



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

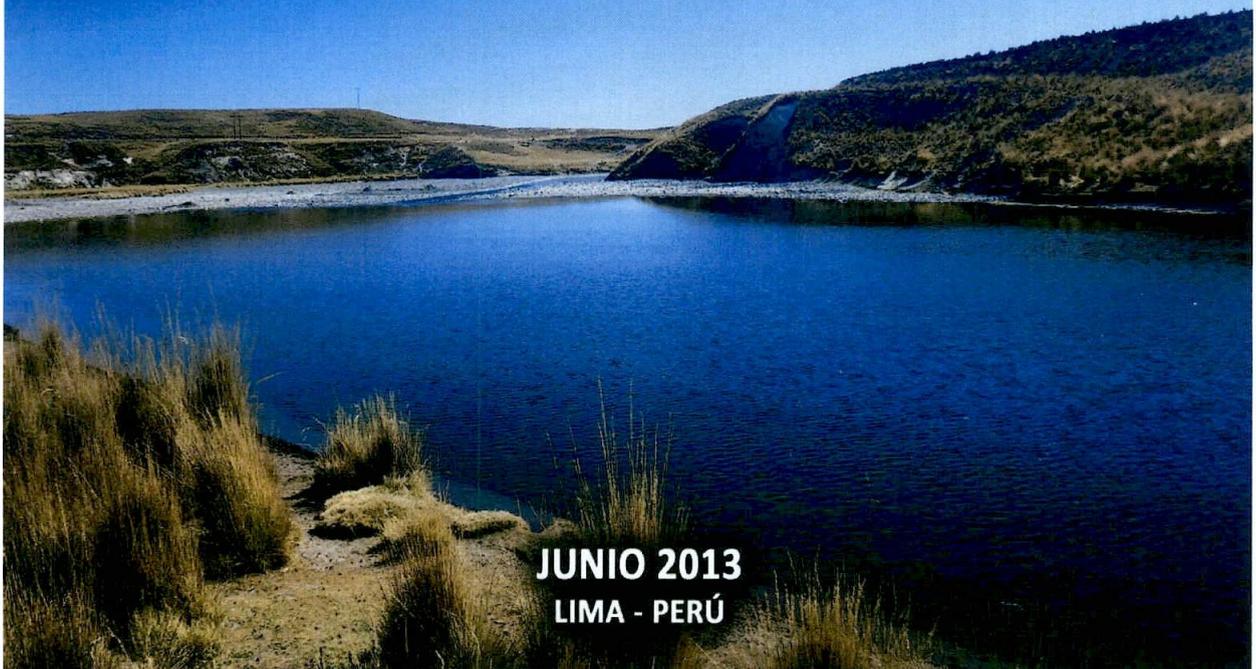
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**INFORME INTEGRADO DE MONITOREO
SANITARIO Y AMBIENTAL
PARTICIPATIVO DE LA PROVINCIA DE ESPINAR**

**INFORME COMPLEMENTARIO II
INGEMMET**



**JUNIO 2013
LIMA - PERÚ**



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

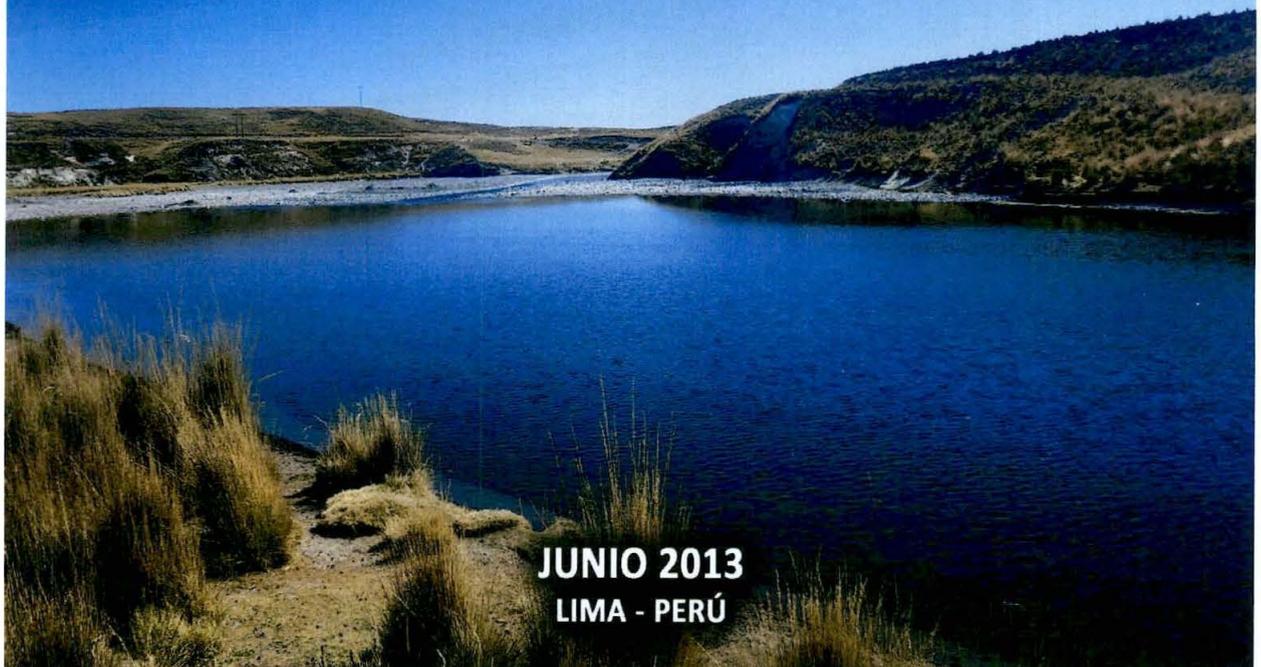
SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

**INFORME INTEGRADO DE MONITOREO
SANITARIO Y AMBIENTAL
PARTICIPATIVO DE LA PROVINCIA DE ESPINAR**

**INFORME COMPLEMENTARIO II
INGEMMET**



**JUNIO 2013
LIMA - PERÚ**

INFORME COMPLEMENTARIO II INGEMMET

INTRODUCCIÓN

Se ha realizado una revisión rápida de los informes enviadas por el Gobierno Regional de Cusco y la Municipalidad Provincial de Espinar realizando algunas observaciones al "Informe Integrado de Monitoreo Sanitario y Ambiental Participativo de la Provincia de Espinar" presentado por el grupo de trabajo de las diferentes entidades de Estado. Igualmente se describe la geología y presencia de los metales pesados y en particular en las comunidades de Huisa y Alto Huancané (CENSOPAS, 2013: Informe Complementario), así como de las zonas cercanas a las relaveras de la Mina Tintaya.

Se resalta que la zona de estudio es una zona mineralizada y por lo tanto es **normal** encontrar anomalías de elementos, incluyendo los metales pesados. Aquí existen los yacimientos de Tintaya, Antapaccay, además de los prospectos Ccorocohuayco y Quechuas, todos del tipo pórfido de Cu, Au, Mo, con presencia natural de otros elementos como Mn, As, Pb, Bi, Sb, Cd, Tl, Se, etc. En las cabeceras de los ríos Cañipia y Salado (Alto Condoroma) predominan rocas volcánicas, algunas de las cuales han formado yacimientos minerales epitermales como el de Condoroma, con mineralización de Ag, Pb, Zn, Cu y Au, además de Sb, As, Hg, Se, Mo, Te; Sn, Mo, Bi.

Dentro el contexto geológico, como lo menciona las conclusiones del informe integrado, en la página 106: "En la gran mayoría de los casos, las características de las aguas subterráneas, superficiales y de los sedimentos de quebrada muestran un fuerte control geológico, es decir, la geología determina la calidad físico-química de las aguas.....", facilitando la presencia muy localizada (puntual) de algunos metales pesados. Por otro lado, en la página 107 se indica que "Los sedimentos de quebrada tienen relación con la geología ya que muestran cantidades relativamente altas de cobre, moderadas de molibdeno y arsénico, y bajas de talio, que pueden ser explicadas por la presencia de los yacimientos minerales de la zona de estudio".

Esta base geológica es importante, pues se concluye que el origen de los metales pesados presentes en aguas y sedimentos, y situados en puntos muy localizados, **se debe a las zonas de mineralización, y en consecuencia tienen un origen natural (geológico).**

Los resultados de dosaje de metales pesados en orina de los pobladores de Huisa y Alto Huancané (CENSOPAS, 2013: Información Complementaria) identifica la presencia de concentraciones de algunos metales como el Arsénico total (AsT), Cd, Hg, Pb, Tl y Mn.

Por pedido de la Municipalidad de Espinar los días 6 y 7 de mayo 2013, y además ratificado en su informe del día 28 de mayo 2013, se han realizado los análisis y estudios en detalle de cada microcuenca y de cada quebrada en los alrededores de las relaveras Camacmayo y Huinipampa, y de las comunidades de Huisa y Alto Huancané. Se ha utilizado los datos de aguas, sedimentos y suelos de las 4 instituciones (ANA, OEFA, DIGESA e INGEMMET). Los resultados indican que los metales pesados y en particular el mercurio (Hg), arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), talio (Tl), tienen valores muy bajos y cumplen ampliamente con las normas ambientales vigentes. Además se concluye que no hay contaminación asociada a la actividad minera

MERCURIO (Hg)

Aguas

El INGEMMET realizó un muestreo sistemático de aguas superficiales por quebradas y además de gran parte de las fuentes de aguas subterráneas presentes en la zona de estudio, lo que suman 128 muestras. Los resultados indican que no se encontraron concentraciones de mercurio (Hg) que superen los ECA 3 ni el ECA 1-A1 para uso doméstico.

Si bien una comparación estadística entre las muestras de ANA, OEFA e INGEMMET puede tener observaciones por las fechas de muestreo, métodos de análisis de los laboratorios, límites de detección, etc; sin embargo, la suma del número de muestras de todas estas instituciones (más de 300), la correlación regional, más la geología y las mineralizaciones de la zona, muestran claramente que el mercurio en las aguas tiene muy bajas concentraciones, incluyendo una gran parte que no llega al límite de detección (Fig. 1). Esto se corrobora con los bajos valores de Hg en los sedimentos.

El estudio de las muestras por Hg de DIGESA que incluye aguas superficiales, bofedales y sistema de abastecimiento, indica que la gran mayoría de puntos sobrepasan los niveles de referencia para los ECAs. Cuando se hace una correlación global (a pesar de las limitaciones) de los datos de DIGESA con los datos de INGEMMET, ANA, OEFA y, además con la geología, y mineralizaciones de la zona, los datos de DIGESA no se correlacionan con ninguna de las muestras de las otras instituciones (Planos 1A y 1B, Fig. 2). Adicionalmente, cuando se hace un análisis de las muestras, incluyendo los datos de DIGESA, alrededor de las relaveras de Camacmayo y Huinipampa, se ve que aguas abajo de estas y en la zona de influencia, no hay presencia de mercurio (Planos 1A y 1B, Fig. 2).

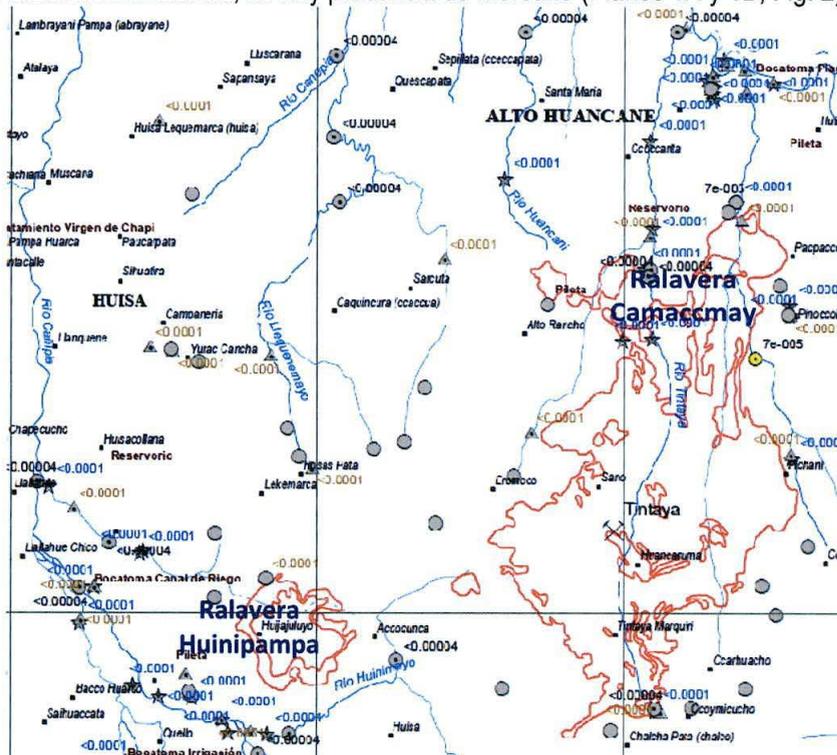


Fig. 1. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando valores de Hg de Oefa, Ana, e Ingemmet. Nótese que en las zonas de Huisa y Alto Huancané y áreas el contenido de Hg no llega a los límites de detección por los instrumentos (puntos grises). Leyenda en el Plano 1 A.

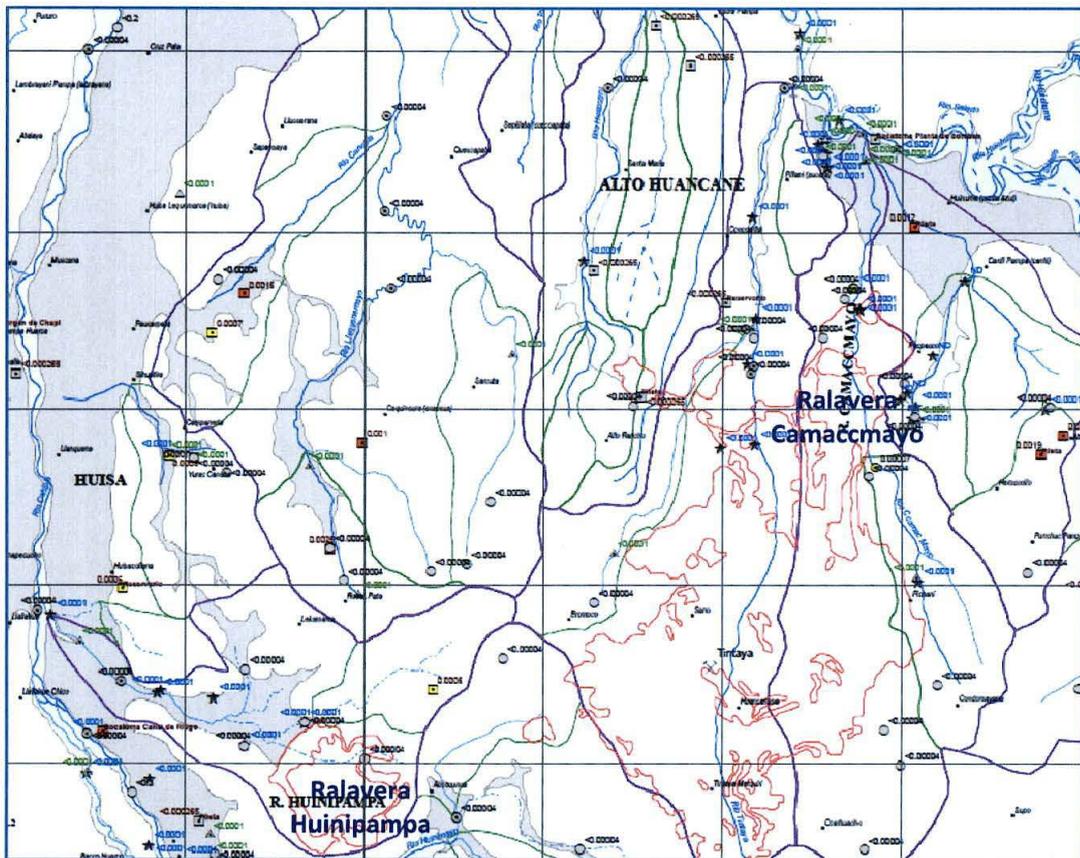


Fig. 2. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando valores de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. Nótese que en las zonas de influencia de las relaveras el contenido de Hg es muy bajo incluso no detectado por los instrumentos (puntos grises). Leyenda en el Plano 1 A.

Es importante mencionar que los datos de DIGESA del 2012 (Informe Integral) identifica la presencia de mercurio en la Planta de Tratamiento de Aguas Virgen de Chapi, en concentraciones que superan los ECAS y LMP. Adicionalmente, el Informe de CENSOPAS (2010) muestra que las aguas que alimentan la Planta de Tratamiento de Virgen del Chapi provienen de la represa de Huayllumayo, donde el mercurio está presente, al igual que en los reservorios de Yauri (San Roque, Cruz Cunca, Aclluyo y Tanque Elevado), en concentraciones que superan los ECAS y LMP (Fig. 3).

Recomendamos que se hagan nuevos análisis de aguas por Hg en los puntos donde DIGESA ha encontrado este metal, por las siguientes razones: no se puede alarmar a la población, los datos de DIGESA no se correlacionan con los de otras instituciones, y se debe escoger un laboratorio cuyos límites de detección deben ser los mismos, o todos los análisis deben realizarse en un mismo laboratorio acreditado, con experiencia y prestigio.

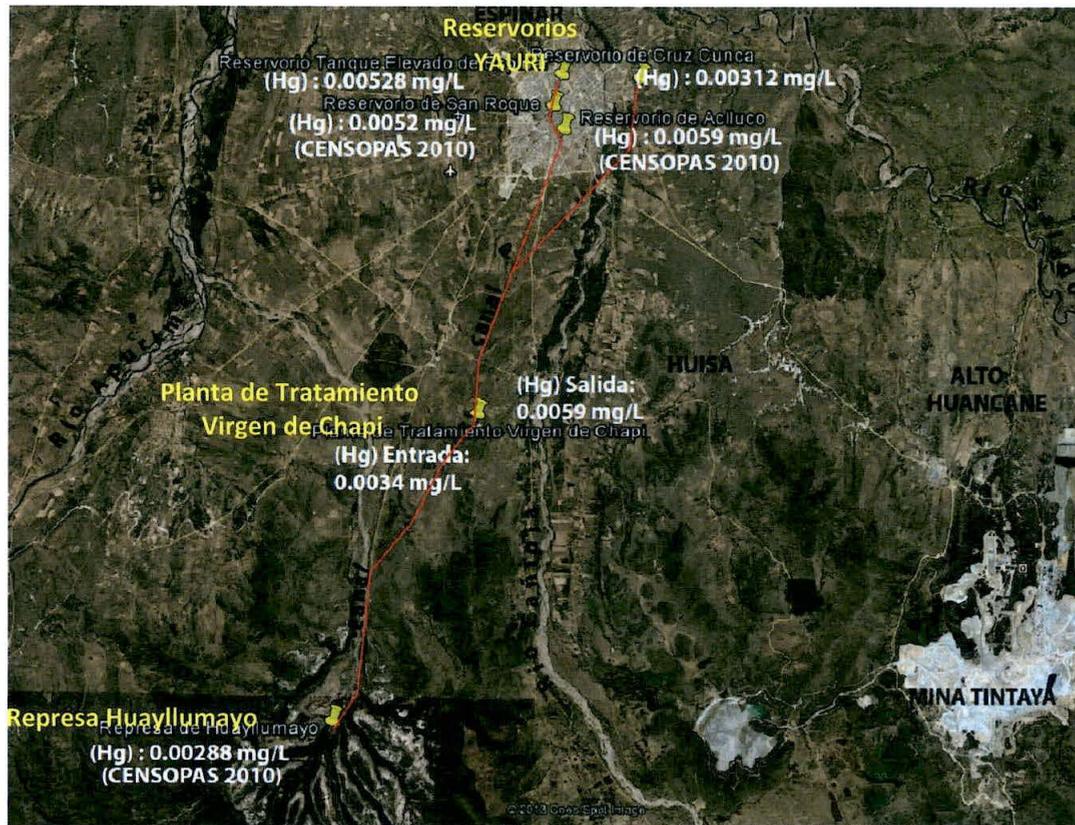


Fig. 3. Imagen satélite mostrando la represa de Huayllumayo, la Planta de Tratamiento Virgen del Chapi y los reservorios de la ciudad de Yauri. Se indican la presencia y los valores de mercurio en las aguas, los que superan los ECA y LMP.

Sedimentos y Suelos

Para sedimentos y suelos existen una serie de normas internacionales y una reciente de Perú. En el estudio integrado y antes de la publicación de la norma peruana, INGEMMET ha trabajado con la guía y metodología de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999). Sin embargo, para este nuevo análisis hemos tomado también los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo del DECRETO SUPREMO N° 002-2013-MINAM, que utilizaremos de base para los elementos considerados en dicho decreto. Es importante aclarar que no hay norma peruana para sedimentos, por lo que se suelen utilizar las normas de suelos a manera referencial, teniendo en cuenta además que los sedimentos de quebrada pueden ser clasificados como suelos aluviales o fluviales.

Antecedentes

Hay dos normas canadienses para sedimentos y suelos que son muy utilizados, sin embargo hay que hacer las siguientes precisiones:

- *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life* o Guías de Calidad de sedimentos de Canadá para la protección de la vida acuática, que consideran los PELs y ISQGs que son parámetros que deben ser utilizados en casos extremos y de acuerdo a las condiciones locales, tales como la capacidad de asimilación, la sensibilidad de las especies en peligro de extinción y su hábitat acuático (CCME, 2002). Los protocolos son complejos y muy estrictos (Fig. 4 y CCME, 1995).

La guía canadiense aplica a la protección de la vida acuática en ríos, lagos y mares; el muestreo es bajo el agua, los sedimentos considerados (muestreados) en el contacto agua-sedimento no debe ser mayor a 5 cm, entre otros (CCME, 1995).

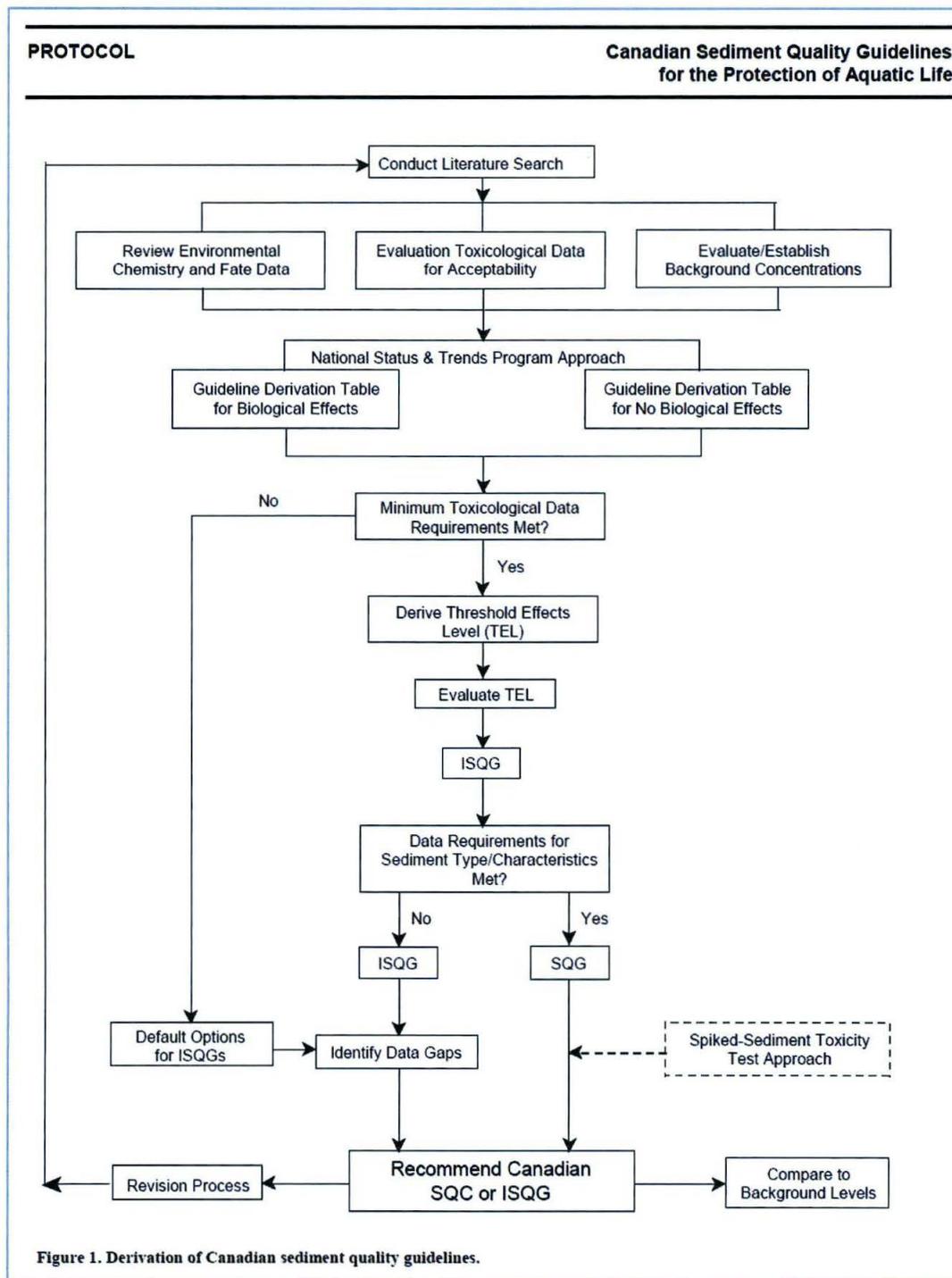


Fig. 4. Protocolo a seguir según Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life o Guías de Calidad de sedimentos de Canadá para la protección de la vida acuática (CCME, 1995)

- *Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health* o Guías de Calidad de suelos de Canadá para la Protección de la Vida, la Salud Humana y Ambiental. Esta guía se puede utilizar en la zona de estudio pues su objetivo es la protección de la vida humana y el medio ambiente, además que el protocolo de muestreo es similar a los realizados por INGEMMET. Aquí se consideran valores máximos de metales pesados para usos de suelos, que en el caso de mercurio no debe pasar de:

Agricultura: 6.6 mg/kg

Residencial y áreas verdes: 6.6 mg/kg

Comercial: 24 mg/kg

Industrial: 50 mg/kg

- Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo DS N°002-2013-MINAM

Norma recientemente publicada y en muchos aspectos es similar al de Calidad de suelos de Canadá para la Protección de la Vida, la Salud Humana y Ambiental. Así para el mercurio:

Suelo agrícola: 6.6 mg/kg

Suelo residencial parques: 6.6 mg/kg

Suelo Comercial/Industrial/Extractivos: 24 mg/kg

Como se puede apreciar, para el caso del mercurio, es casi similar al de Canadá.

Interpretaciones

Se ha realizado interpretaciones, a modo de referencia, de todas las muestras de suelos y sedimentos, analizadas en la zona de estudio (Planos 1C y 1D) y se han utilizado las normas de suelos porque estas se adecuan mas a la forma de muestreo y estudios realizados en los sedimentos por INGEMMET. Solo una muestra de mercurio (ANA) en sedimentos en las cabeceras del río Salado tiene un valor alto de Hg: 1.6 mg/kg (pero menor al ECA), lo que también es sustentado por los análisis de sedimentos de INGEMMET en años previos y que guarda relación con las rocas volcánicas que tienen alteración y mineralización de oro y plata del tipo epitermal.

La gran mayoría de sedimentos y suelos alrededor de las relaveras, incluyendo Alto Huancané y Huisa muestran valores menores a 1 mg/kg y cumple los estándares de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999) para suelo agrícola, también la norma canadiense de suelos y sobre todo la norma peruana que indica 6.6 para suelos agrícolas y 24 mg/kg para suelos extractivos (actividad minera). La norma mexicana estipula valores de 23 a 310 mg/kg de Hg, dependiendo el uso del suelo.

Conclusiones Hg

En la zona de estudio incluyendo los alrededores de las relaveras y las comunidades de Alto Huancané y Huisa, los análisis químicos indican que "prácticamente" no existe Hg en las aguas superficiales ni subterráneas, pues en la gran mayoría de puntos muestreados no se ha detectado su presencia. En sedimentos y suelos los contenidos son mínimos y los valores (<1 mg/kg) están lejos de los valores de ECAs para suelos agrícolas que es 6.6 mg/kg y suelos extractivos de 24 mg/kg. En otros términos, no hay contaminación en relación a las actividades mineras por Hg. Como antecedente, es importante indicar que el dosaje de metales pesados en orina de los pobladores de Huisa y Alto Huancané, en muestras puntuales indican la presencia de mercurio.

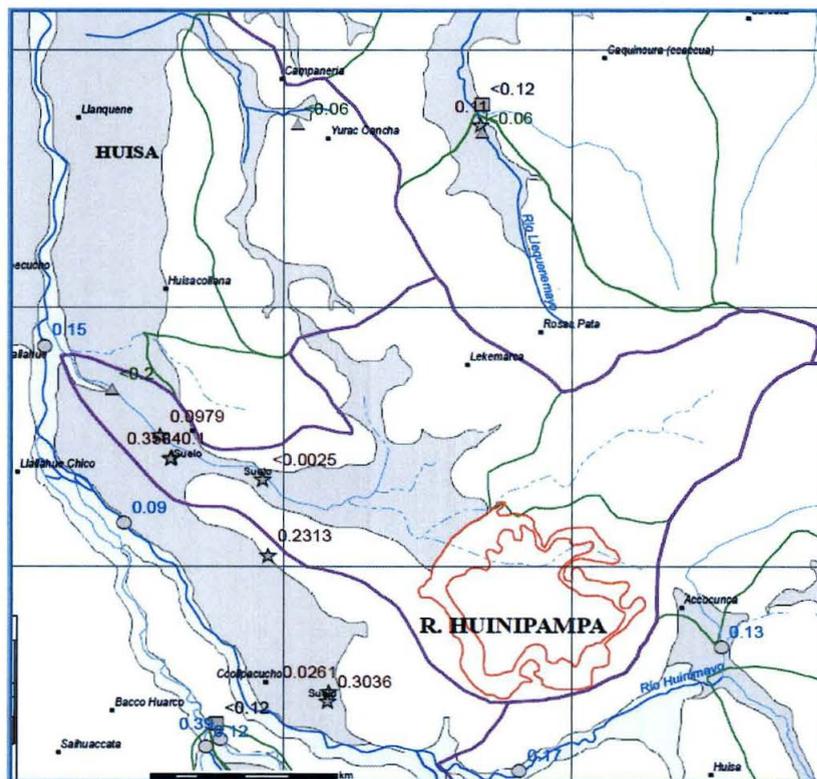
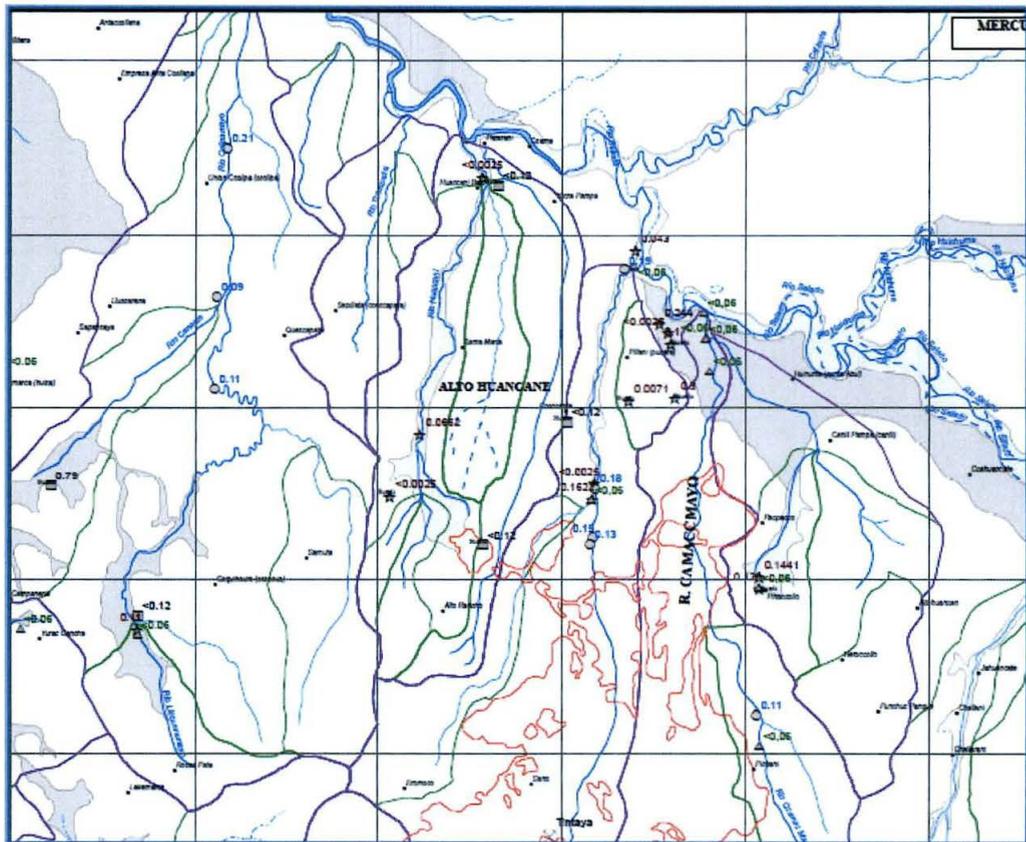


Fig. 5. Muestras de sedimentos y suelos para Mercurio alrededor de las relaveras Camacmayo (arriba) y Huinipampa (abajo). Nótese que no alcanzan los límites máximos

ARSÉNICO As

Agua

INGEMMET no tiene ni un solo punto con anomalías de As que superan el ECA 3 bebida de animales (Planos 2 A y 2B). Sin embargo, un análisis más fino, muestra un punto en aguas superficiales y el otro en aguas subterráneas que superan el ECA 3 (riego de vegetales). En el primer caso viene del curso bajo de la quebrada Cabandera, aguas abajo de Yauri y fuera de la zona de influencia minera actual, que se explica por la naturaleza geológica de las rocas por donde discurren las aguas. El otro punto es el piezómetro Pzcc1 cerca de la relavera Camacmayo, y cuya muestra representa una profundidad de aguas entre 97 y 20 m (aguas no afloran en superficie). La presencia en contenidos medianos de arsénico, pero que no supera el ECA 3 (bebida animales) se explica por el sistema de alteración y mineralización del yacimiento Tintaya, por donde circulan las aguas subterráneas (INGEMMET, 2013) tal como lo muestra el nivel piezométrico previamente descrito.

Adicionalmente, se observa que en las nacientes del río Salado se encuentra las fuentes termales Chaqueylla 1 y Chaqueylla 2, cuyos valores de arsénico se encuentran entre 1.1 y 1.4 mg/L, según la publicación sobre aguas termales del INGEMMET (Huamani, 2001). Estas aguas termales se mezclan con las aguas del río Salado.

Los análisis de aguas de las otras instituciones muestran arsénico que superan el ECA 3 (bebida de animales), en un punto de las muestras de ANA y en otro punto de OEFA. DIGESA (Planos 2A y 2B y Fig. 6) no muestra ni un solo punto que supera el ECA 3 (bebida de animales), pero si 3 puntos que superan el ECA 3 (riego de vegetales). Todas estas se hallan en el río Salado y aguas abajo de las comunidades Huisa y Alto Huancané, y fuera del área de influencia directa de la mina Tintaya.

Cuando se hace un estudio de los valores de As de las aguas en relación a las relaveras, se ve que los valores son bajos en esta zona, y persisten así en la zona de influencia que incluye las comunidades de Huisa y Alto Huancané (Mapas 2A y 2B; Fig. 6). Allí se puede ver un buen porcentaje de muestras que no han sido detectadas, pero hay una mayoría que indican valores entre 0.001 y 0.004 mg/L, bastante lejos de los ECAS 3 (0.1 y 0.05 mg/L) e incluso del ECAs 1(0.01 mg/L.) (Fig. 6)

La presencia persistente del As con bajos valores en las aguas, encontrados en la zona de estudio, son compatibles con la naturaleza geológica y la mineralización tipo pórfido de Cu, Au y Mo del Tintaya.

Suelos y sedimentos

El muestreo sistemático de INGEMMET determinó, presencia de As en sedimentos en las quebradas (Fig. 7) con varios puntos que superaron el nivel de referencia para agricultura (20 mg/kg) de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999), sin embargo si aplicamos la norma peruana de ECA para suelo agrícolas DS N° 002-2013-MINAM, el valor es 50 y ninguna muestra supera estos niveles, menos de 140, que es para suelos de actividades extractivas.

La presencia de arsénico en los sedimentos es explicado porque este elemento siempre acompaña al Cu, al Mo y Au en los yacimientos del tipo pórfido, como es el caso de la zona de estudio.

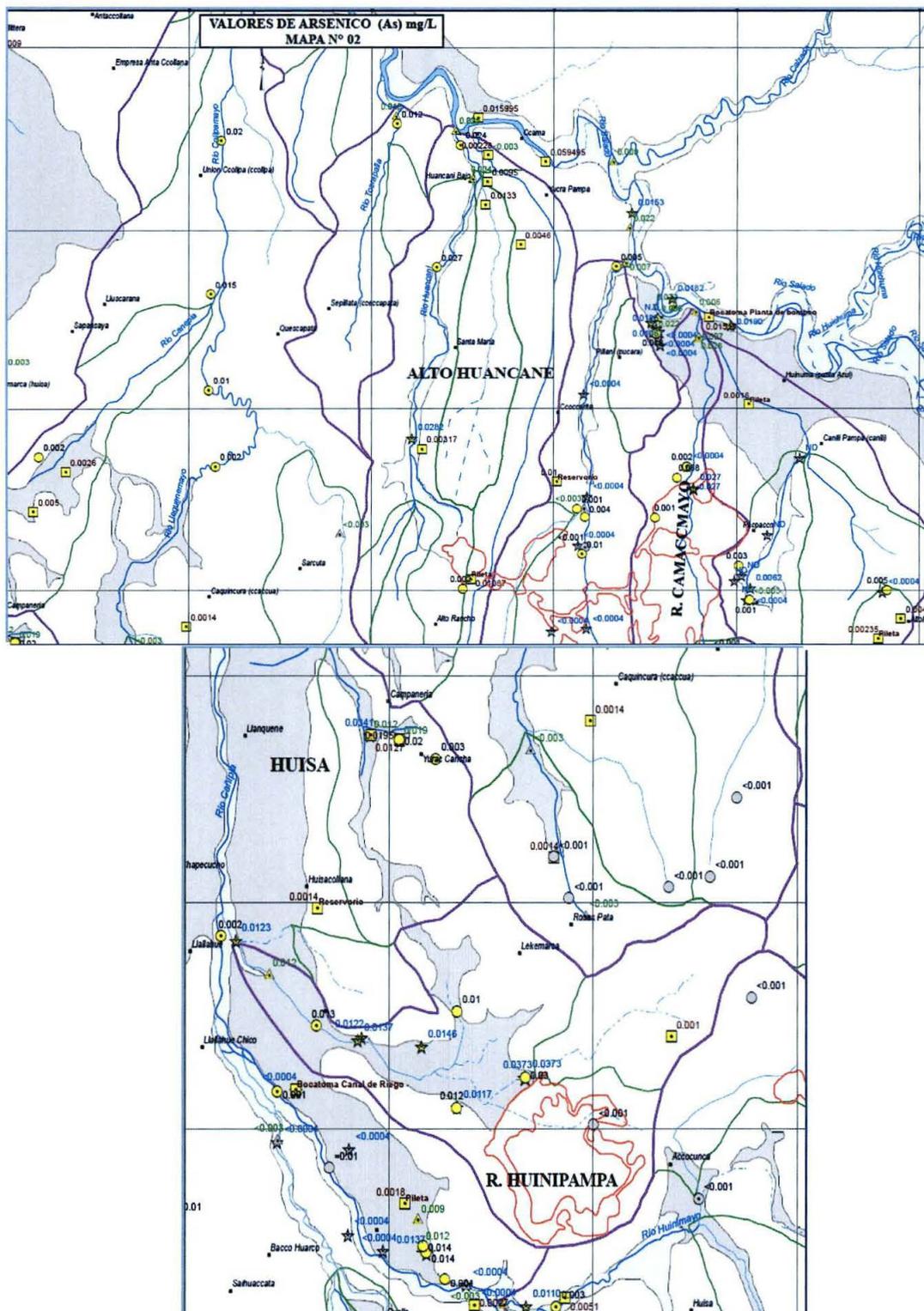


Fig. 6. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando valores de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. Nótese que en las zonas de influencia de las relaveras (Camacmayo arriba; Huinipampa: abajo) el contenido de As es bajo al igual que en la zona de estudio y no se incrementa por la presencia de la actividad minera. Leyenda en el Plano 2 A

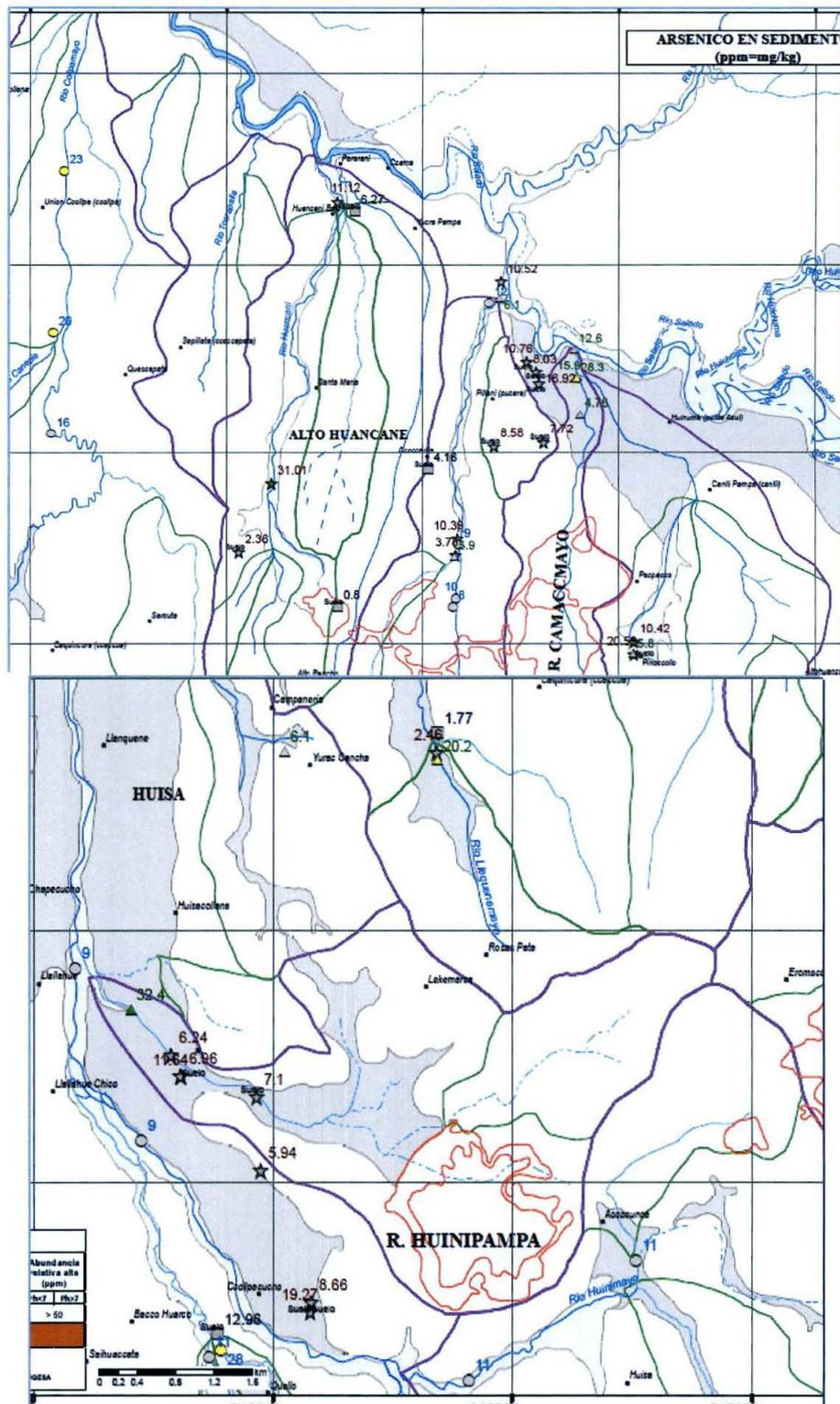


Fig. 7. Muestras de sedimentos y suelos mostrando valores de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. Nótese que en las zonas de influencia de las relaveras (Camacmayo arriba; Huinipampa: abajo) el contenido de As es bajo al igual que en la zona de estudio y no se incrementa por la presencia de la actividad minera. Leyenda en el Plano 2C.

MANGANESO (Mn)

Agua

Los análisis de aguas superficiales y subterráneas de INGEMMET muestran 11 puntos que superan el ECA 3 (0.2 mg/L) en manganeso, mientras que OEFA indica otro tanto (Planos 3A y 3B; Fig. 9). Las muestras provienen de la parte norte de Tintaya y tienen relación con las rocas intrusivas, las que se hallan inmediatamente al sur de la zona de anomalías de Mn (Fig. 9). Cuando se compara el manganeso de las muestras de INGEMMET con ANA, OEFA y DIGESA, para la zona de estudio, se ven coincidencias, con valores altos al norte del sistema de mineralización de Tintaya, y con valores bajos al sur. Resalta la zona de Alto Huancané donde hay valores consistentes y altos por Mn, sin embargo, en Huisa, no hay un solo valor que supere el ECA 3.

En las zonas de influencia de la relaveras de Camacmayo y Huinipampa no existen valores de Mn que superen el ECA 3, y sus concentraciones son consistentes con el promedio regional (Fig. 10), lo que muestra que no hay contaminación de Mn relacionada a las relaveras. En efecto, en la quebrada Paccpaco hay más de 5 muestras de agua y una sola supera el ECA 3, siendo el valor de 2.73 mg/L y esta se localiza en un manantial sobre la falla Paccpaco. En la quebrada del río Camacmayo todas las muestras están debajo del nivel de referencia del ECA 3, y los valores se mantiene sistemáticamente entre 0.07 y 0.1 mg/L, al igual que la quebrada Tintaya.

Son las aguas del río Huancane y Canepia que tienen valores altos de Mn, incluso un punto que llega hasta 5 mg/L en el Canepia, esta última sin influencia directa de la mina Tintaya. La quebrada Canepia muestra de manera sistemática la presencia de Mn desde su nacimiento hasta la desembocadura y se puede ver la relación con las rocas intrusivas, por lo que su origen es geológico (natural). Se nota claramente como las aguas, luego de concentrarse con Mn, se van diluyendo aguas abajo de la quebrada Canepia (Mapas 3A y 3B). Existe un área pequeña entre las desembocaduras del río Tintaya y Camacmayo, el que corresponde a un humedal antiguo sobre la terraza fluvial del río Salado, y que tiene varios puntos con valores de Mn que supera el ECA3 (Mapa 3B).

Sedimentos y suelos

Si bien no hay norma para suelos y sedimentos, cuando se hace el promedio regional, este indica valores de referencia de 2563 mg/kg. A partir de estos datos, se ve que el manganeso está muy debajo de este nivel de fondo, y varía entre 1250 y 220 mg/kg (Fig. 10).

En las zonas de influencia de las relaveras y en las comunidades de Alto Huancané y Huisa, el manganeso tiene valores que van de 1250 mg/kg en las cabecera de microcuenca, hasta 220 mg/kg en las desembocaduras.

Conclusiones Mn

La presencia de Mn en la zona de estudio y particularmente en las aguas es natural y en relación a rocas intrusivas de la zona mineralizada del tipo pórfido de Cu, Mo y Au de Tintaya. Geológicamente, se interpreta que el Mn representa las partes distales y periferia (un poco alejadas) del cuerpo principal de los yacimientos tipo pórfido. El dosaje de metales pesados en orina de los pobladores de Huisa y Alto Huancané, en muestras puntuales, indican la presencia de manganeso (CENSOPAS, 2013). En Alto Huancané hay presencia natural de Mn en las aguas superficiales y subterráneas, mientras que en Huisa las aguas tienen valores muy bajos por este elemento.

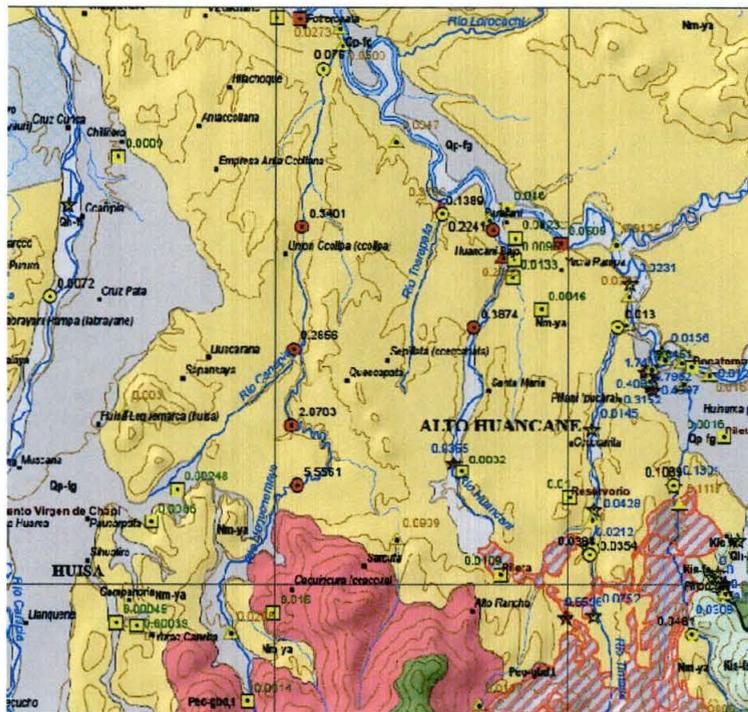


Fig. 9. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando valores de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. Nótese que el contenido de Mn sobrepasa el ECA 3 (bebida animales) al norte de las rocas intrusivas (rojo), lo que indica su origen natural. Leyenda en el mapa 3A.

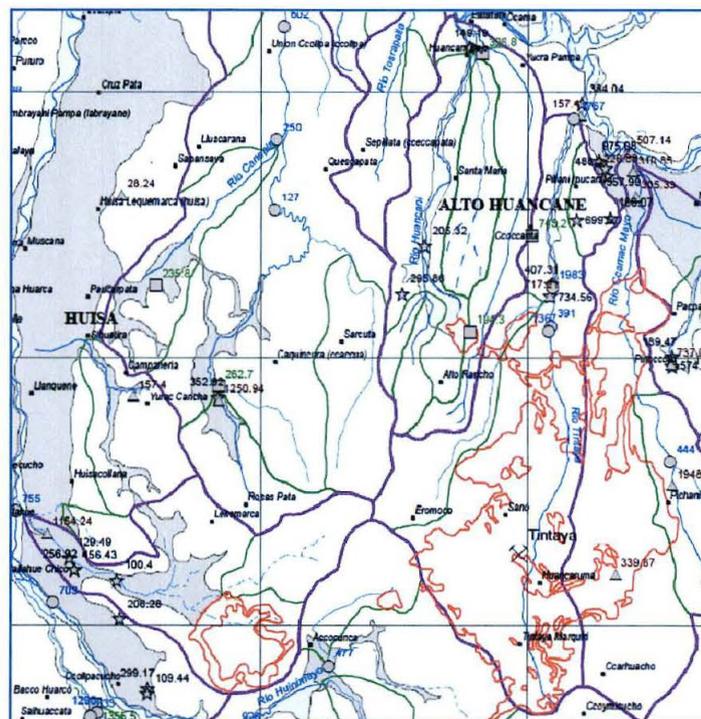


Fig. 10. Muestras de sedimentos y suelos mostrando valores de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. Nótese que el contenido de Mn no pasa el nivel de referencia- Leyenda Plano 3C.

PLOMO (Pb)

Agua

Todos los análisis en aguas superficiales y subterráneas de INGEMMET, OEFA y ANA no muestran presencia de Pb que supere el ECA 3 (0.05 mg/L). Solo una muestra de DIGESA tiene un valor que pasa el límite, pero esta se halla aguas abajo de Alto Huancané (Plano 4 A y 4B). Adicionalmente, se ve que un buen porcentaje de puntos indican que el Pb no ha sido detectado (Fig. 11).

En las zonas de influencia de las relaveras de Camacmayo y Huinipampa, el valor de Pb en las aguas es bajo, pero consistente; y además, se correlaciona con los valores de las otras zonas de estudio (Fig. 11). En consecuencia, no hay relación, entre el bajo contenido de Pb y las relaveras.

En el detalle, los datos de la quebrada Paccpaco muestran que el Pb no llega a ser detectado por el instrumento, es decir, en términos simples, no hay plomo en las aguas. En la quebrada Camacmayo algunas muestras indican valores máximos de 0.021 mg/L (cabecera de microcuenca y antes de la relavera), pero con valores mínimos <0.00007 mg/L (pie de la relavera), lo que muestra que no hay un incremento de Pb cuando las aguas pasan la relavera. En la quebrada Tintaya los valores son mínimos y casi no detectados, solo un valor y bajo alcanza 0.0008 mg/L. En la quebradas Huancané los valores de Pb son bajos entre 0.006 y 0.01 mg/L y en Tosrallapata entre 0.003 y 0.005 mg/L.; mientras que en el Canepia los valores varían entre <0.0004 y 0.0004.

Eso quiere decir que en la zona de influencia de la mina Tintaya incluyendo la comunidad de Alto Huancané, los valores de Pb en las aguas son bajísimos, y que además esta presencia está relacionada con la geología de la zona y la presencia del yacimiento, pero no se aprecia contaminación minera.

En la zona de influencia de Huinipampa, en la quebrada principal donde está la relavera, hay dos manantes con valores de Pb de 0.0107 y 0.0027 mg/L (no superan el ECA 3), mientras aguas abajo de la relavera, los valores son más bajos, lo que muestra que no hay una influencia de Pb relacionada a la relavera.

Sedimentos y suelos

Las comparaciones de datos de suelos y sedimentos con los estándares de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999) para suelo agrícola o suelos sin contaminación antrópica, muestran valores mínimos en Pb y debajo del máximo que es de 100 mg/kg (si pH es <7) y 200 mg/kg (si pH>7).

Los ECAs para suelos según la norma peruana (DS N° 002-2013-MINAM) indican los siguientes valores:

Suelo agrícola: 70 mg/kg

Suelo residencial parques: 140 mg/kg

Suelo Comercial/Industrial/Extractivos: 1200 mg/kg

Haciendo un análisis del Pb en suelos y sedimentos en la zona de influencia de Tintaya podemos ver que en los alrededores de la relavera de Camacmayo tiene valores promedios de 6 hasta 16 mg/kg: Paccpaco (14 a 16 mg/kg), Camacmayo (11 a 14 mg/kg), Tintaya (17, 18, 24 y uno de 88 mg/kg) y Canepia (8 a 10 mg/kg) (Planos 4C y 4D, Fig. 12).

En la zona de influencia de la relavera de Huinipampa los valores de Pb en suelos y sedimentos varían de 4 a 8 mg/kg, pero resalta uno de 68. 2 mg/kg.

Conclusiones Pb

En la zona de influencia de la mina Tintaya incluyendo la zona de las relaveras y además las comunidades de Alto Huancané y Huisa, los valores de Pb en las aguas son bajísimos comparados a los ECAS, al igual que en sedimentos, lo que además está relacionado con la geología de la zona y la presencia del yacimiento. No se observa contaminación por plomo relacionado a las actividades mineras y específicamente tampoco en las comunidades de Huisa y Alto Huancané. Sin embargo, el dosaje de metales pesados en orina de los pobladores de Huisa y Alto Huancané, en muestras puntuales, indican la presencia de Pb (CENSOPAS, 2013).

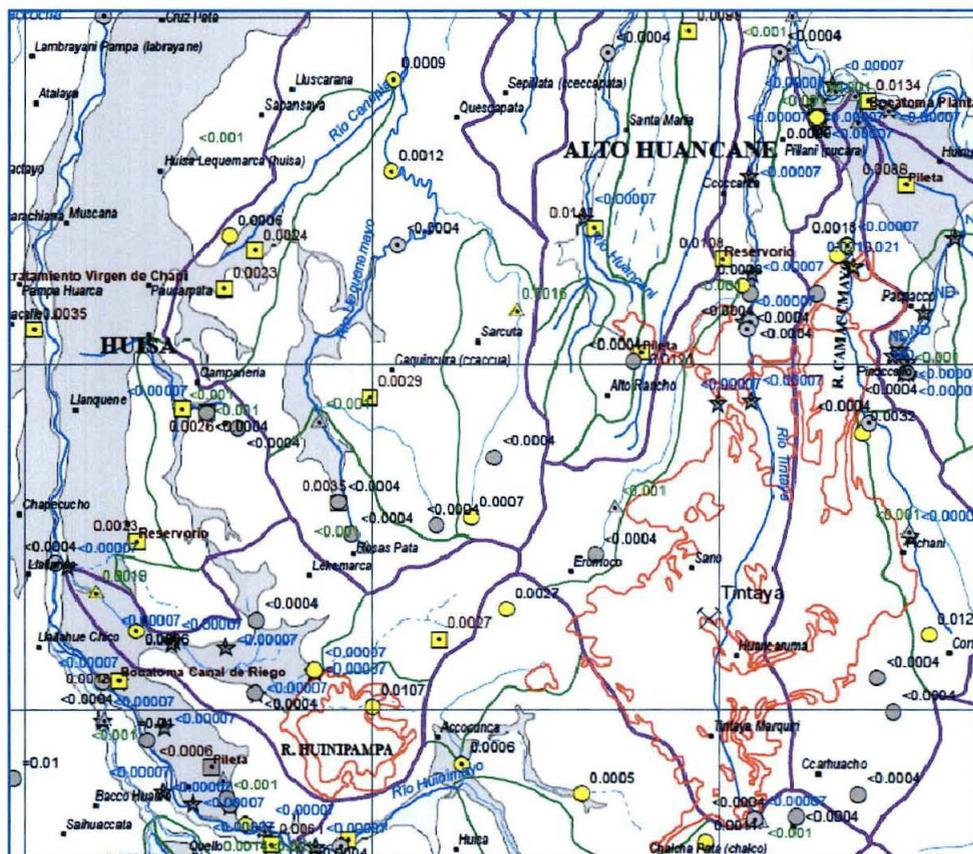


Fig. 11. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando valores de Pb de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. El contenido de Pb es bajo y con muchos puntos que no han sido detectados por los instrumentos (puntos grises). Leyenda en el plano 4 A.

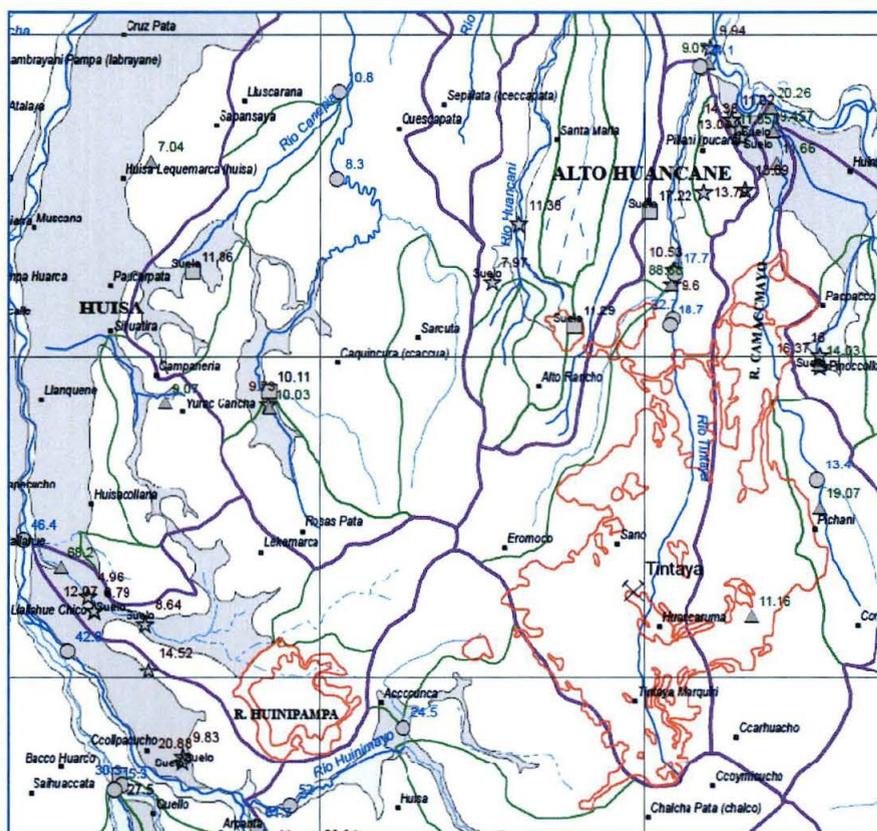


Fig. 12. Puntos de sedimentos y suelos mostrando valores de Pb de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. El contenido de Pb es bajo y con muchos no han alcanzado el nivel de referencia. Leyenda Plano 4 A.

TALIO (TI)

Agua

Para el talio no se tienen ECAs para aguas, por lo que se ha tomado como referencia los valores del *Environmental Protection Agency* (0.002 mg/L o ppm). El mapa donde se analiza las muestras de OEFA, DIGESA e INGEMMET, muestra 8 puntos con anomalías que sobrepasan el límite de referencia del EPA (Planos 5A y 5B, Fig. 13), donde siete de ellos, se sitúan al sur en la cabecera de cuenca de Cañipia y relacionadas a las rocas volcánicas y sedimentarias del sistema mineralizado volcánico y lejos de la zona de influencia de la Mina Tintaya.

Una de las muestras viene de una quebrada al norte y cerca de Huisa, donde las aguas pasan ligeramente el nivel de referencia de TI (0.0023 mg/L).

En las zonas de influencia de las relaveras de Camacmayo y Huinipampa, el valor de TI en aguas superficiales y subterráneas es demasiado bajo, incluso la mayoría de las muestras están debajo del límite de detección del laboratorio. Esto correlaciona bien cuando se mira el contexto geológico y regional.

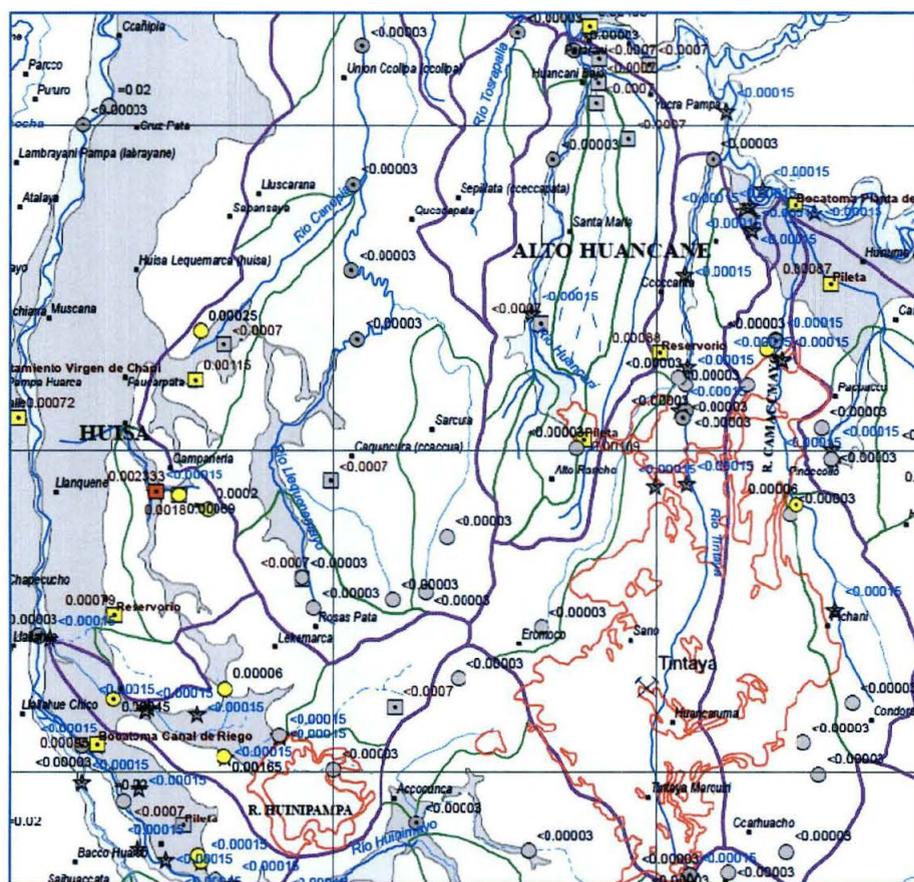


Fig. 13. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando valores de TI de Oefa, Digesa e Ingemmet. El contenido de TI es bajo y con muchos puntos que no han sido detectados por los instrumentos (puntos grises).
Leyenda en el Plano 5 A.

Sedimentos y suelos

Para el talio hemos utilizado los estándares de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999) para suelo agrícola (5 mg/kg). Los ECAs para suelos según la norma peruana (DS N° 002-2013-MINAM) no tienen valores para talio (Planos 5c y 5D).

En la zona de influencia de la relavera de Camacmayo (quebradas Paccpaco, Camacmayo, Tintaya, Canepia y la comunidad de Alto Huancané) los valores de TI en sedimentos y suelos es muy bajo, con un promedio de 0.2 mg/kg. Sin embargo, en la quebrada de la relavera Huinipampa y en el humedal de Quetara, existen dos puntos con valores altos de TI que alcanzan 5.18 y 13.72 mg/kg (Fig. 14). Según la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1999) estos puntos corresponden el nivel de intervención en suelos agrícolas pero no en áreas industriales cuyo límite es 30 mg/kg. La norma mexicana indica valores de 5.2 y 67 mg/kg para suelos agrícolas y extractivos respectivamente. Sin embargo, si vemos los otros puntos de muestreo el TI varía entre 0.4 y 1.7, lejos del nivel de intervención (5 mg/kg), por lo que habría que preguntarse si no son puntos locales debido a contaminación humana o son el resultado de la concentración de TI en zonas de zonas lacustres o palustres, cuyo origen primario estaría en las rocas intrusivas calco-alcalinas como es el caso de Tintaya.

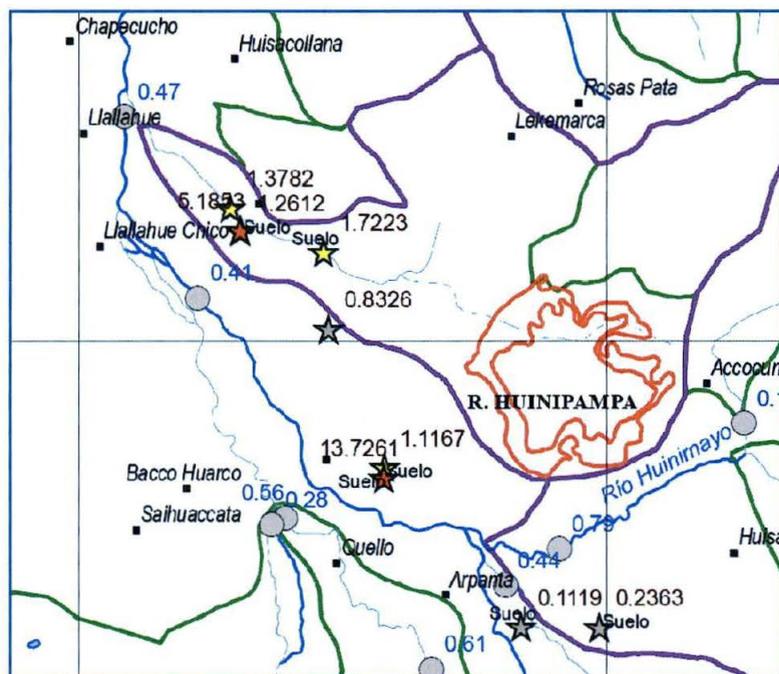


Fig. 14. Muestras de sedimentos y suelos cerca a la relavera de Huinipampa donde se observa dos valores de TI en suelos que superan el nivel de referencia. Leyenda en el Plano 5 C.

Conclusiones TI

De la revisión de la presencia de TI en aguas se desprende que hay un punto que supera el ECA, al noreste de Huisa, en la zona de influencia de Xstrata Tintaya, sin embargo, los bajos valores de la gran mayoría, son explicados a partir de la geología de la zona. Si bien existen dos puntos con valores altos de TI en suelos, estos no muestran una contaminación relacionada a la relavera de Huinipampa, ya que estos no son consistentes con los otros puntos existentes en las mismas quebradas. Estos puntos pueden deberse más bien a una contaminación muy local y de origen antropogénico. El dosaje de metales pesados en orina de los pobladores de Huisa y Alto Huancané, en muestras puntuales, indican la presencia de talio (CENSOPAS, 2013).

CADMIO (Cd)

Agua

De todas las muestras de aguas superficiales y subterráneas de las 4 instituciones, no hay un solo punto que supere el ECA 3 (bebida animales) (0.01 mg/L) para Cd (Planos 6A y 6B, Fig. 15). El valor más alto está ubicado en la quebrada Camaccmayo, proviene de un piezómetro que indica aguas entre 97 y 20 de profundidad (INGEMMET, 2013) y cuyo valor es (0.0054 mg/L) y que no aflora en superficie. Esto se relaciona con el sistema de alteración y mineralización del yacimiento pórfido de Cu de Tintaya. Dos manantes cercanos al piezómetro registran valores de 0.00018 a 0.00020 mg/L.

En las zonas de influencia de las relaveras de Camaccmayo y Huinipampa, incluyendo las comunidades de Huisa y Alto Huancané, los valores de Cd para aguas son muy bajos y la gran mayoría no han sido detectados por los instrumentos (Fig. 10).

Sedimentos y suelos

En sedimentos hay pocos puntos que superan el nivel de referencia (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 1999), situados en el río Tintaya (Planos 6C y 6D; Fig. 16), pero no tienen relación con la relavera de Camaccmayo. Igualmente, hemos tratado con el ECA para suelos según la norma peruana (DS N° 002-2013-MINAM) cuyos valores son más bajos que las referencias de Andalucía.

Las quebradas Paccpaco, Camaccmayo, Tintaya, Huancané y Canepia tienen muestras cuyos valores en sedimentos por Cd son menores a 1 mg/kg, a excepción de un punto en la parte media de la quebrada Tintaya que muestra un valor de 9.44 mg/kg; otro con 8 mg/kg en la cabecera de la cuenca Camaccmayo antes de mina Tintaya, y finalmente, en el río Salado cuyo valor es 9.893 mg/kg, es decir sobrepasan el nivel de referencia para suelos agrícolas, pero no para suelos residenciales, parques y menos actividades extractivas.

En la zona de influencia de la relavera de Hunipampa y la zona de Huisa todos los valores de Cd en suelos y sedimentos son menores a 1 mg/kg, salvo uno que se halla en la desembocadura de la quebrada con el río Cañipía.

Conclusiones Cd

Todos los datos de aguas y sedimentos por cadmio muestran que no hay contaminación minera y que los valores bajos en el entorno geológico, son de origen natural y relacionado con los yacimientos tipo pórfido. Es por este motivo que el Cd es usado como una anomalía para la exploración de este tipo de yacimientos.

Los análisis de orina en las poblaciones de Huisa y alto Huancané muestran valores de Cd, sin embargo, en estos lugares el contenido de este elemento es muy bajo en las aguas y sedimentos (Fig 10). El dosaje de metales pesados en orina de los pobladores de Huisa y Alto Huancané, en muestras puntuales, indican la presencia de cadmio (CENSOPAS, 2013).

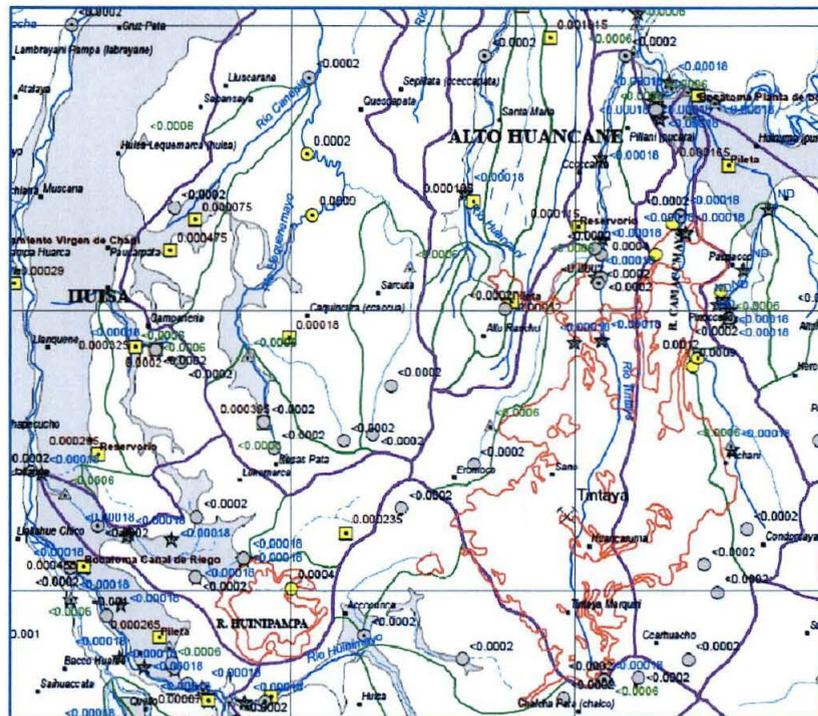


Fig. 15. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando valores de Cd de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. El contenido de Cd es bajo y con muchos puntos que no han sido detectados por los instrumentos (puntos grises). Leyenda en el plano 6 A.

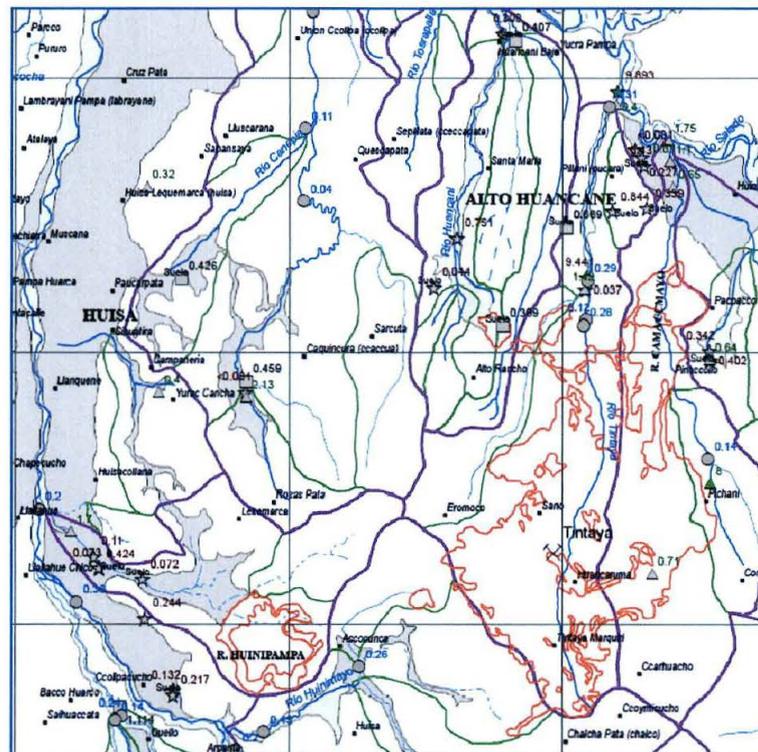


Fig. 16. Muestras de de sedimentos y suelos con valores de Cd de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. El contenido de Cd es bajo y con muchos puntos que no alcanza el nivel de referencia. Leyenda en el plano 6 C.

pH

Como ya había sido mencionado en el informe de INGEMMET (2013, Anexo 4), para el estudio de pH se puede diferenciar las dos grandes cuencas con características diferentes: el Cañipía y el Salado (Planos 7 A y 7B, Fig. 17).

Un buen porcentaje de puntos muestreados de aguas superficiales y subterráneas en el Cañipía (ANA, DIGESA, OEFA e INGEMMET), muestra que el pH se caracteriza por ser ligeramente alcalino y es ligeramente superior al ECA 3 (8.4). La alcalinidad se debe a la presencia de rocas volcánicas calcosilicatadas que predominan en esta cuenca por la cual discurren las aguas superficiales. Otro factor influyente en el carácter alcalino del pH es el régimen hídrico durante la etapa del muestreo, es decir en época de secas (INGEMMET, 2013; Anexo 4). Solo 5 muestras tienen valores ligeramente ácidos, 2 en la parte alta del Cañipía, dos en la quebradita cerca a Antapaccay (aguas arriba) y dos cerca a la población de Yauri. En el caso de la quebradita de Antapaccay los valores ligeramente ácidos son 6.46 y 6.26 muy ceca a 6.5 que es límite aceptado.

La cuenca Salado tiene un alto porcentaje de puntos que cumplen con el ECA 3. Hay una poca proporción de aguas ligeramente alcalinas, y resaltan las microcuencas donde están situada Coroccohuayco y Quechuas, con 5 puntos que varían de pH entre 8.42 a 9.1. En esta zona solo hay un punto con agua ligeramente ácida (pH 6.1) El humedal de Paccpaco tiene un punto con pH ligeramente y este tiene que ver con el comportamiento de este cuerpo de agua y la eutrofización del mismo (destrucción de la materia orgánica). Las microcuenca Camacmayo con alrededor 15 muestras, solo dos son ligeramente ácidas (6.33 y 6.12) y las otras 13 son neutras y cumplen con el ECAS. Un punto está situado aguas arriba de la mina Tintaya y se trata del piezómetro Pzcc 1 (cuyas aguas no afloran en superficie). En la microcuenca Tintaya es similar, existen más de 15 muestras y solo una situada en la cabecera de cuenca es ácida (6.22). Por otro lado en toda la microcuenca Huancané y Tosrapalla, las aguas cumplen el ECAS, sin embargo, hay una muestra de una pileta (DIGESA) en la cabecera del Huancané que tiene un valor de pH de 9.1.

En el caso de la relavera Huinipampa, la microcuenca que involucra esta zona tiene todas las aguas con pH neutro y cumple el ECA a excepción de una, en la mitad de la microcuenca que es ligeramente alcalina (8.66).

Conclusiones pH

Las zonas de influencia directa de la Mina Tintaya que involucra las relaveras y las comunidades de Huisa y Alto Huancané presentan aguas con valores de pH mayoritariamente neutros, aunque hay puntos con aguas ligeramente ácidos o ligeramente alcalinos.

Sin embargo, gran parte de la zona de estudio las aguas tienen valores de pH que pasan ligeramente el ECAS, es decir son algo alcalinas o algo ácidas. En la cuenca del río Cañipía los pH predominantes son ligeramente alcalinas a neutras, por el contacto que tienen éstas con rocas volcánicas y volcano-sedimentarias, mientras que en la cuenca del Salado son neutras a ligeramente alcalinas y ligeramente ácidas debido a su proximidad con el sistema de alteración y mineralización de los yacimientos tipo pórfido-skarn de Tintaya, Coroccohuayco y Quechuas.

Para poder discriminar el término "ligeramente ácidas o ligeramente alcalinas" se ha utilizado el ECA A2 para aguas del DS -002-2008 MINAM, que dan valores de pH entre 5.5 y 9 para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. El mapa de pH según este ECA A2 muestra que casi todos los puntos de aguas caen dentro del rango antes mencionado (Planos 7C y 7D, Fig. 18).

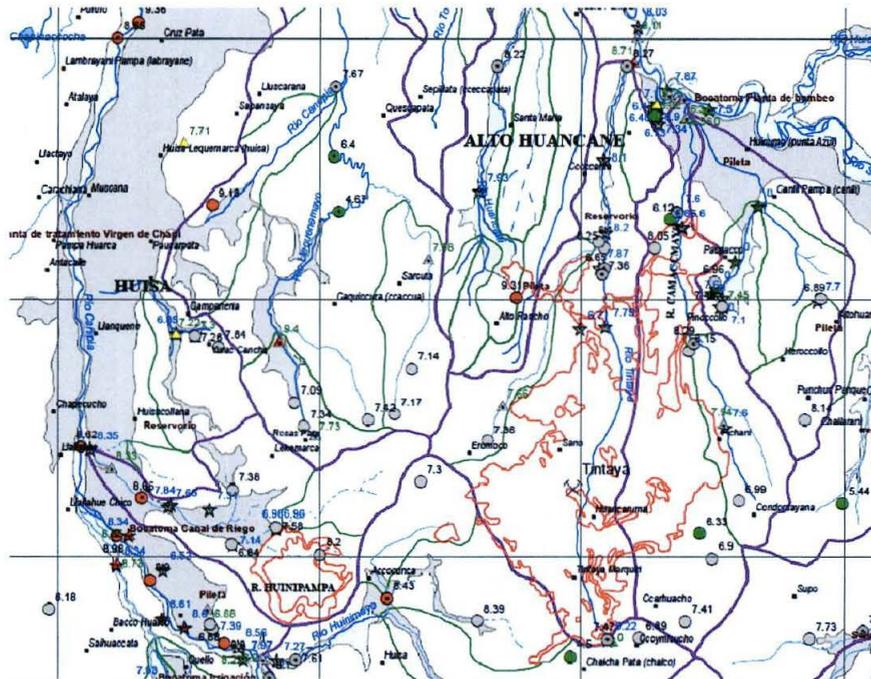


Fig. 17. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando los valores de pH de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. Nótese que en Cañipa las aguas son ligeramente alcalinas y en Cañipa neutras y ligeramente ácidas. Leyenda Plano 7 A.

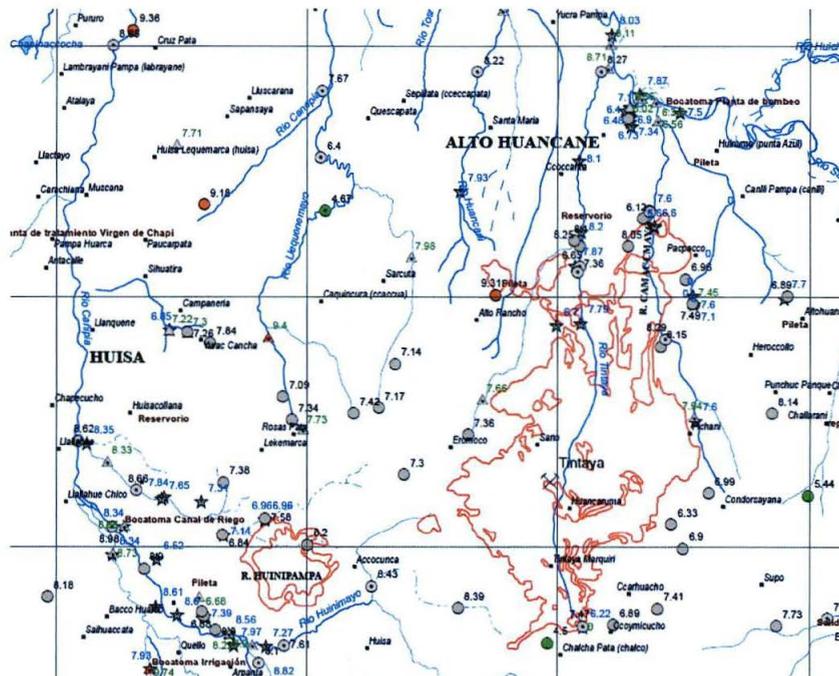


Fig. 18. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando los valores de pH de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet, usando el ECA A2. Leyenda Plano 7C.

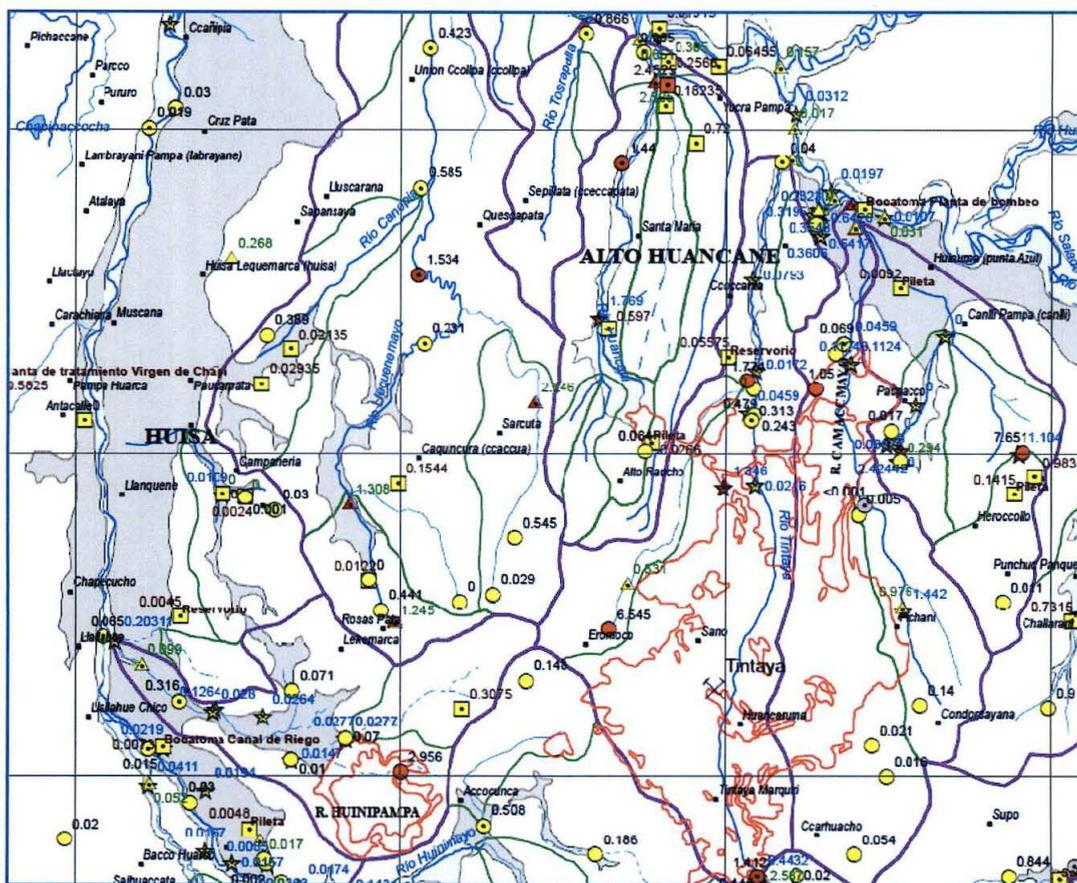


Fig. 21. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando los valores de Fe de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. Leyenda Plano 9 A

Molibdeno Mo

No se tiene ECA para molibdeno en aguas, por lo que se ha tomado como referencia el Límite Máximo Permissible (0.07 mg/L o ppm) según DS 031-2010 SA (Planos 10 A y 10 B, Fig. 22). Se puede ver claramente la distribución del Mo en la quebrada Tintaya con 3 puntos que superan en el LMP, además 3 en Camaccmayo, uno es el piezómetro al costado de la relavera y dos antes de la mina Tintaya. Finalmente, hay una muestra en Paccpaco. En Huinipampa hay un punto que corresponde a un manantial en la cabecera de Huinipampa, antes de la relavera.

Para el caso de sedimentos el molibdeno (Plano 10 C y Fig. 23) superó el nivel de referencia para suelos agrícolas en unas pocas estaciones, resaltando en el río Cañipia y otras en la quebrada Tintaya aguas debajo de la mina. En este último caso correlaciona bien con el Cu pues Tintaya es un yacimiento de Cu, Fe, Mo y Au. En consecuencia se puede explicar la presencia de Mo como de origen natural.

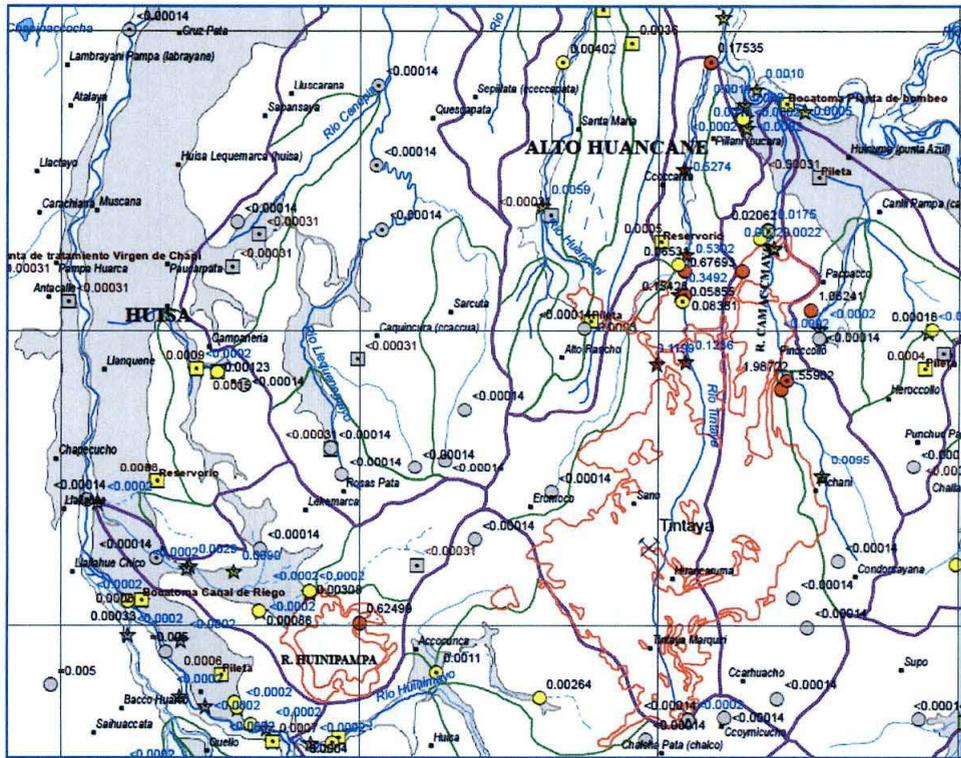


Fig. 22. Muestras de aguas superficiales y subterráneas mostrando los valores de Mo de Oefa, Ana, Digesa e Ingemmet. Leyenda Plano 10 A

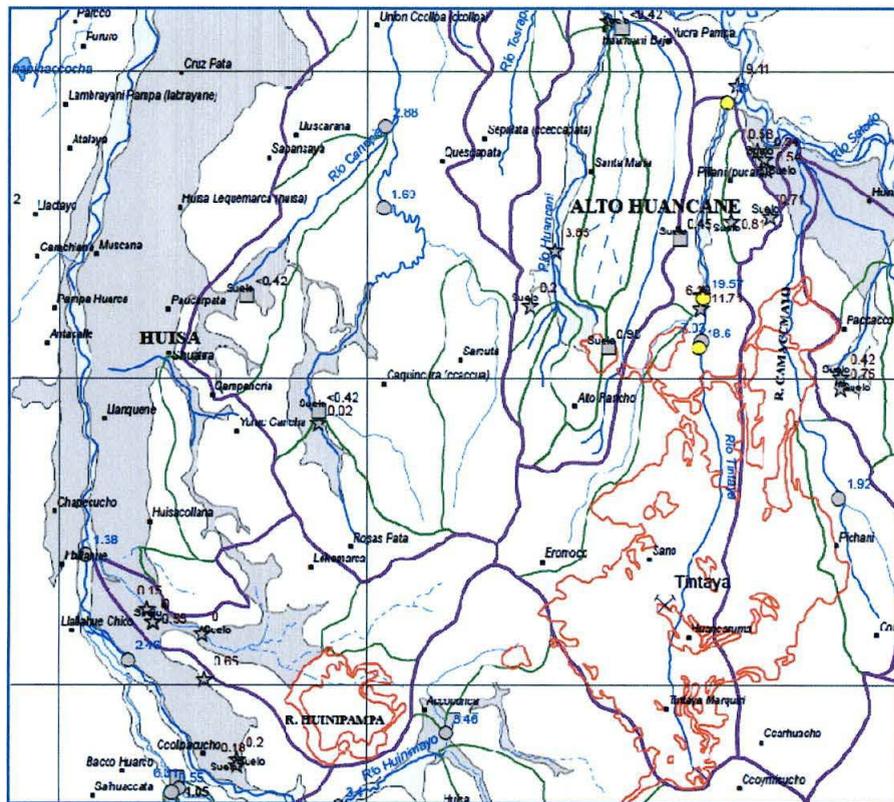


Fig. 23. Muestras de sedimentos y suelos mostrando los valores de Mo en relación al yacimiento Tintaya. Leyenda Plano 10C

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los estudios geológicos, hidrogeológicos y los análisis químicos de aguas superficiales, subterráneas, suelos y sedimentos concluyen que el origen de los muy pocos metales pesados y situados en puntos muy localizados, **se debe, en general, a las zonas de mineralización, y en consecuencia tienen un origen geológico o natural.**

Los análisis y estudios en detalle de cada microcuenca y de cada quebrada en los alrededores de las relaveras Camacmayo y Huinipampa, y de las comunidades de Huisa y Alto Huancané. indican que los metales pesados y en particular el mercurio (Hg), arsénico (As), cadmio (Cd), plomo (Pb), talio (Tl), tienen valores muy bajos y cumplen ampliamente con las normas ambientales vigentes. Se reconoce la presencia natural de Mn en la zona de Alto Huancané pero no en Huisa, ya que en esta última zona, los valores de Mn en las aguas son muy bajos. Además se concluye que no hay contaminación asociada a la actividad minera.

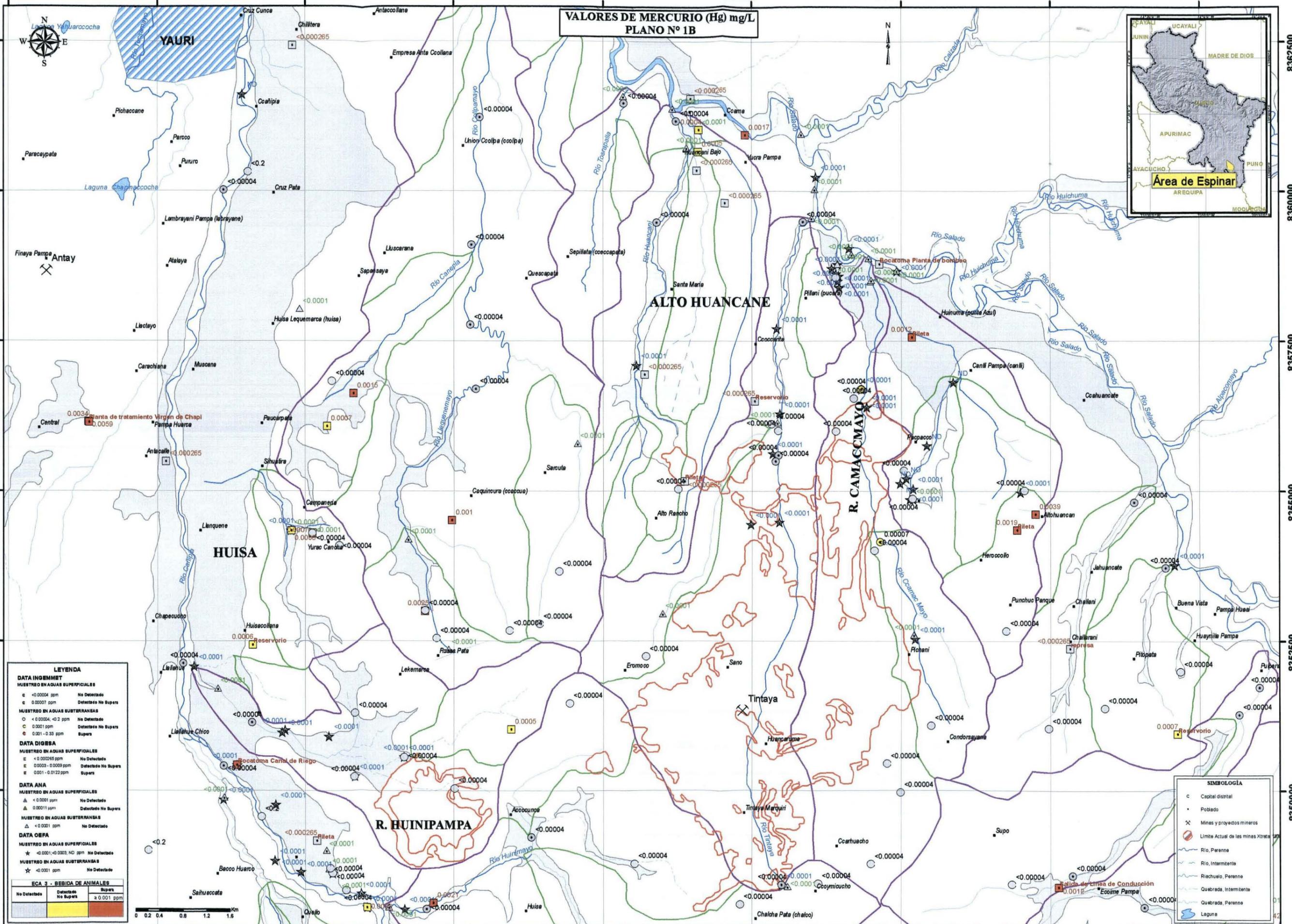
Recomendamos que se hagan nuevos análisis de aguas por Hg en los puntos donde DIGESA ha encontrado este metal y que supera los ECAs y LMP.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) (1995). Protocol for the derivation of Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. CCME EPC-98E. Prepared by Environment Canada, Guidelines Division, Technical Secretariat of the CCME Task Group on Water Quality Guidelines, Ottawa. [Reprinted in Canadian environmental quality guidelines, Chapter 6, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999, Winnipeg.]
- CENSOPAS (2010). Reconocimiento de riesgos y evaluación ambiental de metales en las localidades aledañas al proyecto Minero Quechua-Cusco. Distritos de Espinar y Pallpata, Provincia de Espinar y Región Cusco. Informe Técnico N° 3-2011-DEIPCROA-CENSOPAS/INS. 20 p.
- CENSOPAS (2013). Resultado de análisis de metales pesados en muestras de orina CDC-ICEH, Formato de presentación de protocolos de investigación observacional institucional o colaborativo, 17 de abril, 2013. Información Complementaria al Informe Integrado de Monitoreo Sanitario Ambiental Participativo de la Provincia de Espinar.
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA (1999) - Los criterios y estándares para declarar un suelo contaminado en Andalucía y la metodología y técnicas de toma de muestra y análisis para su investigación. Disponible en Web: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/>
- HUAMANÍ, A. (2001). Aguas Termales y Minerales en el Suroriente del Perú (Dptos. Apurímac, Cusco, Madre de Dios y Puno). INGEMMET, *Boletín N° 24, Serie D: Estudios Regionales*, 108 pp.
- INGEMMET (2013). Estudio Geológico, Hidrogeológico y Análisis de Aguas y Sedimento de Quebrada. Informe Plan Integrado de Intervención Sanitario y Ambiental para la provincia de Espinar. 125 p. ANEXO 4 del “Informe Integrado de Monitoreo Sanitario y Ambiental Participativo de la Provincia de Espinar”
- INGEMMET (2013). Informe complementario causalidad, origen de los metales pesados. Humedal Paccpaco-Camacmayo, 16 p.
- MESA DE DIALOGO ESPINAR, SUBGRUPO MEDIO AMBIENTE (2013). “Informe Integrado de Monitoreo Sanitario y Ambiental Participativo de la Provincia de Espinar”. Documento de trabajo 108 p.

237500 240000 242500 245000 247500 250000 252500 255000 257500

**VALORES DE MERCURIO (Hg) mg/L
PLANO N° 1B**



LEYENDA

DATA INGENMET
MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ○ <0.0004 ppm No Detectado
 ○ 0.0007 ppm Detectado No Supers
MUESTRO EN AGUAS SUBTERRANAS
 ○ <0.0004, <0.2 ppm No Detectado
 ○ 0.001 ppm Detectado No Supers
 ● 0.001 - 0.33 ppm Supers

DATA DIGESA
MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ○ <0.000265 ppm No Detectado
 ○ 0.0003 - 0.0009 ppm Detectado No Supers
 ● 0.001 - 0.0122 ppm Supers

DATA ANA
MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES
 △ <0.0001 ppm No Detectado
 △ 0.00011 ppm Detectado No Supers
MUESTRO EN AGUAS SUBTERRANAS
 △ <0.0001 ppm No Detectado

DATA OEPA
MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ☆ <0.0001, <0.0003, ND ppm No Detectado
MUESTRO EN AGUAS SUBTERRANAS
 ☆ <0.0001 ppm No Detectado

ECA 3 - BEBIDA DE ANIMALES

No Detectado	Detectado No Supers	>0.001 ppm Supers
(White)	(Yellow)	(Red)

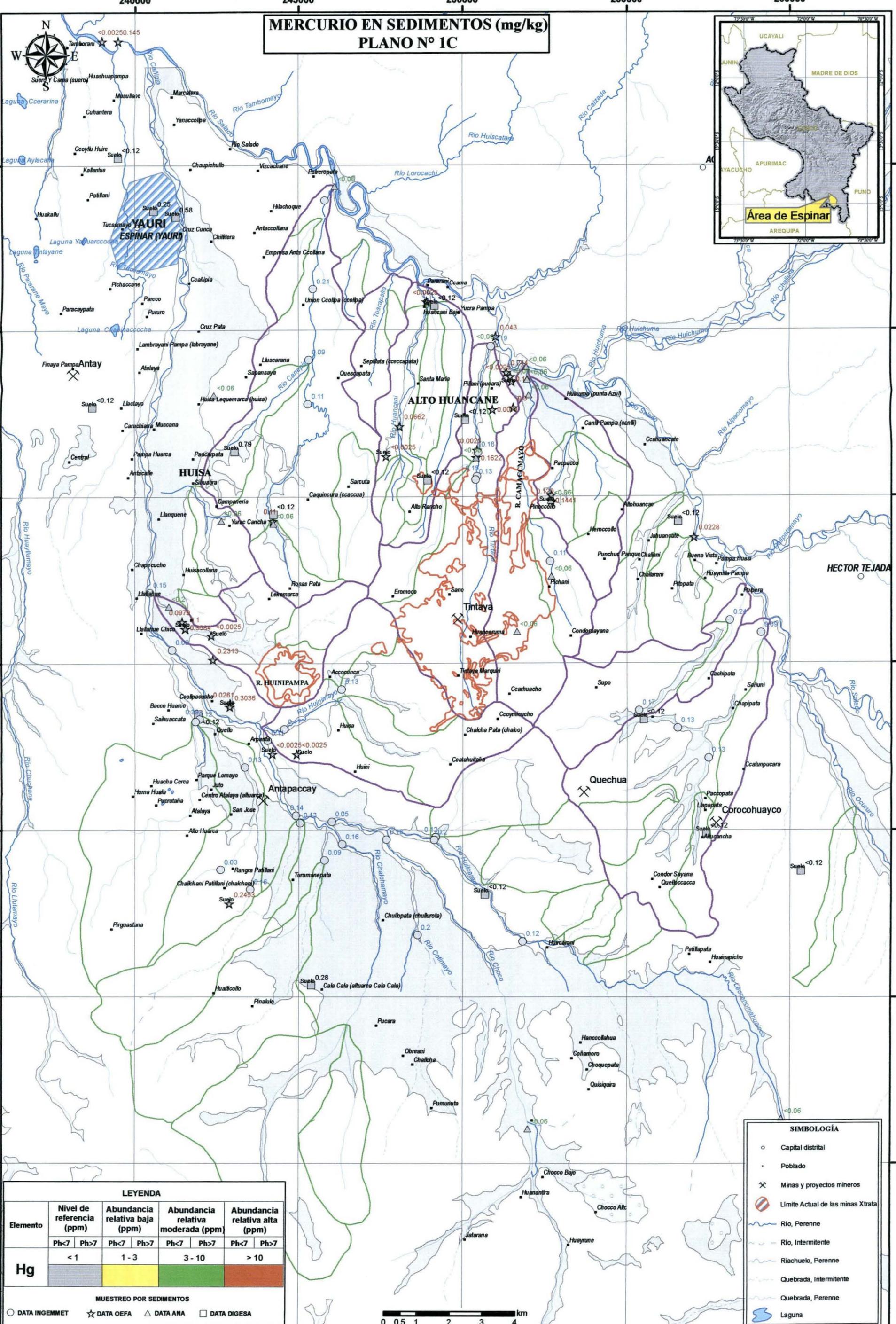
SEMBOLOGIA

- Capital distal
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ⊖ Limite Actual de las minas Xtrax
- Rio, Perenne
- Rio, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna



237500 240000 242500 245000 247500 250000 252500 255000 257500

MERCURIO EN SEDIMENTOS (mg/kg) PLANO N° 1C

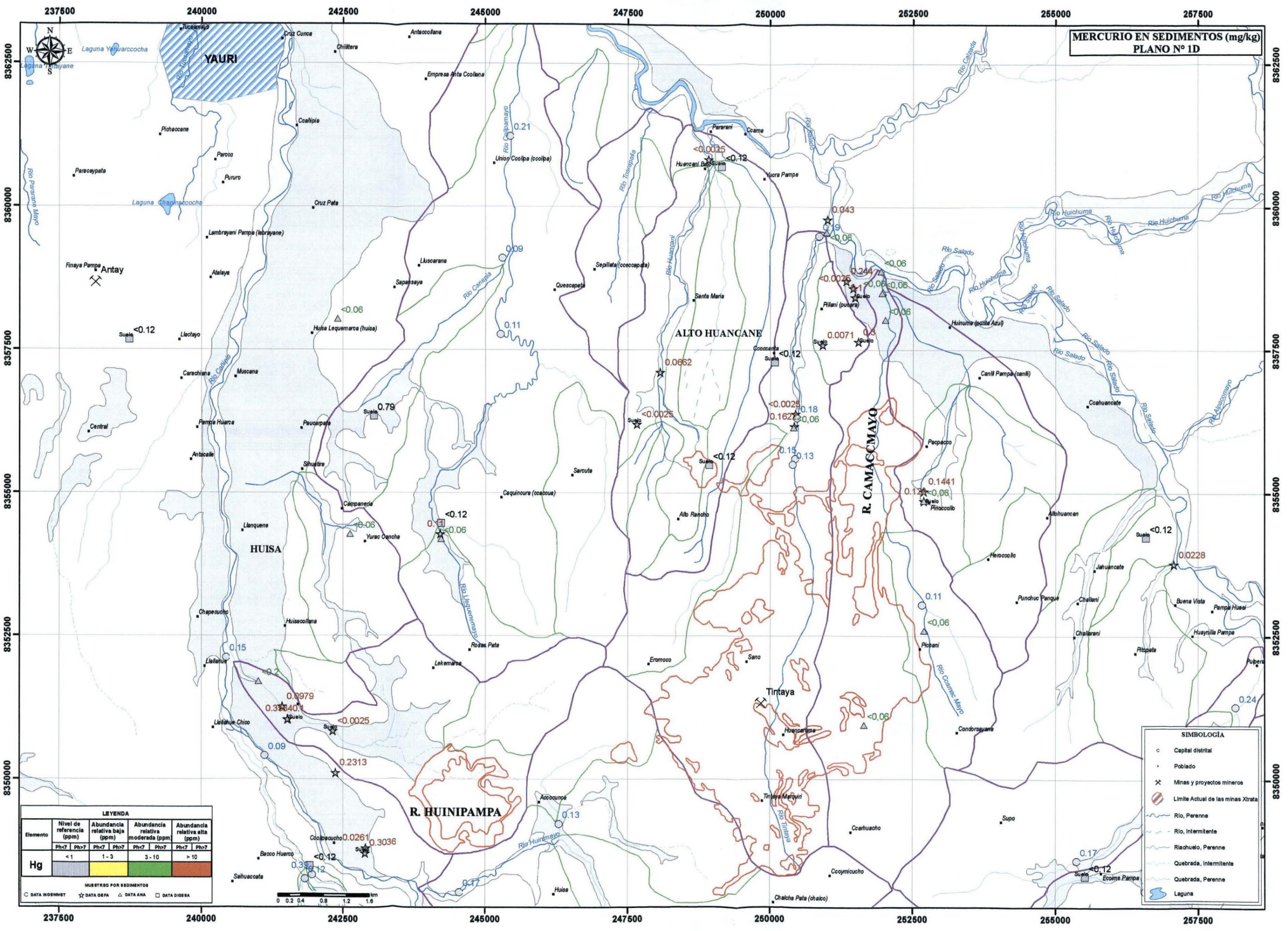


LEYENDA								
Elemento	Nivel de referencia (ppm)		Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa moderada (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)	
	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7
Hg	< 1		1 - 3		3 - 10		> 10	

MUESTREO POR SEDIMENTOS			
○	☆	△	□
DATA INGENMET	DATA OEFA	DATA ANA	DATA DIGESA

SIMBOLOGÍA	
○	Capital distrital
•	Poblado
✕	Minas y proyectos mineros
⊘	Limite Actual de las minas Xtrata
— (blue)	Río, Perenne
— (dashed)	Río, Intermitente
— (light blue)	Riachuelo, Perenne
— (dashed)	Quebrada, Intermitente
— (light blue)	Quebrada, Perenne
— (blue)	Laguna

MERCURIO EN SEDIMENTOS (mg/kg)
PLANO N° 1D



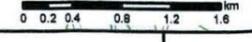
LEYENDA

Elemento	Nivel de referencia (ppm)		Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa moderada (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)	
	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7
Hg	< 1	1 - 3	3 - 10	> 10				

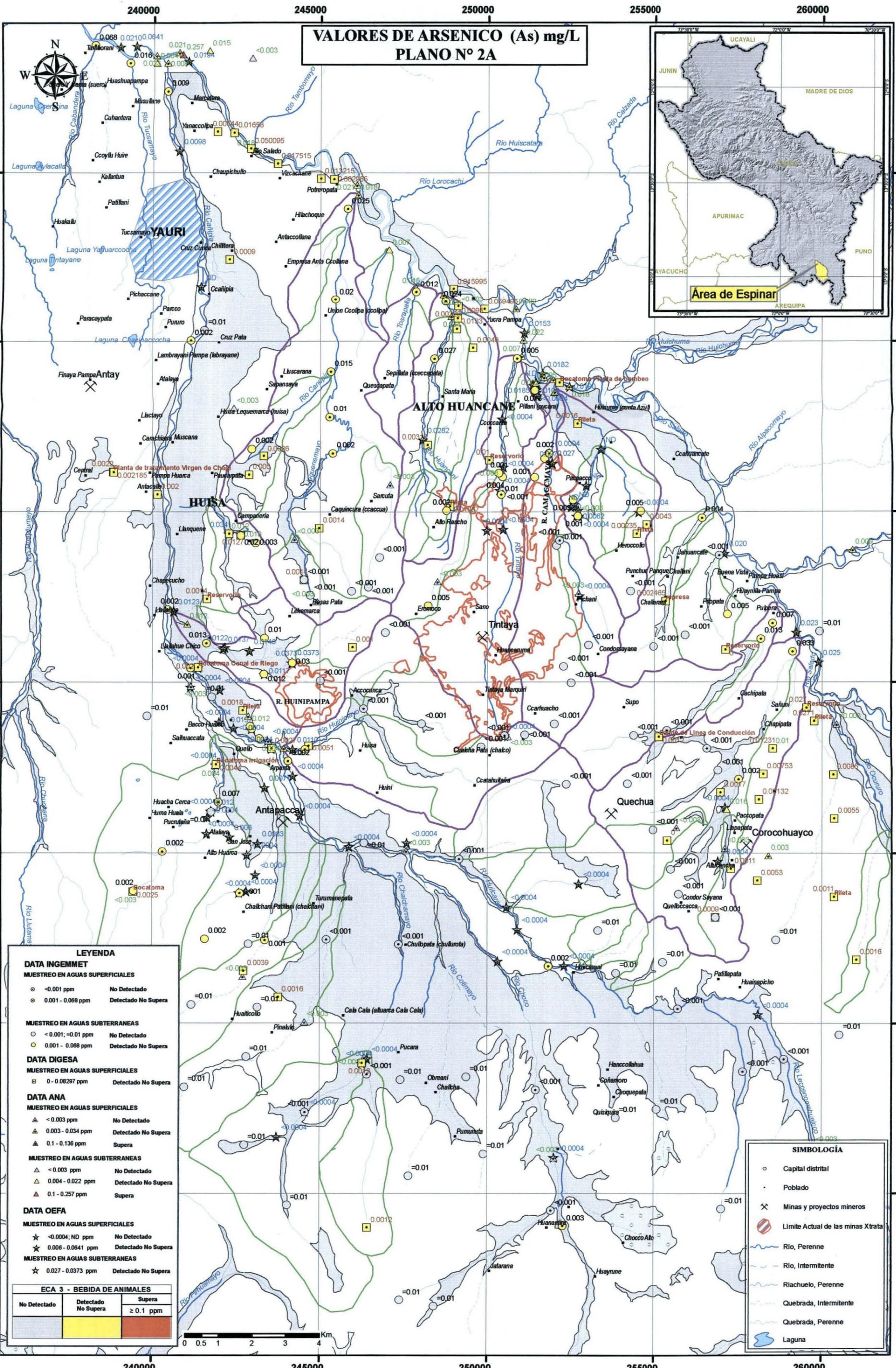
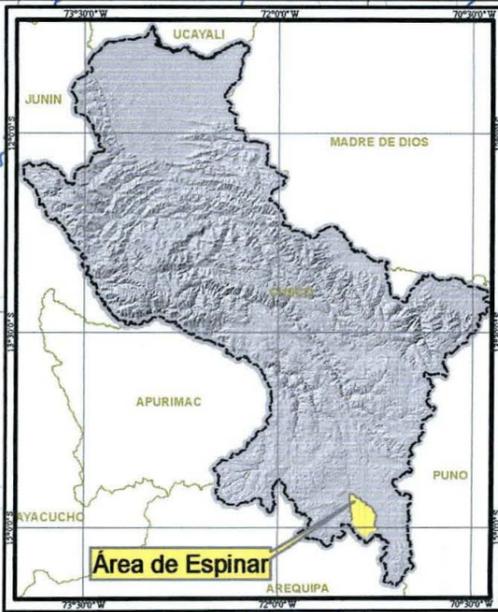
MUESTREO POR SEDIMENTOS
 ○ DATA INEMMET ★ DATA DEFA △ DATA ANA □ DATA DIGESA

SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▨ Limite Actual de las minas Xtrata
- Río, Perenne
- - - Río, intermitente
- ~ Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- ~ Quebrada, Perenne
- ◡ Laguna



VALORES DE ARSENICO (As) mg/L PLANO N° 2A



LEYENDA

DATA INGENMET
MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ○ <0.001 ppm No Detectado
 ● 0.001 - 0.068 ppm Detectado No Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 ○ <0.001; =0.01 ppm No Detectado
 ● 0.001 - 0.068 ppm Detectado No Supera

DATA DIGESA
MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES
 □ 0 - 0.08297 ppm Detectado No Supera

DATA ANA
MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ▲ <0.003 ppm No Detectado
 ▲ 0.003 - 0.034 ppm Detectado No Supera
 ▲ 0.1 - 0.136 ppm Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 ▲ <0.003 ppm No Detectado
 ▲ 0.004 - 0.022 ppm Detectado No Supera
 ▲ 0.1 - 0.257 ppm Supera

DATA OEFA
MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ☆ <0.0004; ND ppm No Detectado
 ☆ 0.006 - 0.0641 ppm Detectado No Supera

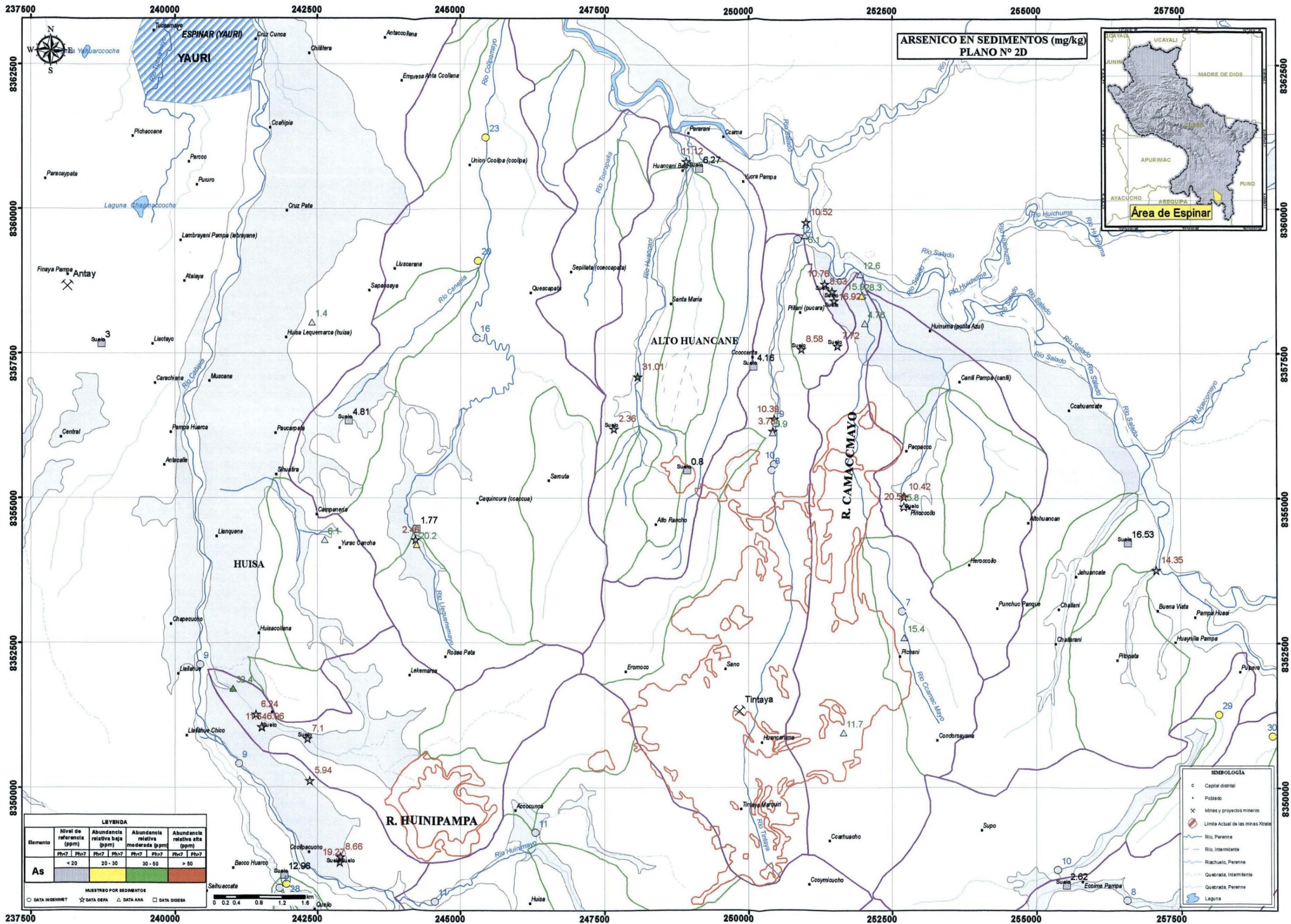
MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 ☆ 0.027 - 0.0373 ppm Detectado No Supera

ECA 3 - BEBIDA DE ANIMALES		
No Detectado	Detectado No Supera	Supera
< 0.1 ppm	0.1 - 0.15 ppm	≥ 0.1 ppm

SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▬ Limite Actual de las minas Xtrata
- Río, Perenne
- - - Río, Intermitente
- ~ Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- ~ Quebrada, Perenne
- ◡ Laguna





**ARSENICO EN SEDIMENTOS (mg/kg)
PLANO N° 2D**



LEYENDA				
Elemento	Nivel de referencia (ppm)	Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)
		Ph<7	Ph>7	Ph>7
As	< 20	20 - 30	30 - 50	> 50

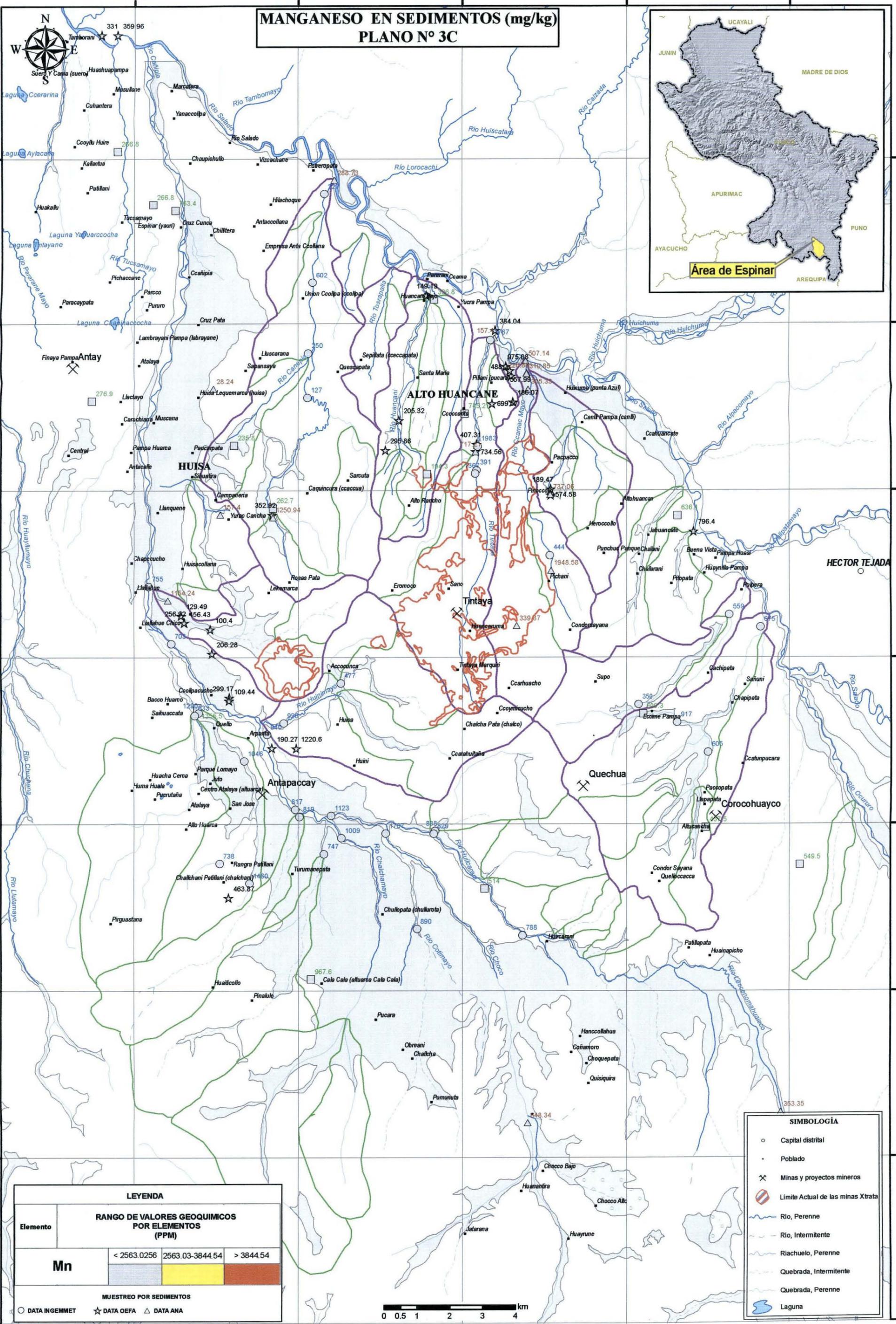
MUESTREO POR SEDIMENTOS			
○	★	△	□
DATA INGENIET	DATA OEFA	DATA ANA	DATA DIOESA



SIMBOLOGIA	
○	Capital distrital
●	Poblado
★	Minas y proyectos mineros
⬮	Límite Actual de las minas Xtreta
—	Río, Perenne
- - -	Río, Intermitente
~	Riachuelo, Perenne
- - -	Quebrada, Intermitente
—	Quebrada, Perenne
⊡	Laguna

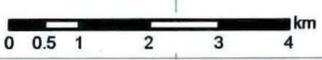
240000 245000 250000 255000 260000

MANGANESO EN SEDIMENTOS (mg/kg)
PLANO N° 3C



LEYENDA

Elemento	RANGO DE VALORES GEOQUIMICOS POR ELEMENTOS (PPM)		
Mn	< 2563.0256	2563.03-3844.54	> 3844.54
	MUESTREO POR SEDIMENTOS		
○	☆	△	
			DATA INGEMMET DATA OEFA DATA ANA



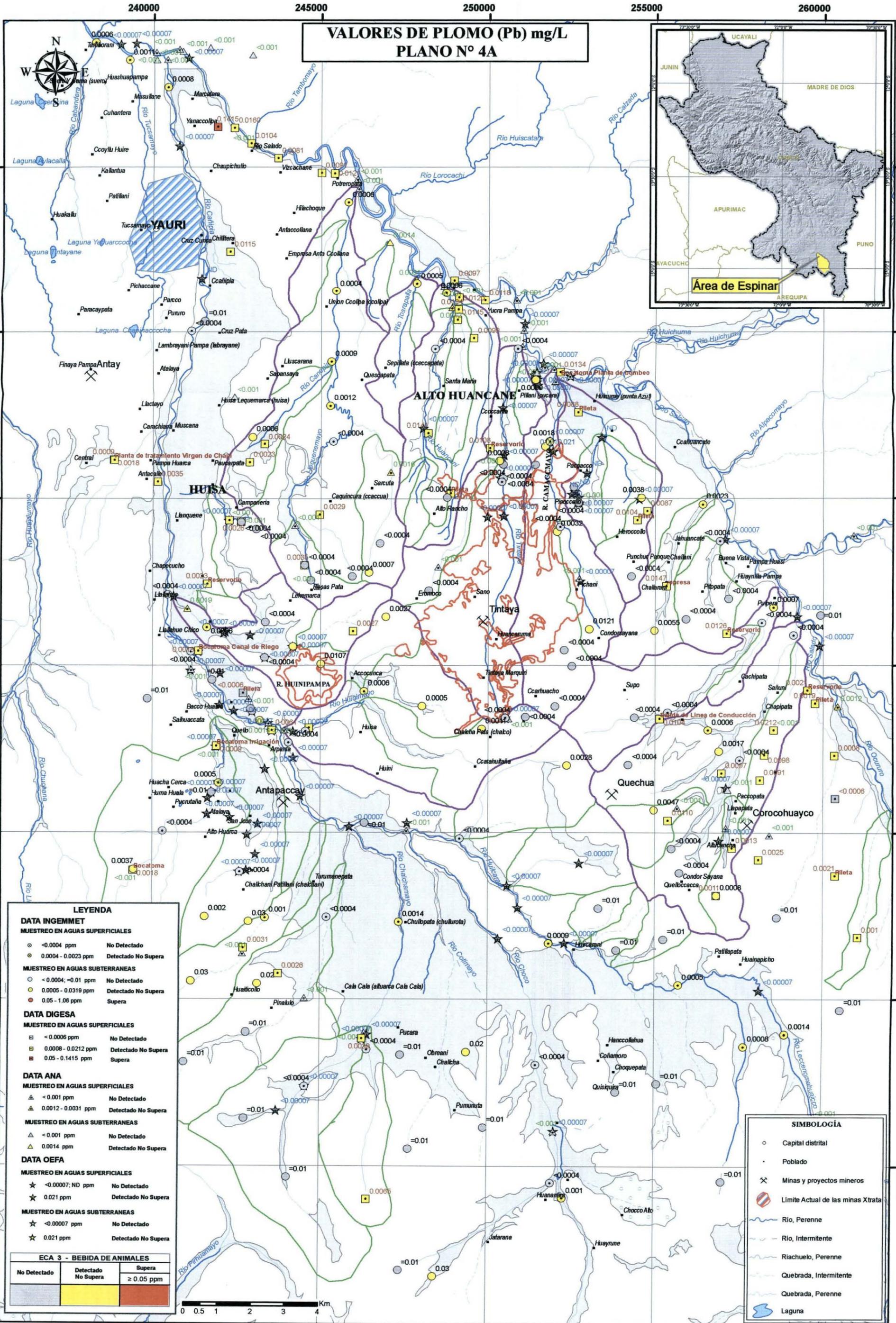
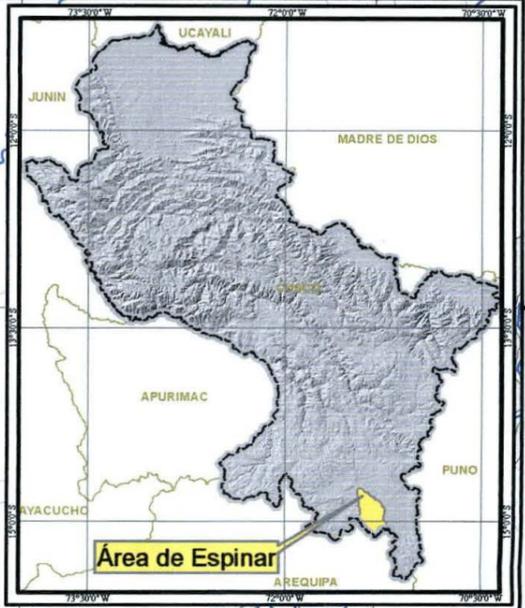
SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▭ Limite Actual de las minas Xtrata
- Río, Perenne
- - - Río, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna

8335000

8335000

VALORES DE PLOMO (Pb) mg/L PLANO N° 4A



LEYENDA

DATA INGENMET

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- <0.0004 ppm No Detectado
- 0.0004 - 0.0023 ppm Detectado No Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- <0.0004; =0.01 ppm No Detectado
- 0.0005 - 0.0319 ppm Detectado No Supera
- 0.05 - 1.06 ppm Supera

DATA DIGESA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- <0.0006 ppm No Detectado
- 0.0006 - 0.0212 ppm Detectado No Supera
- 0.05 - 0.1415 ppm Supera

DATA ANA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- △ <0.001 ppm No Detectado
- △ 0.0012 - 0.0031 ppm Detectado No Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- △ <0.001 ppm No Detectado
- △ 0.0014 ppm Detectado No Supera

DATA OEFA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

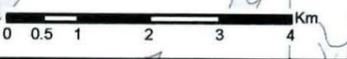
- ★ <0.00007; ND ppm No Detectado
- ★ 0.021 ppm Detectado No Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- ★ <0.00007 ppm No Detectado
- ★ 0.021 ppm Detectado No Supera

ECA 3 - BEBIDA DE ANIMALES

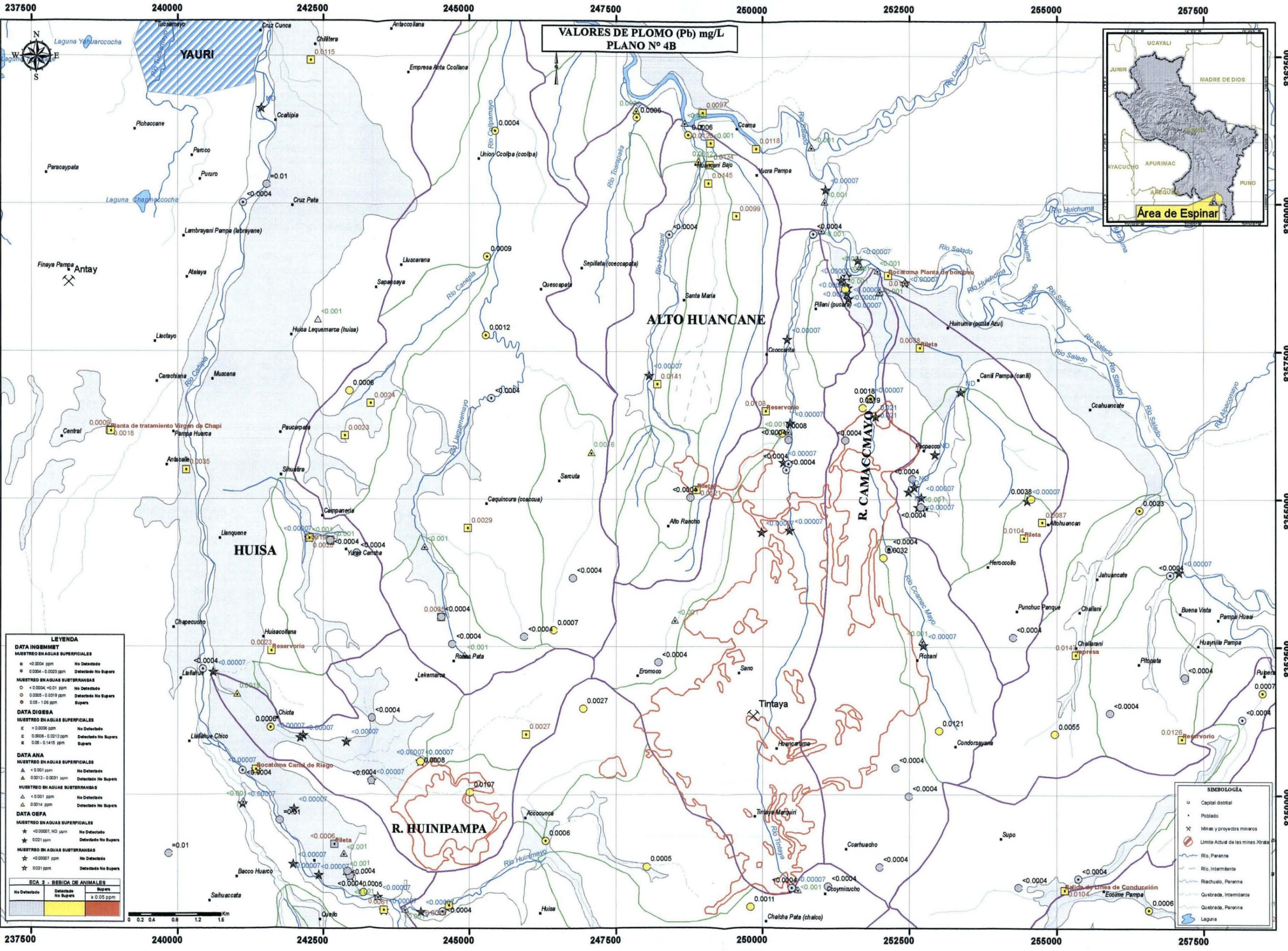
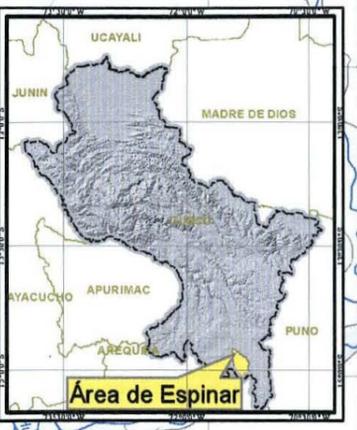
No Detectado	Detectado No Supera	Supera



SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▬ Limite Actual de las minas Xtrata
- Río, Perenne
- - - Río, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna

**VALORES DE PLOMO (Pb) mg/L
PLANO Nº 4B**



LEYENDA

DATA INGBMET
MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ○ <0.004 ppm No Detectado
 ○ 0.004 - 0.023 ppm Detectado No Supera
 MUESTRO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 ○ <0.004 ppm No Detectado
 ○ 0.004 - 0.019 ppm Detectado No Supera
 ○ 0.019 - 1.06 ppm Supera

DATA DIGESA
MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES
 □ <0.006 ppm No Detectado
 □ 0.006 - 0.0212 ppm Detectado No Supera
 □ 0.021 - 0.1415 ppm Supera

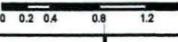
DATA ANA
MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES
 △ <0.001 ppm No Detectado
 △ 0.001 - 0.0031 ppm Detectado No Supera
 MUESTRO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 △ <0.001 ppm No Detectado
 △ 0.001 - 0.0031 ppm Detectado No Supera

DATA OEFA
MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ☆ <0.0007 mg/l No Detectado
 ☆ 0.001 mg/l Detectado No Supera
 MUESTRO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 ☆ <0.0007 mg/l No Detectado
 ☆ 0.001 mg/l Detectado No Supera

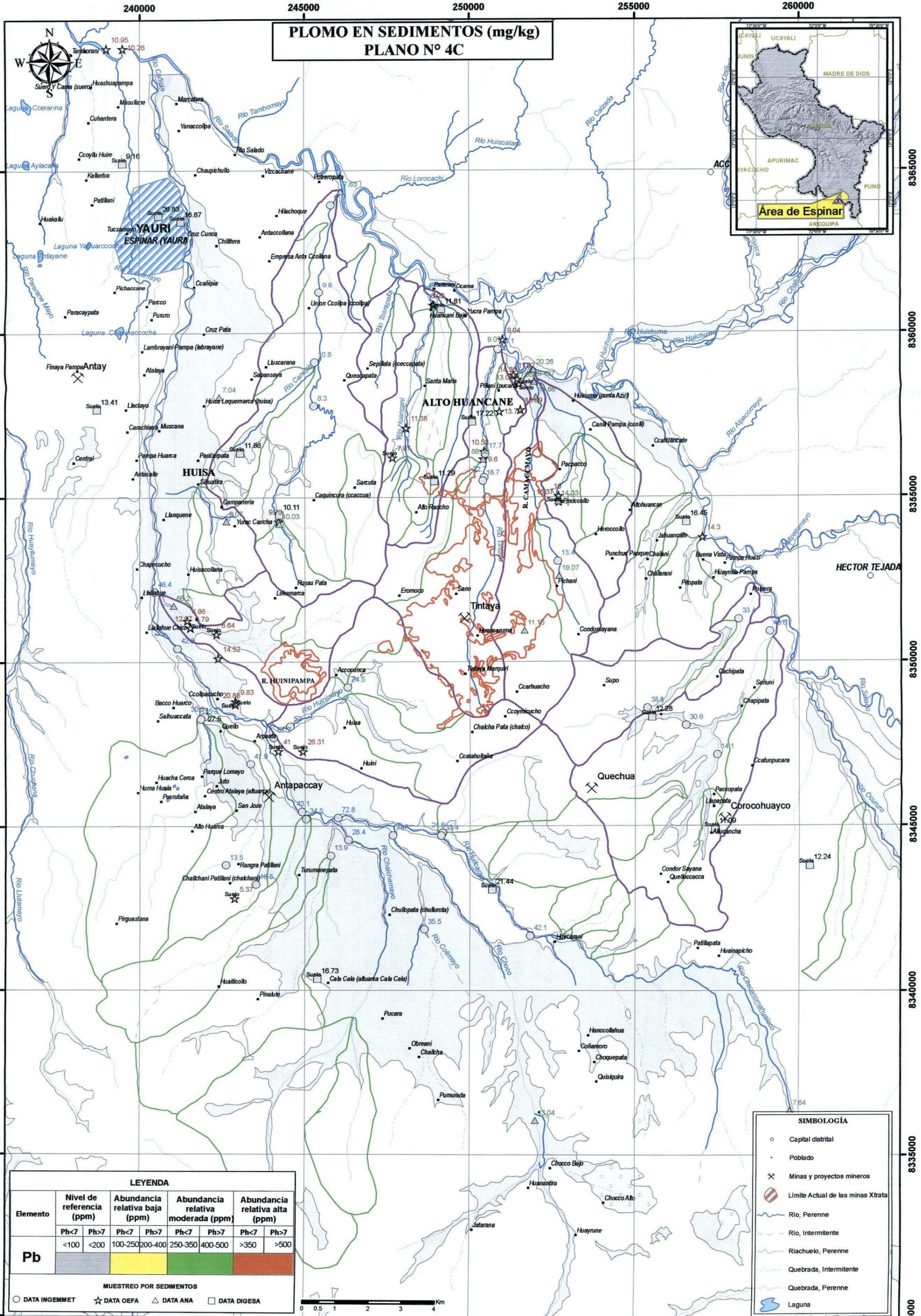
ECA 3 - BEBIDA DE ANIMALES		
No Detectado	Detectado No Supera	Supera
<0.05 ppm	<0.05 ppm	≥ 0.05 ppm

SIMBOLOGIA

- Capital distal
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- Limite Actual de las minas (Xtrea)
- Rio, Perenne
- Rio, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna



PLOMO EN SEDIMENTOS (mg/kg) PLANO N° 4C



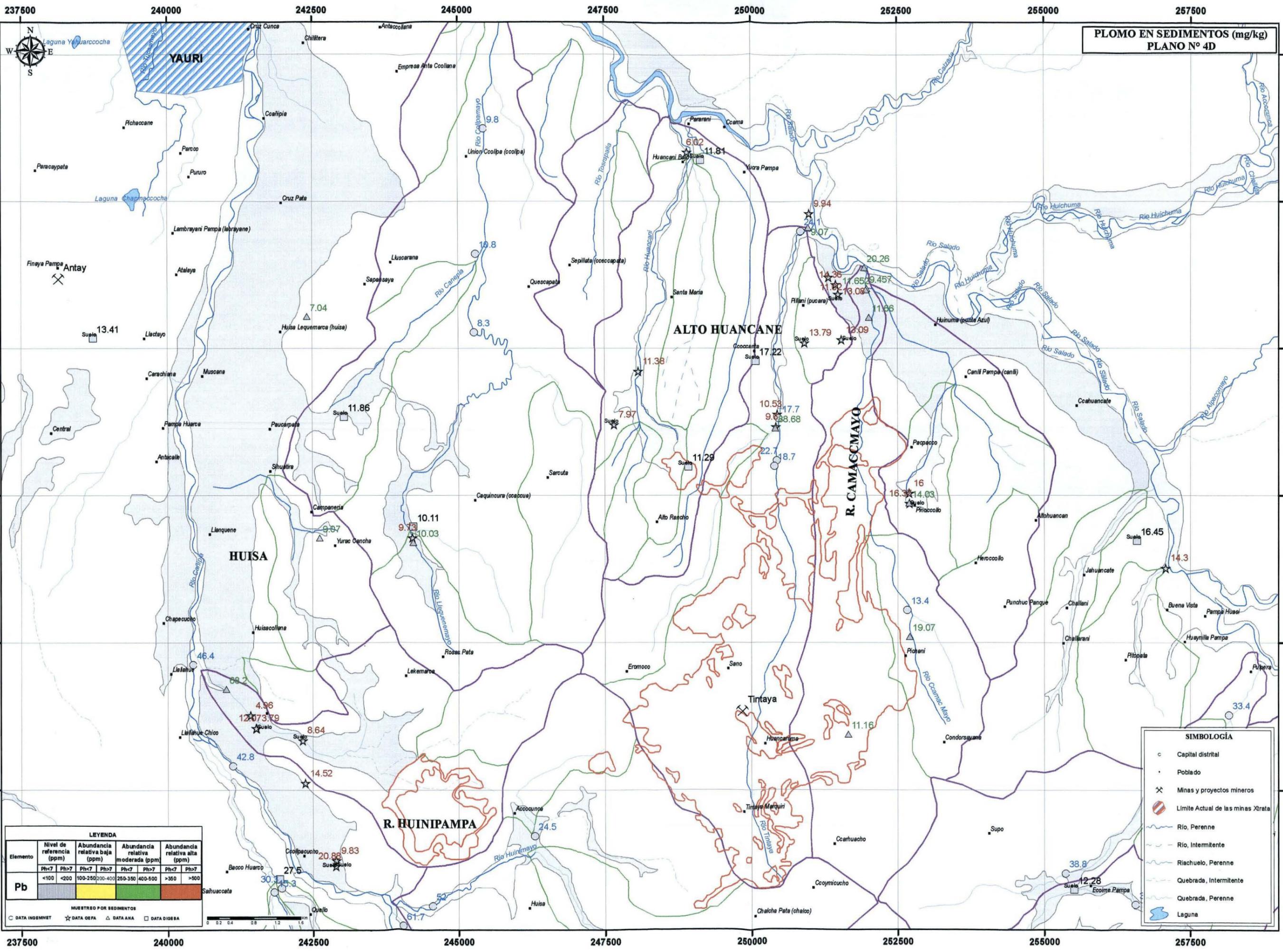
LEYENDA								
Elemento	Nivel de referencia (ppm)		Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa moderada (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)	
	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7
Pb	<100	<200	100-250	200-400	250-350	400-500	>350	>500

MUESTREO POR SEDIMENTOS			
○	★	△	□
○	★	△	□
○	★	△	□
○	★	△	□

SIMBOLOGÍA	
○	Capital distrital
•	Poblado
✕	Minas y proyectos mineros
▨	Limite Actual de las minas Xtrata
—	Río, Perenne
- - -	Río, Intermitente
—	Riachuelo, Perenne
- - -	Quebrada, Intermitente
—	Quebrada, Perenne
—	Laguna



**PLOMO EN SEDIMENTOS (mg/kg)
PLANO N° 4D**



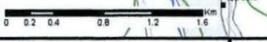
LEYENDA

Elemento	Nivel de referencia (ppm)	Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa moderada (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)	
		Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7
Pb	<100	<200	100-250	200-400	250-350	400-500	>500

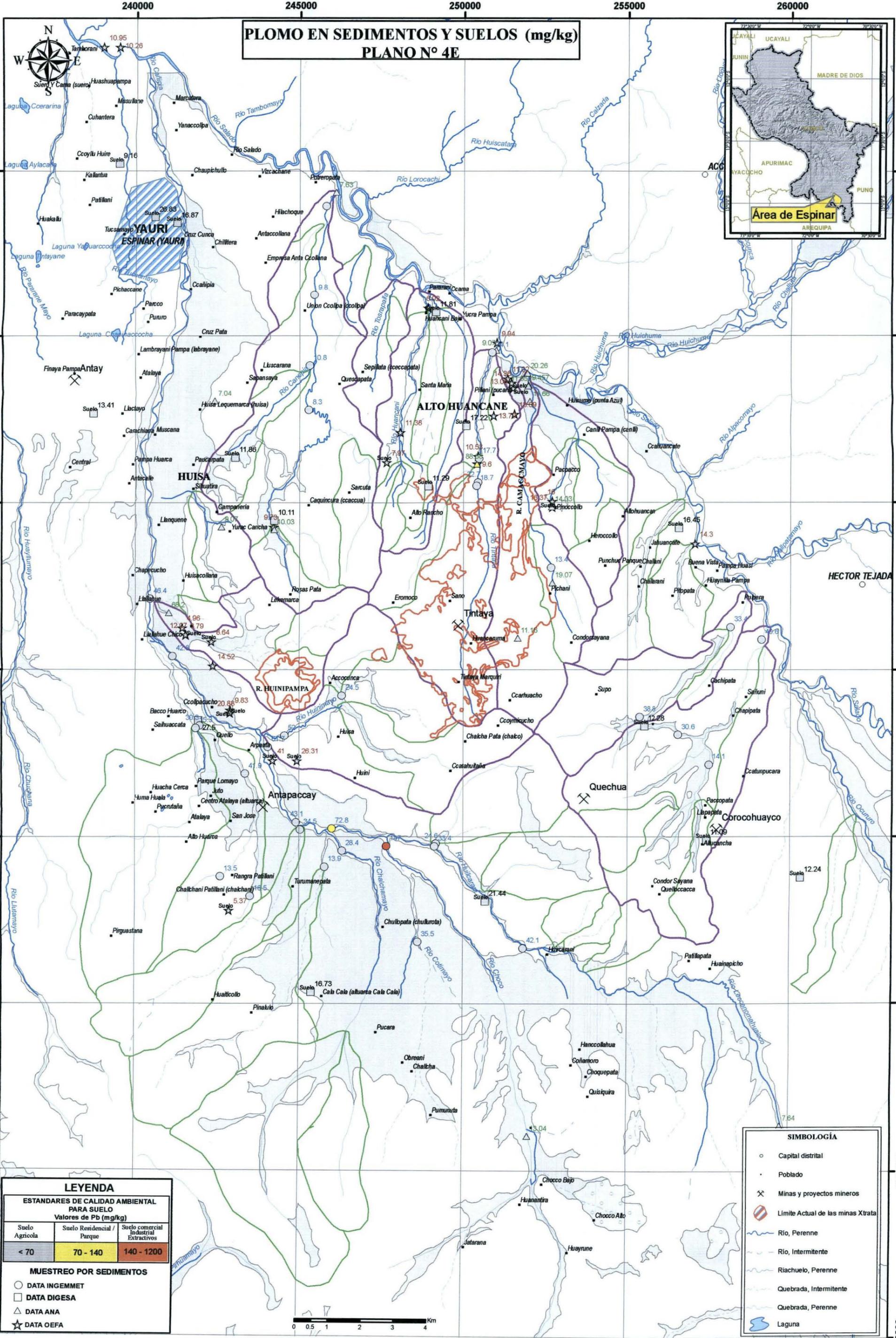
MUESTREO POR SEDIMENTOS
 ○ DATA INGGEMMET ★ DATA ODEPA ▲ DATA ANA □ DATA DIGESA

SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▨ Limite Actual de las minas Xtrata
- Río, Perenne
- - - Río, Intermitente
- ~ Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- ~ Quebrada, Perenne
- ☪ Laguna



PLOMO EN SEDIMENTOS Y SUELOS (mg/kg) PLANO N° 4E



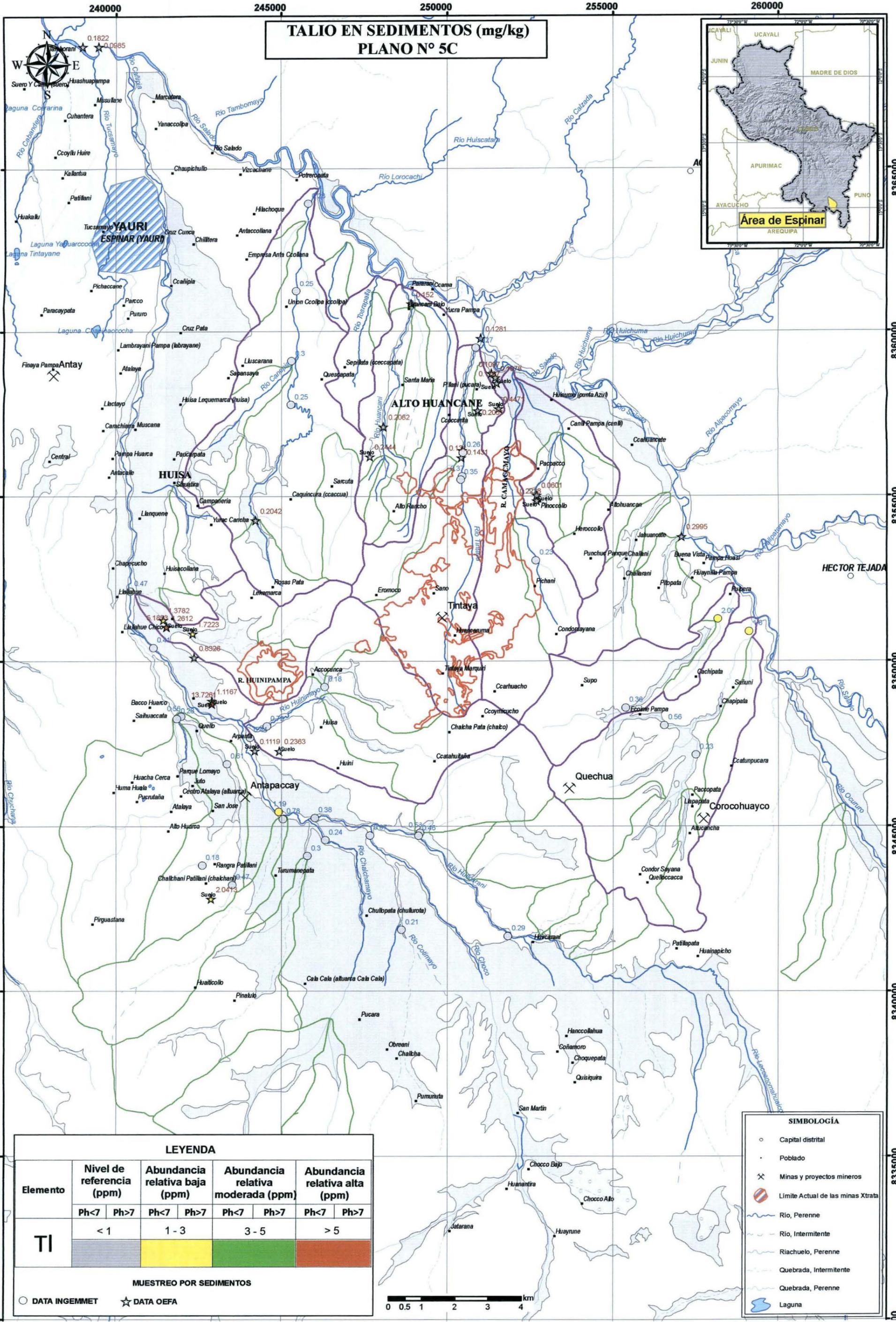
LEYENDA		
ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELO		
Valores de Pb (mg/kg)		
Suelo Agrícola	Suelo Residencial / Parque	Suelo comercial Industrial Extractivos
< 70	70 - 140	140 - 1200

MUESTREO POR SEDIMENTOS	
○	DATA INGEMMET
□	DATA DIGESA
△	DATA ANA
☆	DATA OEFA

SIMBOLOGÍA	
○	Capital distrital
•	Poblado
X	Minas y proyectos mineros
▨	Límite Actual de las minas Xtrata
—	Río, Perenne
- - -	Río, Intermitente
—	Riachuelo, Perenne
- - -	Quebrada, Intermitente
—	Quebrada, Perenne
◡	Laguna



TALIO EN SEDIMENTOS (mg/kg) PLANO N° 5C

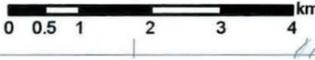


LEYENDA								
Elemento	Nivel de referencia (ppm)		Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa moderada (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)	
	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7
TI	< 1		1 - 3		3 - 5		> 5	

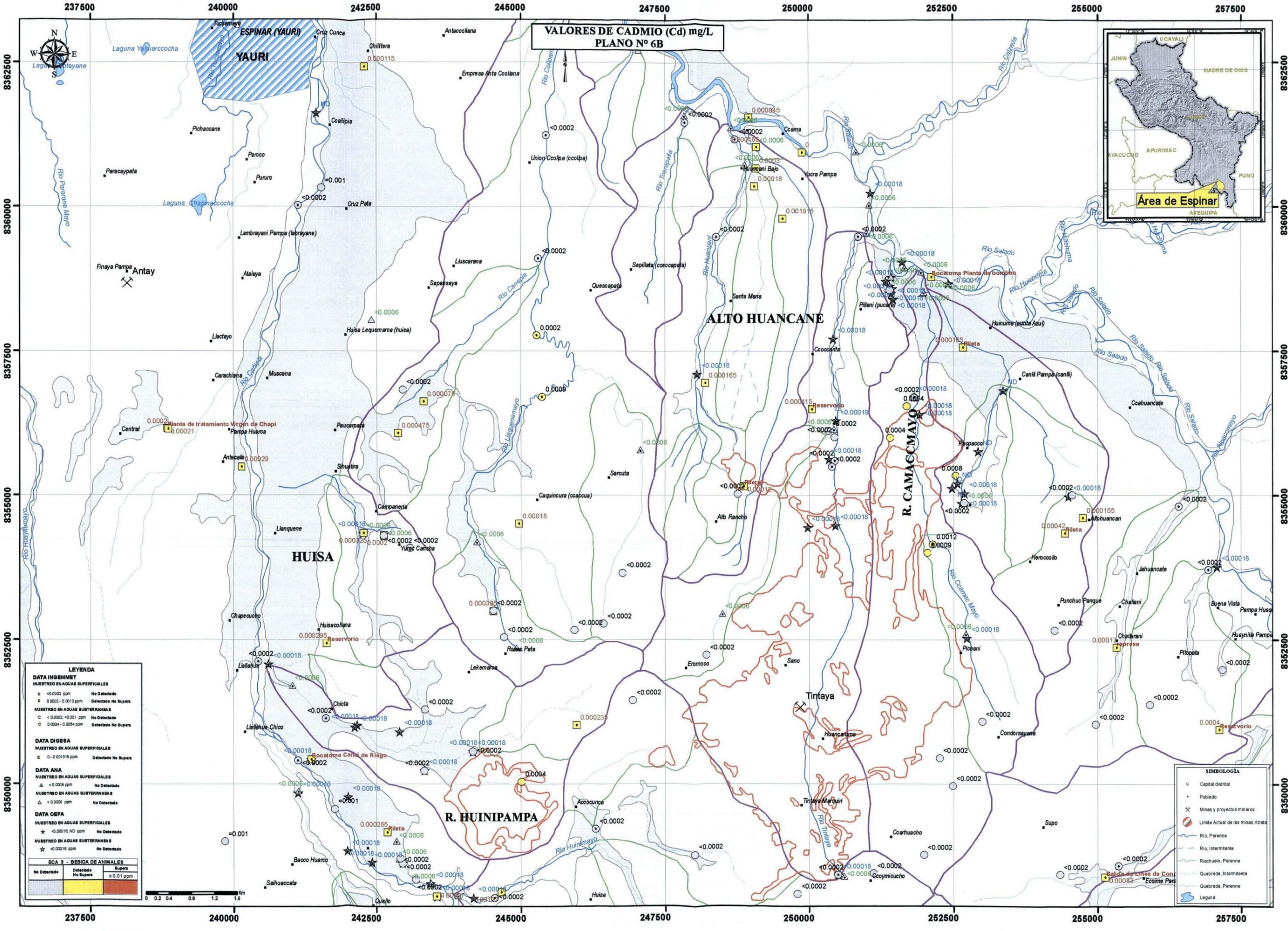
MUESTREO POR SEDIMENTOS

○ DATA INGGEMMET ☆ DATA OEFA

SIMBOLOGÍA	
○	Capital distrital
•	Poblado
⊗	Minas y proyectos mineros
⊗	Límite Actual de las minas Xtrata
—	Río, Perenne
- - -	Río, Intermitente
—	Riachuelo, Perenne
- - -	Quebrada, Intermitente
—	Quebrada, Perenne
⊡	Laguna



**VALORES DE CADMIO (Cd) mg/L
PLANO N° 6B**



LEYENDA

DATA INGEMMET
MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES
 e < 0.0002 ppm No Detectado
 e 0.0002 - 0.0012 ppm Detectado No Supera
MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 c < 0.0002 - 0.001 ppm No Detectado
 c 0.0004 - 0.0054 ppm Detectado No Supera

DATA DIOESA
MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES
 e 0 - 0.001915 ppm Detectado No Supera

DATA ANA
MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES
 Δ < 0.0006 ppm No Detectado
MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 Δ < 0.0006 ppm No Detectado

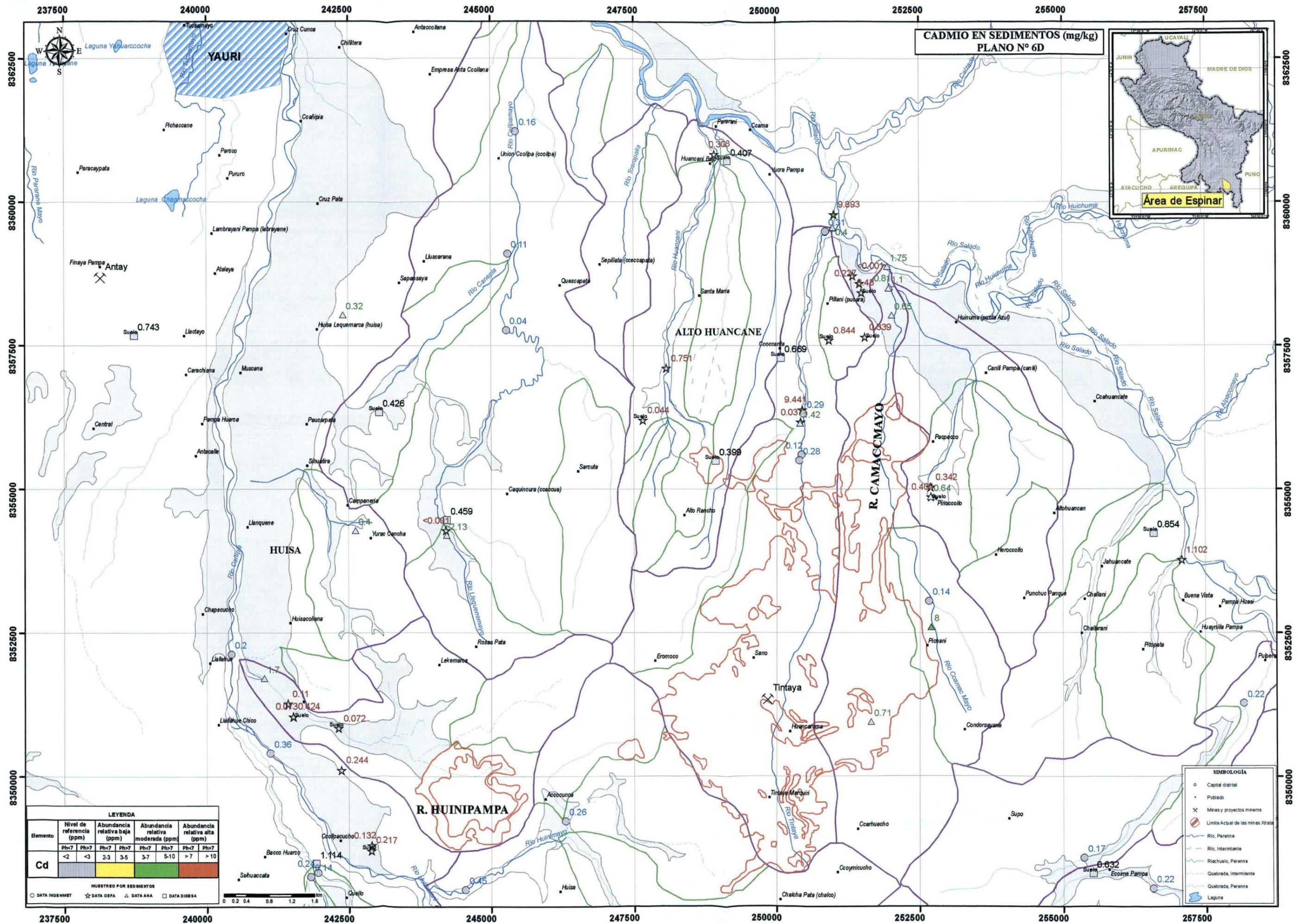
DATA OEPA
MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES
 ★ < 0.0018, ND ppm No Detectado
MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS
 ★ < 0.0018 ppm No Detectado

ECA 3 - BEBIDA DE ANIMALES		
No Detectado	Detectado No Supera	Supera
< 0.01 ppm	< 0.01 ppm	> 0.01 ppm

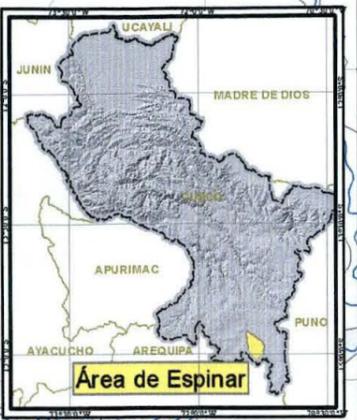
SIMBOLOGIA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- Límite Actual de las minas Xstrata
- Río, Perenne
- Río, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna





**CADMIO EN SEDIMENTOS (mg/kg)
PLANO N° 6D**



LEYENDA

Elemento	Nivel de referencia (ppm)		Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa moderada (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)	
	Pb<7	Pb>7	Pb<7	Pb>7	Pb<7	Pb>7	Pb<7	Pb>7
Cd	<2	<3	2-3	3-5	3-7	5-10	>7	>10

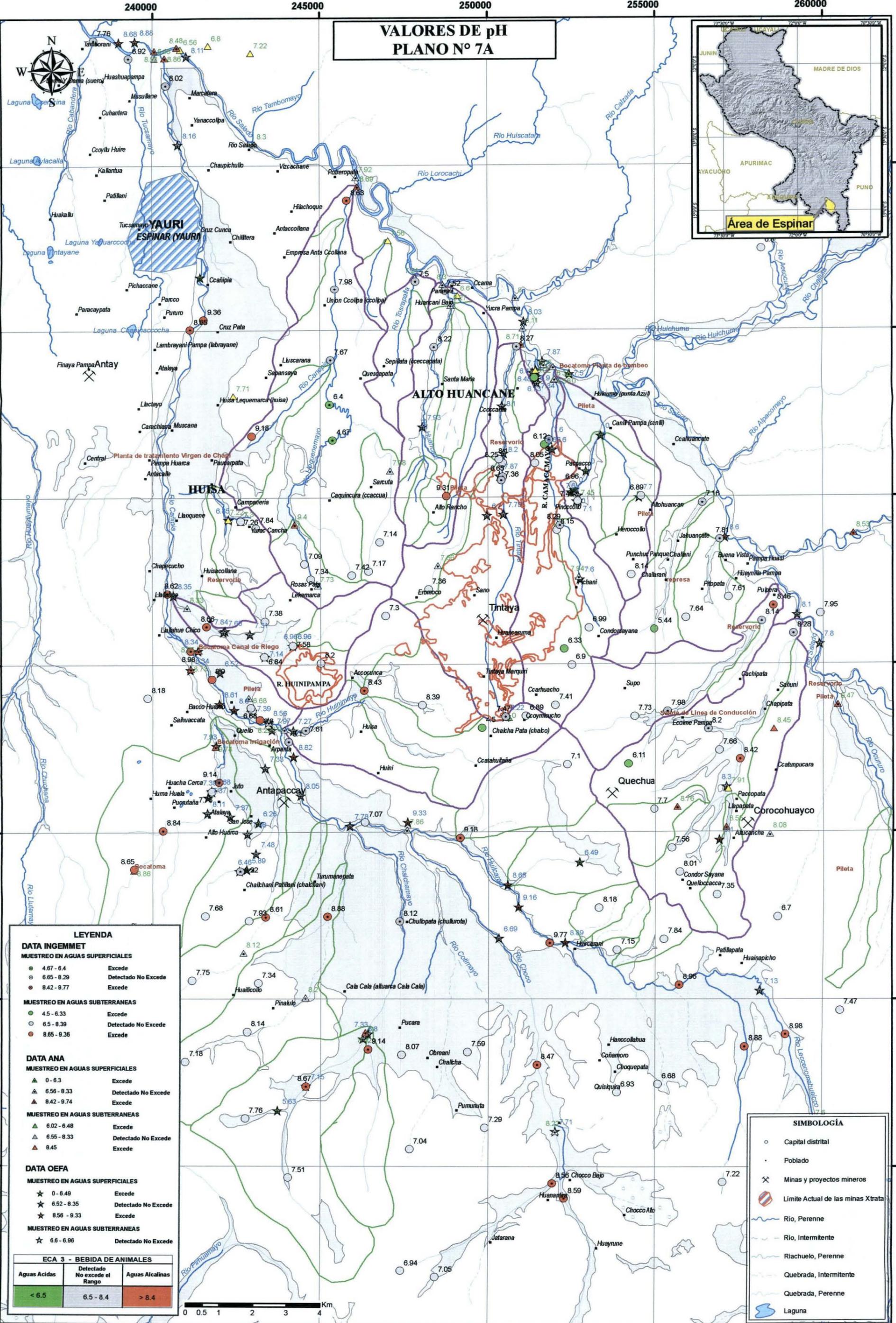
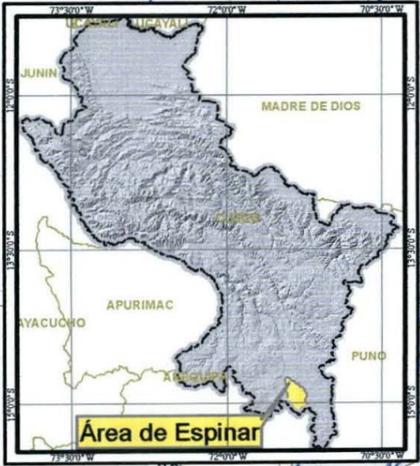
MUESTREO POR SEDIMENTOS

○ DATA INEMMET ★ DATA OEPA △ DATA ANA □ DATA DIESA

SIMBOLOGIA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ⊘ Limite Actual de las minas Xstrata
- Rio, Perenne
- Rio, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna

VALORES DE pH PLANO N° 7A



LEYENDA

DATA INGEMMET

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- 4.67 - 6.4 Excede
- 6.65 - 8.29 Detectado No Excede
- 8.42 - 9.77 Excede

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- 4.5 - 6.33 Excede
- 6.5 - 8.39 Detectado No Excede
- 8.65 - 9.36 Excede

DATA ANA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- ▲ 0 - 6.3 Excede
- ▲ 6.56 - 8.33 Detectado No Excede
- ▲ 8.42 - 9.74 Excede

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- ▲ 6.02 - 6.48 Excede
- ▲ 6.55 - 8.33 Detectado No Excede
- ▲ 8.45 Excede

DATA OEFA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- ★ 0 - 6.49 Excede
- ★ 6.52 - 8.35 Detectado No Excede
- ★ 8.56 - 9.33 Excede

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- ★ 6.6 - 6.96 Detectado No Excede

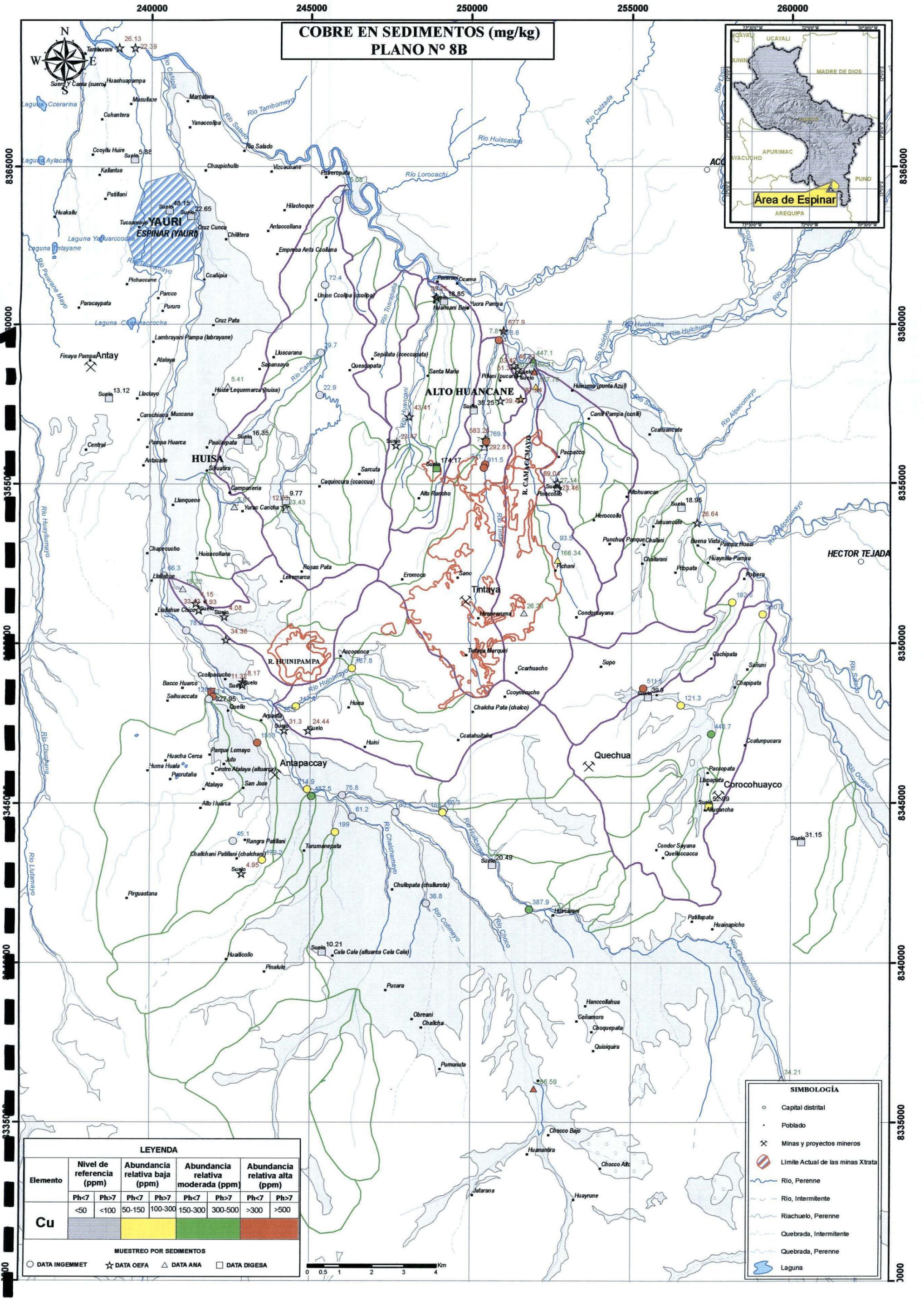
ECA 3 - BEBIDA DE ANIMALES		
Aguas Acidas	Detectado No excede el Rango	Aguas Alcalinas
< 6.5	6.5 - 8.4	> 8.4

SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▨ Limite Actual de las minas Xtrata
- Rio, Perenne
- - - Rio, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna



COBRE EN SEDIMENTOS (mg/kg) PLANO N° 8B



LEYENDA

Elemento	Nivel de referencia (ppm)		Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa moderada (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)	
	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7
Cu	<50	<100	50-150	100-300	150-300	300-500	>300	>500

MUESTREO POR SEDIMENTOS

○ DATA INGGEMMET ☆ DATA OEFA △ DATA ANA □ DATA DIGESA

SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▨ Limite Actual de las minas Xtrata
- Río, Perenne
- - - Río, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna



VALORES DE HIERRO (Fe) mg/L PLANO N° 9A



LEYENDA

DATA INGEMMET

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- <0.001 ppm No Detectado
- 0.009 - 0.965 ppm Detectado No Supera
- 1 - 1.534 ppm Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- 0 - 0.9 ppm Detectado No Supera
- 1 - 8.16 ppm Supera

DATA DIGESA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- 0 - 0.963 ppm Detectado No Supera
- 1 - 2.4525 ppm Supera

DATA ANA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- △ 0 - 0.988 ppm Detectado No Supera
- △ 1 - 4.323 ppm Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- △ 0 - 0.552 ppm Detectado No Supera
- △ 1 - 3.137 ppm Supera

DATA OEFA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- ★ 0.0085 - 0.7488 ppm Detectado No Supera
- ★ 1 - 2.4244 ppm Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

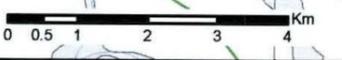
- ★ 0.0277 - 0.1124 ppm Detectado No Supera

ECA 3 - BEBIDA DE ANIMALES

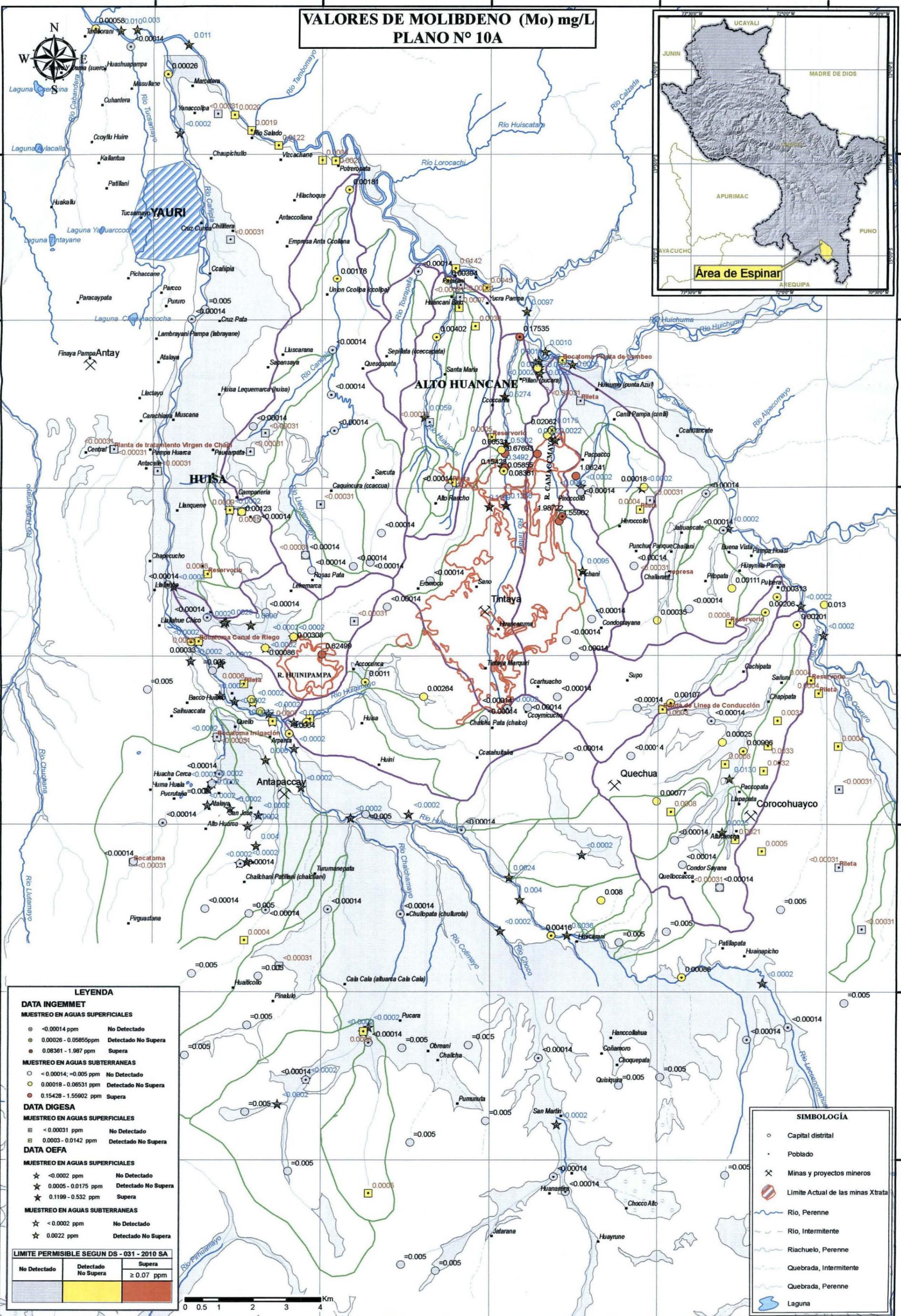
No Detectado	Detectado No Supera	Supera
□	□	□
		≥ 1 ppm

SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✂ Minas y proyectos mineros
- ▬ Limite Actual de las minas Xtrata
- Rio, Perenne
- - - Rio, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- - - Quebrada, Perenne
- ▭ Laguna



VALORES DE MOLIBDENO (Mo) mg/L PLANO N° 10A



LEYENDA

DATA INGENMET

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- <0.00014 ppm No Detectado
- 0.00026 - 0.05855 ppm Detectado No Supera
- 0.08361 - 1.987 ppm Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

- <0.00014; =0.005 ppm No Detectado
- 0.00018 - 0.06531 ppm Detectado No Supera
- 0.15428 - 1.55902 ppm Supera

DATA DIGESA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- <0.00031 ppm No Detectado
- 0.0003 - 0.0142 ppm Detectado No Supera

DATA OEFA

MUESTREO EN AGUAS SUPERFICIALES

- ★ <0.0002 ppm No Detectado
- ★ 0.0005 - 0.0175 ppm Detectado No Supera
- ★ 0.1198 - 0.532 ppm Supera

MUESTREO EN AGUAS SUBTERRANEAS

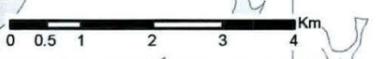
- ★ <0.0002 ppm No Detectado
- ★ 0.0022 ppm Detectado No Supera

LIMITE PERMISIBLE SEGUN DS - 031 - 2010 SA

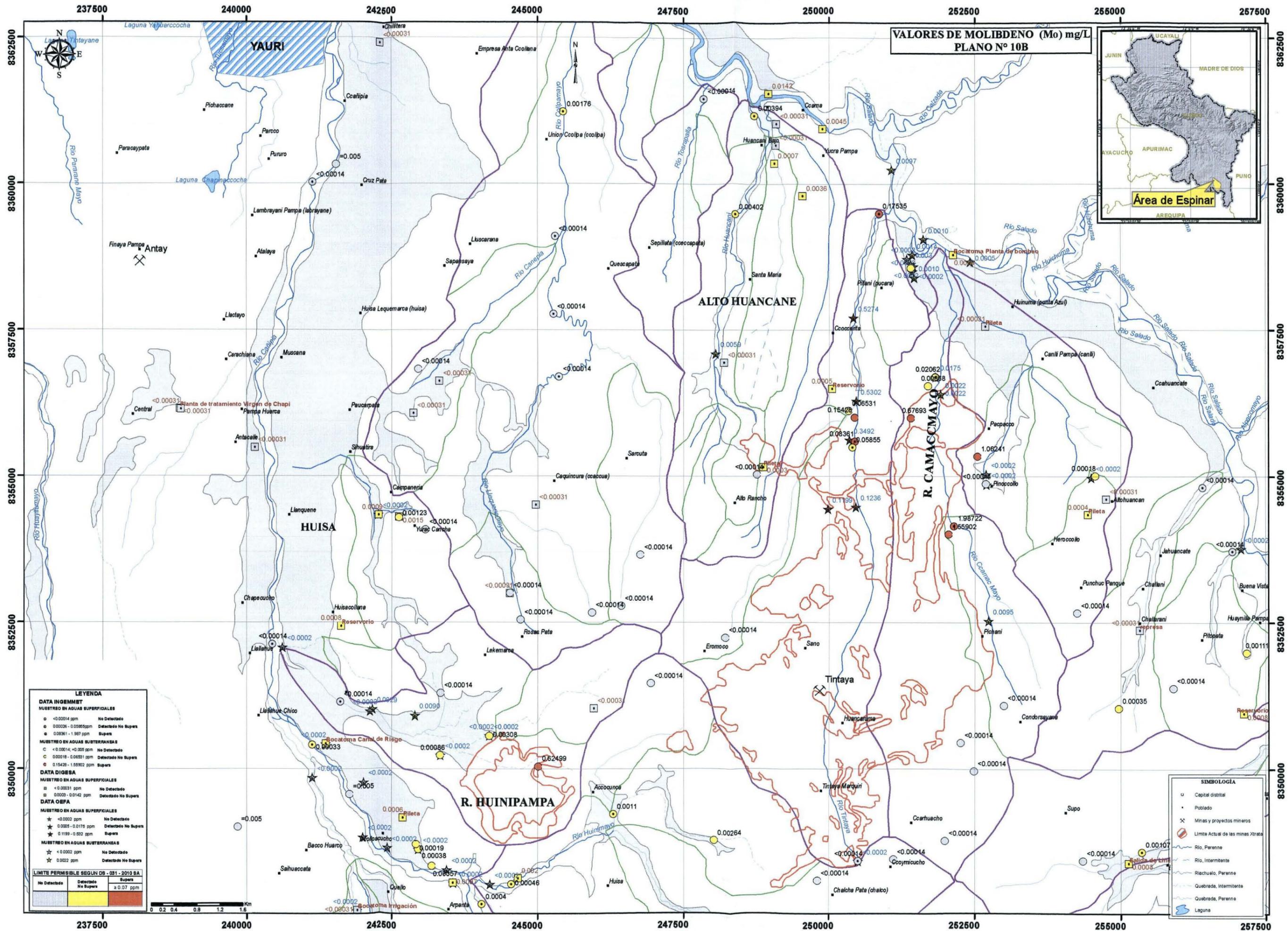
No Detectado	Detectado No Supera	Supera
		≥ 0.07 ppm

SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▭ Limite Actual de las minas Xtrata
- Rio, Perenne
- - - Rio, Intermitente
- ~ Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- - - Quebrada, Perenne
- ▭ Laguna



**VALORES DE MOLIBDENO (Mo) mg/L
PLANO N° 10B**



LEYENDA

DATA INGENMET

MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES

- <math><0.00014</math> ppm No Detectado
- 0.00026 - 0.0265 ppm Detectado No Supera
- 0.08361 - 1.987 ppm Supera

MUESTRO EN AGUAS SUBTERRANEA

- <math><0.00014</math> - 0.005 ppm No Detectado
- 0.00018 - 0.06031 ppm Detectado No Supera
- 0.15426 - 1.5902 ppm Supera

DATA DIGESA

MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES

- <math><0.00031</math> ppm No Detectado
- 0.00009 - 0.0142 ppm Detectado No Supera

DATA OEPA

MUESTRO EN AGUAS SUPERFICIALES

- ★ <math><0.0002</math> ppm No Detectado
- ★ 0.0005 - 0.0175 ppm Detectado No Supera
- ★ 0.1199 - 0.532 ppm Supera

MUESTRO EN AGUAS SUBTERRANEA

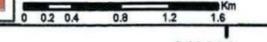
- ☆ <math><0.0002</math> ppm No Detectado
- ☆ 0.0022 ppm Detectado No Supera

LIMITE PERMISIBLE SEGUN DS - 031 - 2010 SA

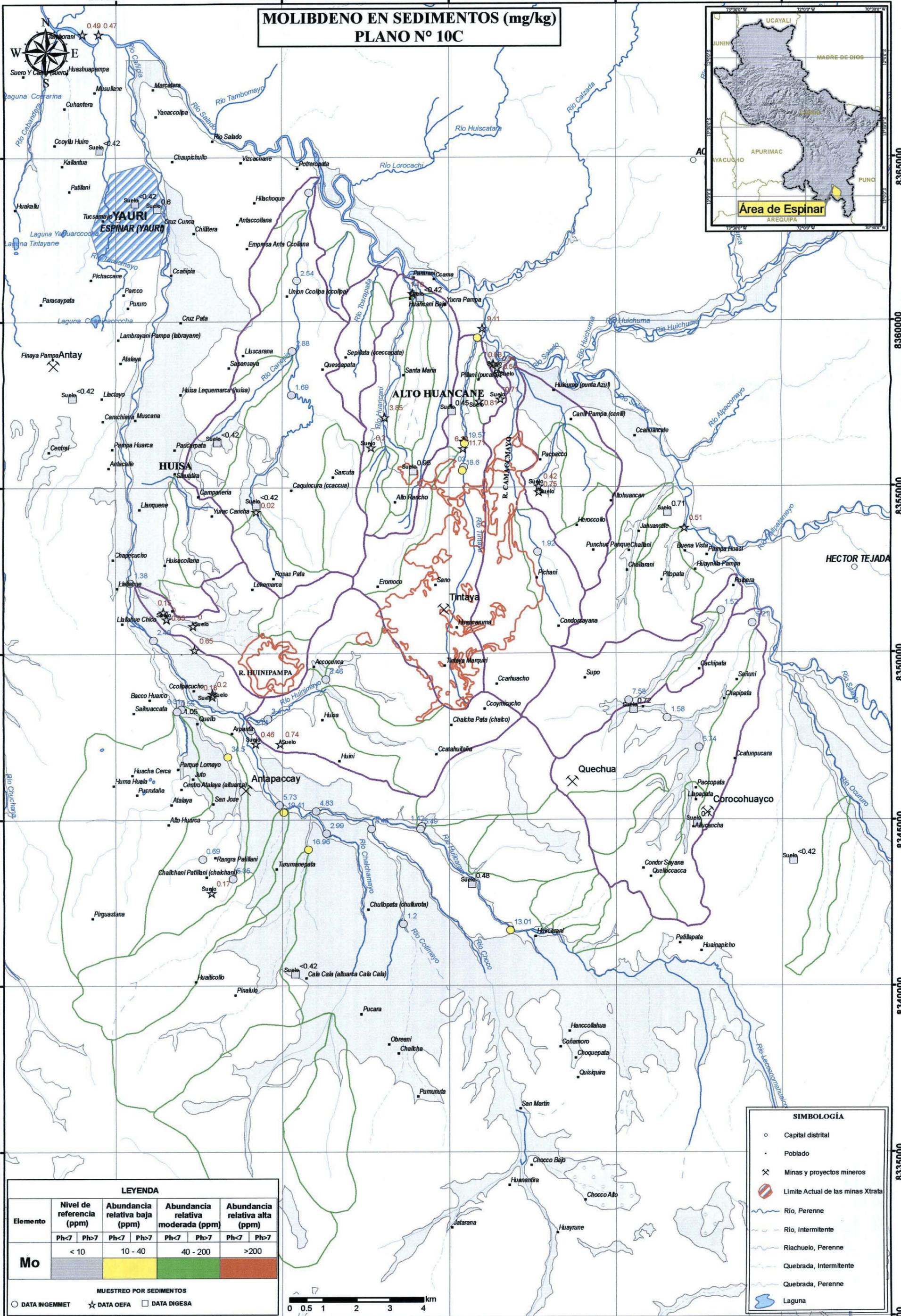
No Detectado	Detectado No Supera	Supera
□	■	■
<math><0.07</math> ppm	<math><0.07</math> ppm	> 0.07 ppm

SIMBOLOGIA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▭ Limite Actual de las minas xtrata
- Rio, Perenne
- Rio, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- Quebrada, intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna



MOLIBDENO EN SEDIMENTOS (mg/kg) PLANO N° 10C



LEYENDA

Elemento	Nivel de referencia (ppm)		Abundancia relativa baja (ppm)		Abundancia relativa moderada (ppm)		Abundancia relativa alta (ppm)	
	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7	Ph<7	Ph>7
Mo	< 10	< 10	10 - 40	10 - 40	40 - 200	40 - 200	>200	>200

MUESTREO POR SEDIMENTOS

○ DATA INGEMMET ★ DATA OEFA □ DATA DIGESA

SIMBOLOGÍA

- Capital distrital
- Poblado
- ✕ Minas y proyectos mineros
- ▭ Límite Actual de las minas Xtrata
- Río, Perenne
- - - Río, Intermitente
- Riachuelo, Perenne
- - - Quebrada, Intermitente
- Quebrada, Perenne
- Laguna

