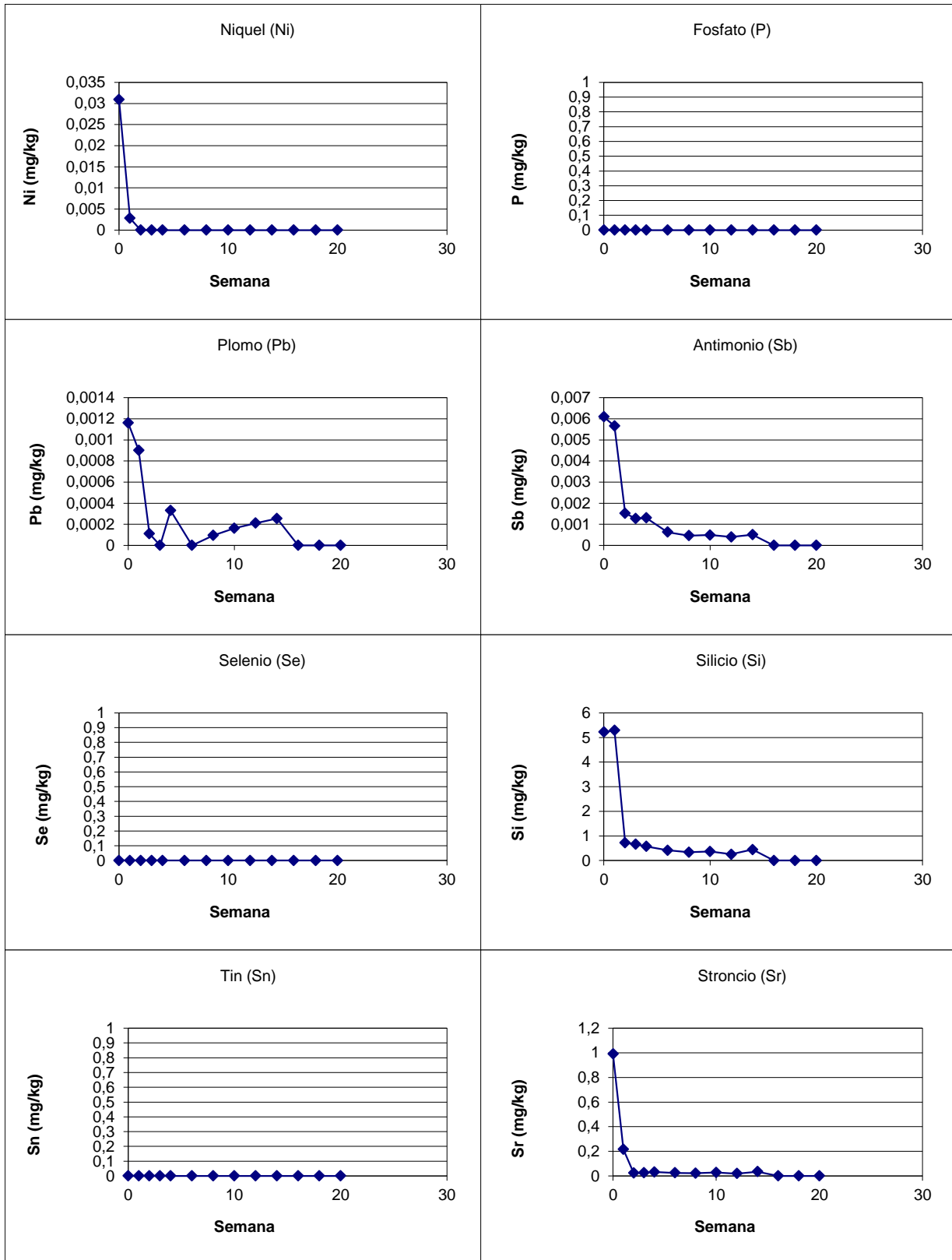
ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R025



ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R025



ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R025



ANEXO G1
 FIGURAS DE CELDAS DE HUMEDAD
 CELDA CdP-12-R025

