

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

I N G E M M E T

**DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA
DIRECCION DE PROSPECCION MINERA**



**PROYECTO AURIFERO - MIMA
DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS**

**COMPILACION GEOLOGICO MINERA,
GEOQUIMICA REGIONAL DEL ORO Y
DISPERSION DEL MERCURIO EN EL MEDIO AMBIENTE**

(Informe de Avance Integrado 1995)

Por:

Armando Galloso C.

Klaus Steinmüller

Carlos Reyna L.

Ruben Castro B.

Diciembre - 1995

Lima - Perú

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

I N G E M M E T

**DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA
DIRECCION DE PROSPECCION MINERA**



**PROYECTO AURIFERO - MIMA
DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS**

**COMPILACION GEOLOGICO MINERA,
GEOQUIMICA REGIONAL DEL ORO Y
DISPERSION DEL MERCURIO EN EL MEDIO AMBIENTE**

(Informe de Avance Integrado 1995)

Por:

Armando Galloso C.

Klaus Steinmüller

Carlos Reyna L.

Ruben Castro B.

Diciembre - 1995

Lima - Perú

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

INGEMMET

DIRECCION GENERAL DE GEOLOGIA
DIRECCION DE PROSPECCION MINERA

PROYECTO AURIFERO - MIMA
DEPARTAMENTO DE MADRE DE DIOS

COMPILACION GEOLOGICO-MINERA,
GEOQUIMICA REGIONAL DEL ORO Y
DISPERSION DEL MERCURIO EN EL MEDIO AMBIENTE

(Informe de Avance Integrado 1995)

Preparado por:
Armando Galloso C.
Klaus Steinmüller
Carlos Reyna L.
Rubén Castro B.

Diciembre - 1995

Lima - Perú

CONTENIDO

	Pag.
RESUMEN	1
1.- INTRODUCCION	2
2.- OBJETIVOS DE LOS TRABAJOS	2
3.- METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS	2
4.- ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE TRABAJO	3
4.1 <i>Ubicación y Accesibilidad</i>	3
5.- GEOLOGIA	4
5.1 <i>Geología Regional</i>	4
5.1.1 <i>Grupo Ipururo</i>	4
5.1.1 <i>Formación Madre de Dios</i>	4
5.1.2 <i>Cuaternario Reciente</i>	4
5.2 <i>Geología Local</i>	4
5.2.1 <i>Depósitos Aluviales</i>	4
5.3 <i>Formación de los Yacimientos de Placer</i>	5
6.- OCURRENCIAS MINERAS REPRESENTATIVAS DE ORO	5
6.1 <i>Estudios Geológicos y Geoquímicos</i>	6
6.2 <i>Interpretación de Resultados</i>	6
7.- GEOQUIMICA REGIONAL DE ORO	7
7.1 <i>Toma de Muestras</i>	7
7.2 <i>Análisis Químicos</i>	7
7.3 <i>Interpretación de Resultados</i>	7
8.- DISPERSION DEL MERCURIO EN EL MEDIO AMBIENTE	8
8.1 <i>Toma de Muestras</i>	8
8.2 <i>Análisis Químicos</i>	9
8.3 <i>Interpretación de Resultados</i>	9
9.- PROSPECCION GEOFISICA	12
9.1 <i>Puquiri</i>	12
9.2 <i>Huepetuhe</i>	12

9.3 <i>Caychihue</i>	12
9.4 <i>Puerto Carlos</i>	12
10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	13
11.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

FOTOGRAFÍAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

ANEXOS

1. Procesamiento y Método Analítico de Laboratorio
2. Relación de Resultados Analíticos del Estudio de Ocurrencias
Mineras Representativas de Oro
- 3.1 Relación de Resultados Analíticos de la Geoquímica Regional de Oro
- 3.2 Cuadro General de Muestreo Geoquímico Regional de Oro – Zona Baja de Madre de Dios
4. Columnas Estratigráficas de Ocurrencias Mineras Representativas de Oro
5. Relación de Resultados Analíticos de Mercurio

ILUSTRACIONES REGIÓN MADRE DE DIOS

- Lámina N° 1 Mapa de Ubicación – Avance 1995
- Lámina A : Mapa Geológico Generalizado con Ubicación de las Tres Zonas Auríferas
- Lámina N° 2 Geología Regional (Sector de Muestreo)
- Lámina N° 3 Ubicación del Muestreo de Ocurrencias Mineras
Representativas de Oro
- Lámina N° 4 Ubicación del Muestreo Geoquímico Regional de Oro
- Lámina N° 5 Ubicación del Muestreo de Mercurio – Agua
- Lámina N° 6 Ubicación del Muestreo de Mercurio – Sedimentos
- Lámina N° 7 Ubicación del Muestreo de Mercurio – Materia Orgánica

RESUMEN

El trabajo que presenta INGEMMET dentro del Proyecto Aurífero - MIMA, (Minería Informal y Medio Ambiente) comprende una compilación geológico-minera, geoquímica regional por oro y el estudio de la dispersión del mercurio en el medio ambiente.

Tomando como referencia los datos de las operaciones encuestadas por el Sub-Proyecto Promoción Minera Aurífera Artesanal-SPMAA (MEM, 1995), se ha estudiado un total de 22 ocurrencias mineras representativas de oro, en el sector del río de Madre de Dios, desde el Lago Sandoval hasta la desembocadura del río Colorado.

Paralelamente al estudio de ocurrencias mineras representativas, se ha efectuado un muestreo geoquímico regional de sedimentos en terrazas, recolectándose hasta la fecha un total de 93 muestras.

Con los resultados obtenidos del muestreo efectuado se deduce que las ocurrencias mineras con leyes más altas de oro, se encuentran concentradas en el río Madre de Dios, entre el sector de Bijahual y Playa Alegría. En esta zona las ocurrencias con concentraciones de oro encima de 0.5 gr/m^3 , se localizan mayormente en terrazas monte adentro. Las mejores leyes se encuentran concentradas en los corridos, de forma lenticular constituido por arena que están relacionadas con las barras en punta o "point bars" de meandros abandonados. Las leyes altas de oro coinciden con una intensa actividad minera en la parte alta del río Madre de Dios.

La granulometría del oro indica que está mayormente distribuido en polvo-fino con escasas partículas hasta de 2.5 mm de diámetro; no se encontró charpas. Los clastos de la grava varían entre 0.5 cm hasta 15cm de diámetro; con excepciones hasta 31 cm de diámetro. El espesor de sobrecarga promedio fluctua entre 3 a 5 m, sobre el espesor de la grava hasta el nivel freático y con los resultados geofísicos se estimará el espesor promedio.

Para el estudio de la dispersión del mercurio en el medio ambiente, se han recolectado hasta la fecha 150 muestras de sedimentos, aguas y materia orgánica. Según los resultados del muestreo efectuado en la zona de estudio se puede comprobar lo siguiente:

- Las aguas de los ríos muestreados se hallan en los límites permisibles para ser utilizados para consumo doméstico.
- La mayor concentración de mercurio en los sedimentos de río, se observa en las partes altas del río Madre de Dios (aguas arriba de la desembocadura del río Inambari) y actualmente coincide con las áreas de mayor laboreo de extracción de oro.

Simultáneamente con los avances de la compilación geológico-minera, la geoquímica regional y el estudio de la dispersión del mercurio se ha elaborado un mapa geológico preliminar a escala 1:250,000 de las riberas del río Madre de Dios que abarca los cuadrángulos de Puerto Maldonado (26-y), Laberinto (26-x) y Colorado (26-v).

Para concluir con el programa trazados de la zona baja se deben efectuar estudios en los ríos Colorado, Lobo, Inambari, Tambopata, Malinoswky y en el valle del río Huepetuhe.

1.- INTRODUCCIÓN

De acuerdo al oficio No. 682-94-RPM/J es compromiso fundamental de INGEMMET la ejecución de las siguientes actividades:

- Levantamiento de la Carta Geológica a escala 1:100,000 del área del proyecto, estudio a cargo de la Dirección de la Carta Geológica Nacional.
- Compilación geológico-minera (estudio de algunas ocurrencias mineras representativas de oro), la geoquímica regional del oro y el estudio de la dispersión del mercurio en el medio ambiente a escala 1:250,000, trabajos que están siendo ejecutados por la Dirección de Prospección Minera.

2.- OBJETIVOS DE LOS TRABAJOS

Los objetivos principales de los trabajos en ejecución son:

- Estudiar la ocurrencia del oro y su distribución regional en los depósitos aluviales de la zona del río Madre de Dios y la dispersión del mercurio en el medio ambiente.
- Los resultados obtenidos debe ayudar a planificar la exploración y explotación del oro aluvial en el área, así como mitigar los efectos del empleo del mercurio en el tratamiento metalúrgico evitando contaminaciones.

3.- METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

Los trabajos efectuados comprenden estudios de campo y gabinete así:

- Para el estudio de la ocurrencia del oro y su distribución regional en el sector de Madre de Dios, se ha efectuado trabajos de geología minera en algunas operaciones representativas tomando como base la Encuesta Minera del SPMAA (MEM, 1995).
- Se ha efectuado trabajos de prospección geoquímica regional por oro, en terrazas, ubicadas en las márgenes de los ríos y monte adentro aproximadamente cada 2 á 3 km de espaciamiento, recolectándose muestras de sedimentos concentrados.
- Para obtener datos sobre la dispersión del mercurio en el medio ambiente, se han recolectado muestras de sedimentos aluviales, materia orgánica y aguas, a lo largo de los ríos y monte adentro, cada 2 a 3 kms. de espaciamiento.
- Simultáneamente con los avances de la compilación geológico-minera, la geoquímica regional y el estudio de la dispersión del mercurio, se está efectuando trabajos de verificación de la geología regional, teniendo como base los mapas geológicos regionales de las áreas de los ríos Madre de Dios e Inambari (ONERN, 1972) y la información geológica de PETROPERU (1975).

4.- ASPECTOS GENERALES DEL AREA DE TRABAJO

4.1 *Ubicación y Accesibilidad*

El área de estudio se ubica en el departamento de Madre de Dios, en la región sur oriental del Perú, con una área aproximada de 15,150 km², abarcando principalmente el río del mismo nombre, desde la desembocadura del río Colorado hasta el llamado Lago Sandoval, comprendiendo en ella parte de las redes de drenaje de los ríos Madre de Dios, Inambari, Colorado, Tambopata, Malinowsky, Caychihue y Huepetuhe. (Lámina N° 1).

El área se enmarca dentro de las siguientes coordenadas U.T.M.:

Vertice	Este	Norte
1.-	500,000	8'603,873
2.-	446,379	8'563,826
3.-	359,385	8'531,687
4.-	309,449	8'557,658
5.-	321,028	8'589,143
6.-	318,287	8'593,151
7.-	340,085	8'633,444
8.-	432,188	8'602,133
9.-	456,137	8'623,591
10.-	500,000	8'623,624

Dentro de ésta área se encuentran las áreas de las encuestas mineras de la zona Baja de Madre de Dios, importante para el proyecto ya que en ellas están concentrados la mayor parte de los mineros. (ver Lámina A).

Para un mejor estudio el área del proyecto se ha dividido en:

Zona Baja, (170 - 1,200 msnm) correspondiente a la llanura amazónica del Madre de Dios; su sistema hidrogáfico comprende los ríos Madre de Dios, Tambopata, Malinowsky, Inambari, Colorado, Lobo, De Las Piedras, Los Amigos, Puquiri, Caychihue, Huepetuhe.

Zona Intermedia, (1,200 - 3,500 msnm) comprende la vertiente Este de la cordillera oriental y la zona subandina, con pequeñas cuencas de sedimentos aluviales.

Zona Alta, (3,500 - 4,000 msnm) comprende las cordilleras del Apolobamba, Aricoma y Carabaya.

A la zona de trabajo se llega por vía terrestre mediante la carretera Cuzco-Mazuko-Puerto Maldonado y por vía aérea desde Lima-Puerto Maldonado, disponiendo ésta última ciudad de un aeropuerto pavimentado.

En el área de trabajo, el desplazamiento es principalmente por vía fluvial teniendo como eje principal el río Madre de Dios.

Los tiempos y Kilometrajes para llegar a la zona de trabajo son:

VIA AEREA :

Lima - Cuzco	50 minutos
Cuzco - Puerto Maldonado	30 minutos

VIA TERRESTRE :

Lima - Cuzco	1165 Km
Cuzco - Puerto Maldonado	532 Km

5.- GEOLOGIA

5.1 Geología Regional

El área está constituida por una serie de rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas recubiertas casi totalmente de materiales de edad cenozoica, los cuales se extienden entre la cordillera oriental y el cratón brasilero.

5.1.1 *Grupo Ipururo (T1)*

Aflora en el área de Puquiri, Huepetuhe, Caychihue y Puerto Carlos.

Constituido por areniscas semi consolidadas en estratos horizontales con intercalaciones de delgados niveles de limolitas y lutitas de colores pardo amarillentos y areniscas blancas.

5.1.2 *Formación Madre de Dios (Q1)*

Aflora en la Margen izquierda del río Madre de Dios en Laberinto, Tres Islas, Norte de Chiringayoc y al Norte de Bellavista.

Presentan superficies topográficas más elevadas, con contactos nítidos por la diferencia de coloraciones con las unidades más jóvenes o recientes y con un desnivel que puede superar los 60 m.

Litológicamente ocurren sedimentos de arcillas arenosas, lutitas, limos arcillosos en las partes inferiores y gravas o conglomerados (arcillas) en las partes superiores. Tienen matriz arcillosa y parece representar restos de coluvios más jóvenes.

Ambiente : Continental, fluvio-lacustre, ambiente reductor (diagénesis acentuada), contiene áreas sin interés alguno para la búsqueda de oro.

5.1.3 *Cuaternario Reciente (Q2)*

Comprende una serie de depósitos de canal que ocurren en la llanura de inundación formando unidades de terrazas (antiguas) y playas (recientes). Aflora en lechos de los ríos, y planicies de inundación.

Litológicamente son acumulaciones de gravas heterogéneas, arenas generalmente en forma de lentes, así como limos y arcillas que constituyen la sedimentación fina de sobrecarga. Las gravas arenosas tienen clastos subredondeados, de 18 cm de diámetro como promedio; y en algunos de sus niveles están cementados por una matriz de óxidos de hierro (relacionadas con los niveles freáticos).

Las arenas, limos y arcillas generalmente se presentan inconsolidados.

Ambiente : Continental, fluvial tipo meandriforme.

5.2. Geología Local.-

5.2.1 Depósitos Aluviales

El Cuaternario Reciente (Holoceno) de Madre de Dios fué originado por un régimen muy similar al actual.

El análisis de las imágenes de satélite, radar y fotos aéreas, indican por los cambios geomorfológicos perceptibles (existencia de paleomeandros abandonados), que hubieron muchas variaciones en la red de drenaje de la región.

De acuerdo a criterios morfológicos, se distinguen los siguientes tipos de depósitos:

- Playas del río Madre de Dios con sedimentos activos o actuales.
- Meandros abandonados con depósitos antiguos (terrazas), perceptibles por lagunas o la presencia de una vegetación más baja.
- Meandros abandonados con depósitos más antiguos (terrazas), sin estructuración perceptible.

Debido a los cambios en la sedimentación aluvial a través del tiempo, el oro aluvial también ha sido expuesto a diferentes ciclos de concentración y redistribución.

5.3 Formación de los Yacimientos de Placer

La formación de placeres mayormente tiene lugar en las barras en punta o "point bars" (márgenes convexas del río), donde el oro se acumula y enriquece progresivamente por interacciones de sedimentación, erosión y redeposición (ver Fig. 4.1).

Aunque las condiciones responsables para la formación de un placer pueden persistir por un largo período, el yacimiento en sí mismo es transitorio.

En el sector estudiado, los placeres antiguos se localizan en las terrazas ("point bars" de meandros abandonados), mientras que los que están relacionados a los sistemas actuales de drenaje, se encuentran en las playas del río ("point bars" recientes).

De la serie de muestreos realizados en "point-bars" recientes, para determinar la distribución horizontal y vertical del oro (ver foto N°1), se puede distinguir las partes de un "point bars", que son: la cabeza, el cuerpo y la cola, y explicar el modo de ocurrencia del oro, así tenemos:

- 1.- **CABEZA**, se ubica aguas arriba (lado izquierdo de la foto N°1), donde se acumula la mayor concentración de cantos rodados. Por crecientes del río, se forma un canal de agua (**chute**) paralelo al río, que lleva los diferentes minerales pesados, aquí es donde se originan las concentraciones de minerales pesados (oro), comúnmente llamados **corridos** en forma lenticular. (ver foto N°2)
- 2.- **CUERPO**, parte media más ancha en donde van disminuyendo los clastos. (ver foto N°3)
- 3.- **COLA**, aguas abajo (lado derecho de la foto N°1), donde los clastos son escasos. (ver foto N°4)

6.- OCURRENCIAS MINERAS REPRESENTATIVAS DE ORO

Para seleccionar mejor la ubicación de algunas ocurrencias mineras representativas de oro, se han planteado las 1,431 operaciones mineras encuestadas por el SPMAA (MEM, 1995), en dos mapas a escala 1:250,000, clasificándolos en Operaciones en Playas (placeres recientes) y Operaciones en Terrazas (placeres antiguos).

Con el fin de establecer el modo de ocurrencia del oro en el sector del río Madre de Dios, se ejecutaron estudios de detalle y muestreos representativos en cada una de las 22 ocurrencias mineras de oro seleccionadas, desde el Lago Sandoval hasta la desembocadura del río Colorado.

6.1 Estudios Geológicos y Geoquímicos

En cada una de las 22 ocurrencias mineras seleccionadas, se han tomado sus coordenadas UTM, estudiado su litología, granulometría de la grava y del oro, medida del espesor de sobrecarga así como la potencia de grava aurífera sobre el nivel freático. Además se recolectó una muestra representativa para obtener una ley referencial. El muestreo en cada punto fue efectuado mediante canales y pozos hasta llegar al nivel freático, extrayendo y pesando el material aurífero en baldes metálicos con el uso de una balanza romana. El lavado de las muestras se ha efectuado en cada campamento base mediante el sistema de Sluices (ver foto N° 11, 12 y 13)

La ubicación de las ocurrencias mineras representativas, se presenta en la lámina N° 3, las observaciones de campo y los ensayos de oro se encuentran resumidos en los perfiles del N° 1 al N° 22 (Anexo 4). Además se da una comparación de los resultados obtenidos con el de la encuesta minera del SPMAA, en los Perfiles N° s. 5, 6, 9, 11, 12, 13, 15, 16, 19 y 20.

6.2 Interpretación de Resultados

Después de haber efectuado el análisis de los resultados de campo y de los ensayos químicos de oro, se puede deducir lo siguiente:

- En el río Madre de Dios, se presentan las mejores leyes de oro en el sector donde predomina el sistema meandriforme, aguas arriba de la desembocadura del río Inambari.
- Los meandros cercanos o rodeados de la Fm. Madre de Dios, demoran en estrangularse favoreciendo así la acumulación y reconcentración de grava aurífera y por ende una buena concentración de oro.
- La Fm. Madre de Dios, al estar constituida en su mayoría de arcillas; y al ser estas erosionadas por el agua (lluvias, creciente del río) cubren a la grava aurífera formando parte de su matriz, y actuando a la vez de elemento captador de oro fino-polvo que predomina en el área de estudio.
- De acuerdo a los resultados analíticos obtenidos, el sector entre Centromin 3 (Bijahual) y Playa Alegria, es la zona con valores más altos de oro relacionados con meandros antiguos, monte adentro. Allí se han obtenido 6 muestras (5BMDAu-56, 64, 62, 81, 79 y 78) con 0.786, 1.853, 1.368, 0.498, 0.765 y 0.592 Au gr/m³, respectivamente.
- Las mejores leyes de oro se encuentran reconcentradas en los corridos de forma lenticular relacionados con los "point bars". Los depósitos de gravas que se encuentran fuera de los "point bars", tienen menos contenido de oro.
- El promedio de sobrecarga comprenden de 3 a 5 m de espesor.
- No existe una relación evidente entre el contenido de oro, la granulometría de los sedimentos aluviales y los espesores de su sobrecarga.

7.- GEOQUIMICA REGIONAL DE ORO

Para estudiar la distribución del oro y estimar, regionalmente las reservas de oro en la zona de Madre de Dios, se está efectuando, aparte del estudio de algunas ocurrencias representativas del oro, un muestreo geoquímico regional por oro.

7.1 Toma de Muestras

Para delimitar las formaciones donde se realiza el muestreo por oro, se ha diferenciado entre los depósitos aluviales recientes con grava aurífera y la Fm. Madre de Dios de comprobada ausencia de oro.

La delimitación de las zonas auríferas será necesario también para la estimación del potencial aurífero de la zona del proyecto. Por lo tanto, la información pertinente se ubica en un mapa a escala 1:250,000 (Lámina N°2).

Para los trabajos de geoquímica regional en el área de estudio, no es recomendable realizar el muestreo de sedimentos activos, debido a que estos en el río Madre de Dios son materiales redistribuidos, influenciados por la explotación de las dragas, chupaderas y trabajos artesanales y no reflejan la distribución original del oro.

Por lo tanto, se ha realizado el muestreo exclusivamente en las terrazas de depósitos antiguos aprovechando cortes y pozos de labores mineras. Las muestras se han tomado aproximadamente cada 2 a 3 km de espaciamiento, recolectándose un total de 93 muestras. El muestreo se ha realizado mediante canales y pozo (ver foto N°8)

7.2 Análisis Químicos

Las 93 muestras de concentrado; incluyendo en ellas, las 22 de las ocurrencias mineras representativas, fueron enviados al Laboratorio de Análisis Químico de INGEMMET, para que sean analizadas por oro con el método de Ensayo al Fuego (Anexo 1).

Los resultados químicos obtenidos y la geoquímica regional se presentan en los Anexos 2 y 3 respectivamente.

7.3 Interpretación de Resultados

De la interpretación de los resultados de los ensayos químicos, se puede deducir lo siguiente:

- La ley promedio del oro en la zona de estudio es 0.310 gr/m^3 con una desviación estándar de 0.320 gr/m^3 , indicando una distribución heterogénea, típica por oro aluvial.
- Entre el Lago Sandoval y la desembocadura del río Inambari, la ley promedio de oro es 0.300 gr/m^3 (desviación estándar 0.350 gr/m^3).
- Entre la desembocadura del río Inambari y la desembocadura del río Colorado la ley es 0.330 gr/m^3 (desviación estándar 0.330 gr/m^3), indicando leyes más altas de oro y similares. Esto hecho subraya los resultados del estudio de ocurrencias mineras representativas de oro (Capítulo 6) y coincide con la actividad minera más intensa en este sector (MEM, 1995).
- En la granulometría del oro se determinó que está mayormente distribuido en polvo-fino con escasas partículas hasta de 2.5 mm de diámetro; no se encontró charpas. Los clastos de la grava varían en promedio entre 0.5 cm hasta 15cm de diámetro, con

31 cm de diámetro.

- Los espesores de sobrecarga (uno de los factores que determina la rentabilidad de la explotación) son variables; así, se pueden distinguir tres zonas:
 - 1.- Entre Lago Sandoval y El Carmen con espesores entre 3 y 7 m.
 - 2.- Entre El Carmen y La Qbra. Chiringayoc con espesores de 1 a 3 m. (incluyendo la isla Laberinto con espesores hasta 5 m).
 - 3.- las de aguas arriba de Bellavista con espesores entre 3 y 5 m.

8.- DISPERSION DEL MERCURIO EN EL MEDIO AMBIENTE

El problema de la contaminación por mercurio procedente de la minería de oro a pequeña escala existe en casi todos los países en desarrollo. A nivel mundial se estima que las emisiones de mercurio de la pequeña minería son de varios centenares de toneladas al año.

Según la encuesta minera del SPMAA (MEM, 1995), la mayoría de los mineros amalgaman su concentrado en el cauce de los ríos y no usan una retorta para quemar su amalgama lo que permite que el mercurio escape al medio ambiente.

Considerando una producción estimada de oro en la zona de Madre de Dios de aproximadamente 10 TM anuales (MEM, 1995) y un factor de emisión del mercurio, es decir, el monto de mercurio descargado al medio ambiente para producir 1 Kg. de oro, es de 1 a 2 (Pfeiffer et al., 1993); se puede calcular que en Madre de Dios se descarga anualmente entre 10 y 20 toneladas de mercurio.

Siendo el mercurio uno de los pocos metales que ha provocado muertes de seres humanos a través de la cadena alimentaria, la contaminación ambiental por mercurio resulta uno de los mayores peligros para la ecología.

En el presente informe se exponen los resultados del estudio de la dispersión del mercurio realizado en el río Madre de Dios, entre el Lago Sandoval (aguas abajo de Puerto Maldonado) y la desembocadura del río Colorado.

8.1 Toma de Muestras

El muestreo para determinar la dispersión del mercurio en el área de estudio, se ejecutó en dos campañas (Julio-Agosto y Setiembre-Octubre 1995); el muestreo para sedimentos, materia orgánica y aguas, se ha realizado en las playas del río, monte adentro y en algunas quebradas afluentes, muestras de agua se han tomado también del centro del río.

Se han recolectado un total de 150 muestras: 67 de sedimentos finos, 51 de aguas y 32 de materia orgánica. Paralelamente a la toma de las muestras se midió el pH y la conductividad eléctrica de las aguas del río y de algunas quebradas afluentes.

Los sedimentos se han tomado en envases plásticos, aproximadamente 50 gr por cada muestra.

Las muestras de agua, se han recolectado en botellas de polietileno de 250 ml de capacidad. A fin de preservar las muestras de agua para los análisis de laboratorio se ha efectuado una acidificación con ácido nítrico.

Las muestras de materia orgánica como raíces, tallos, corteza, hojas en descomposición y

hojas verdes se han colocado en envases de plástico.

Después de la toma de las muestras se han rotulado las bolsas y botellas con un plumón indeleble y apuntado los siguientes datos en un protocolo de campo:

- Estación de muestreo
- Coordenadas
- Altitud
- Fecha de muestreo
- Código de la muestra
- Preservación (muestras de agua)

En lo referente al muestreo de peces y cabello humano, se ha contactado con el Ministerio de Pesquería y el Seguro Social en Puerto Maldonado a fin de conocer si ellos disponen de información sobre este asunto. Sin embargo, hasta la fecha no se tiene conocimiento en forma oficial sobre concentraciones de mercurio en peces y cabello humano en la zona de Madre de Dios. Por lo tanto, se ha planificado para la próxima salida de campo efectuar un muestreo respectivo. Puesto que la realización de los trabajos requiere conocimientos especiales tanto del material a muestrear, como de la forma de preservación y envío de las muestras a un laboratorio especializado etc. Es necesario contratar un biólogo y/o un médico de la zona para efectuar puntos de muestreo seleccionados.

8.2 Análisis Químicos

Las 150 muestras recolectadas se han enviado al Laboratorio de Análisis Químico de INGEMMET, para que sean analizadas por mercurio con el equipo de absorción atómica. Los resultados del estudio de la dispersión del mercurio, se presentan en el Anexo 5, así como en tres mapas a escala 1:250,000 (Lamina 5, 6 y 7) que acompañan el presente informe.

8.3 Interpretación de Resultados

La Calidad de las Aguas

Las aguas del sector analizado presentan un pH entre 7.1 y 8.1 y muestran una conductividad eléctrica de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. (μS = microsiemens: 1 Siemens = $10^6\mu\text{S}$). El pH de las aguas de las quebradas afluentes se encuentra entre 7.4 y 7.6 y su conductividad eléctrica es $< 100 \mu\text{S}/\text{cm}$.

La mayoría de las muestras de aguas, muestran valores de mercurio $< 0.5 \mu\text{g}/\text{L}$, a excepción de los resultados de las muestras HGA-24 y HGA-33 tomadas entre la localidad Tres Islas y la Isla Laberinto con valores de $0.6 \mu\text{g}/\text{L}$ y $1 \mu\text{g}/\text{L}$, así como la muestra HGA-110, proveniente de una labor minera monte adentro, con valores del mercurio de $1.4 \mu\text{g}/\text{L}$. Un caso especial representa la muestra HGA-104 con un valor extremadamente alto de $71.45 \mu\text{g}/\text{L}$ (ver Anexo 5), la cual se ha recolectado muy cerca de un lugar donde estuvieron amalgamando y vertiendo mercurio directamente al agua (ver foto N° 16 y 17).

Como base para la interpretación de los contenidos del mercurio en las aguas se ha considerado la Ley General de Aguas (LGA) del Perú, la que clasifica las aguas superficiales en 6 clases.

Cuadro 8.1 : Clases de aguas superficiales según la LGA con valores límites de mercurio

Clase	Descripción de la Clase	Valor Límite de Hg
I	Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección	2 µg/L
II	Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a proceso combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración aprobados por el Ministerio de Salud	2 µg/L
III	Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales	10 µg/L
IV	Aguas de zonas recreativas de contacto primario (baños y similar)	-
V	Aguas de zona de pesca de mariscos bivalvos	0.1 µg/L
VI	Aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial	0.2 µg/L

$$\mu\text{g/L} = 10^{-6} \text{ gr/L}$$

En base de esta clasificación la LGA, se puede deducir que los valores del mercurio en las aguas del área estudiada se encuentran dentro de los valores límites de las Clases I y II, las que luego de un tratamiento son aptas para el abastecimiento doméstico.

Como el límite de detección para mercurio en aguas es 0.5 µg/L en el laboratorio utilizado, no se puede deducir nada sobre la calidad de las aguas de las Clases V y VI.

Además, tomando como referencia los valores máximos permisibles para mercurio, así como el pH y Sólidos Total Disueltos ($\text{Sólidos Total Disueltos}/0.725 = \text{Conductividad Eléctrica}$) en aguas destinadas al consumo y teniendo en cuenta las normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se puede deducir que en general las aguas de los ríos del área de estudio pueden ser usadas para abastecimiento doméstico, en algunos casos con ligeros tratamientos.

Cuadro 8.2 : Valores máximos permisibles para Hg, pH y STD de la OMS

Parámetro	Valores máximos permisibles
Hg	1 µg/L
pH	6.5 - 9.2
Solidos Total Disueltos (STD)	1500 mg/L = ± 2,000 µS/cm.

$$\begin{aligned} \mu\text{g/L} &= 10^{-6} \text{ gr/L} \\ \text{mg/L} &= 10^{-3} \text{ gr/L} \end{aligned}$$

Concentración del Mercurio en los Sedimentos

Los valores de mercurio en los sedimentos aguas abajo de la desembocadura del río Inambari, se encuentran entre 0.01 y 0.185 mg/kg (ver Anexo 5). Una excepción es la muestra HGS-148 (16.6 mg/kg) recolectada monte adentro, en una quebrada angosta con poca agua, al norte de la localidad Tres Islas, donde los mineros suelen amalgamar sus concentrados.

Las muestras recolectadas aguas arriba de la desembocadura del río Inambari exponen valores más altos, entre 0.1 y 0.82 mg/kg (ver Anexo 5), los que coinciden con la más intensa actividad minera en las partes altas del río Madre de Dios (MEM, 1995).

Una excepción representa la muestra HGS-105 (2.56 mg/kg) que se ha tomado muy cerca de un lugar donde se estuvo vertiendo mercurio directamente al río durante la amalgamación.

Evaluando las concentraciones del mercurio, en los sedimentos del río Madre de Dios, se nota que el "Background" de mercurio reportado en los sedimentos de los ríos amazónicos sin actividades mineras auríferas (< 0.02 mg/kg; Lacerda & Salomons, 1991) es casi siempre sobrepasado (ver Anexo 5). En la parte baja del río Madre de Dios, aguas abajo de la desembocadura del río Inambari, los valores de mercurio son más bajos que el "Background" reportado por ríos no contaminados en Europa y Estados Unidos (0.3 mg/kg, Salomons & Förstner, 1984), donde los ríos tienen concentraciones elevadas de mercurio por causa de actividades industriales. Sin embargo, en las zonas altas del río, sobre todo con actividad minera más intensa, en varias muestras la concentración de mercurio excede el valor de 0.3 mg/Kg, indicando una contaminación que proviene de la actividad minera.

Concentración de Mercurio en la Materia Orgánica

Las concentraciones del mercurio en raíces, hojas y tallos en descomposición, aguas abajo de la desembocadura del río Inambari, tienen valores entre 0.033 y 0.185 mg/kg, mientras que las muestras recolectadas aguas arriba de la desembocadura del río Inambari exponen

concentraciones en el rango de 0.03–0.395 mg/kg (ver Anexo 5). Esto significa, que la materia orgánica recolectada en suelos de aguas arriba de la desembocadura del río Inambari, contiene más mercurio que en las partes bajas. Este hecho coincide con la más intensa actividad minera aguas arriba de la desembocadura del río Inambari (MEM, 1995).

No se nota una concentración fuerte del mercurio en la materia orgánica relativa a los sedimentos.

Al contrario, considerando un valor promedio del mercurio en los sedimentos de 0.16 mg/kg y un promedio de 0.11 mg/kg en la materia orgánica, se puede afirmar que el factor de concentración (materia orgánica–Hg/sedimentos–Hg) es aproximadamente 0.7.

Las muestras de hojas verdes recolectadas de plantas, arbustos y arboles (HGO-139, HGO-141, HGO-145 y HGO-149) muestran valores de mercurio entre 0,01 y 0.29 mg/kg. Como el mercurio no permanece largo tiempo en la atmósfera, sino que es absorbido rápidamente por hojas verdes (Lacerda & Salomons, 1991), se puede decir que los diferentes valores de mercurio en hojas reflejan los diferentes grados de la emisión de mercurio a la atmósfera.

9.- PROSPECCION GEOFISICA

Para dar inicio a los estudios geofísicos en Madre de Dios, en el Proyecto Aurífero MIMA, previamente se realizó un reconocimiento en cada una de las áreas a investigarse como Puquiri, Huepetuhe, Caychihue y Puerto Carlos.

Con el propósito de elaborar un plan de trabajo adecuado a los requerimientos del estudio geofísico. Para tal fin, se procedió primeramente a ubicar los puntos de los perfiles en un mapa base, recabado del mapa topográfico del IGN. El método empleado fué de Resistividad Geoelectrica.

Los puntos SEV han sido ubicados con coordenadas UTM y se realizaron en las siguientes áreas:

9.1 Puquiri

Se ejecutaron cinco (5) perfiles geofísicos con 33 Sondajes Eléctricos Verticales (SEV).

9.2 Huepetuhe

Se realizaron cuatro (4) perfiles geofísicos con 45 Sondajes Eléctricos Verticales (SEV), (Eje del Río hacia el Este).

9.3 Caychihue

Se ejecutaron cuatro (4) perfiles geofísicos con 35 Sondajes Eléctricos Verticales (SEV).

9.4 Puerto Carlos

Se ejecutaron cinco (5) perfiles geofísicos con 41 Sondajes Eléctricos Verticales (SEV).

Dichos trabajos se han culminado de acuerdo al programa establecido. Se ha realizado el cálculo de las resistividades aparentes y actualmente se viene realizando el trabajo de gabinete (ver foto N° 18).

10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1 - Las ocurrencias mineras con leyes altas de oro en el río Madre de Dios, están concentradas aguas arriba de la desembocadura del río Inambari, exponiendo espesores de sobrecarga entre 3 y 5 m.
- 2 - Ocurrencias con concentraciones de oro encima de 0.5 gr/m^3 se localizan mayormente en las terrazas monte adentro y están relacionadas con barras en punta o "point bars" de meandros antiguos.
- 3.- Con los estudios granulométricos del oro, se pudo apreciar que existe un predominio de polvo a fino (malla -40 a -20) y partículas de 2.5 mm de diámetro como máximo. Con respecto a la granulometría de la grava, los clastos oscilan entre 0.5 cm. hasta 15 cm. de diámetro, con excepciones hasta 31 cm. de diámetro.
- 4 - La información proveniente de mapas topográficos recientes están referidos al curso actual de los ríos; sin embargo, no se consideran los paleocauces, los cuales serán futuras áreas de exploración y explotación del oro in situ, y que se encuentran cubiertos por una densa vegetación. Se recomienda orientar la exploración a estos paleocauces.
- 5 - Es necesario continuar actualizando la información geológica de PETROPERU con el fin de delimitar las zonas auríferas, requeridas para la estimación del potencial aurífero de la zona del proyecto.
- 6 - Respecto a la dispersión del mercurio, se puede afirmar que en la zona de estudio, el contenido de mercurio en las aguas del río Madre de Dios esta por debajo del límite permisible para el abastecimiento doméstico. Los sedimentos del río aguas arriba de la desembocadura del río Inambari exponen altas concentraciones del mercurio, indicando una contaminación del medio ambiente, hecho coincidente con una actividad minera, que es más intensa en este sector.
- 7 - Para la reducción de la contaminación ambiental por mercurio se recomienda que se controle su uso y su reciclaje, control que se puede realizar mediante retortas o la instalación de laboratorios regionales, donde se procesarían a bajo costo los concentrados para los mineros.
- 8 - La instalación de los laboratorios regionales tendría la ventaja que los mineros ya no tendrían que comprar su mercurio y así sus actividades mineras resultarían más económicas, así mismo se podría controlar y manejar con más efectividad el uso del mercurio.

10.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- K. E. Campbell & Lidia Romero P. (1989) : La Geología del Cuaternario del Dpto. de Madre de Dios. Bol. Soc. G. P. v.79
- CENTROMIN : CESEL S.A.-Perú, CPRM-Brasil (1990): Exploración y Evaluación de Concesiones Mineras.
- CEPEECT (1987): Geología-Minería-Metalurgia del Oro
- A. Galloso C. (1994): Exploración y Muestreo en Yacimientos Auríferos Aluviales en el Perú. III Simposium Nacional de Minería Aurífera (Nazca-Perú)
- A. Galloso C, K Steinmüller, N. Chacón & E. Reyna (1994): Proyecto Aurífero MIMA: Proyecciones de las Actividades Programadas para 1995 (Dpto. Madre de Dios, Cuzco y Puno).
- A. Galloso C, K Steinmüller & R. Castro (1995): Proyecto Aurífero MIMA : Estimación Regional del Potencial Aurífero del Dpto. de Madre de Dios y Diagnostico Ambiental de la Minería Aluvial y Recomendaciones para mitigar sus efectos ecológicos.
- INGEMMET-Dirección de Informática (1995): Base de datos del Ex-Banco Minero del Perú.
- INGEMMET-ORSTOM (1979-1980): Informe Técnico Proyecto Oro
- Lacerda, L.D. & Salomons, W. (1991): Mercury in the Amazon: A Chemical Time Bomb, Dutch Ministry of Housing, Physical Planning and Environment, Haren, 46 p.
- MEM (1995): Encuesta Minera Zona Aurífera: Madre de Dios, Resultados Prioritarios, Lima, 16 p.
- ONERN (1972): Mapa Fisiográfico y Vías de Comunicación Zona Río Madre de Dios y Río Inambari.
- ORSTOM-INGEMMET (1980-1983): Oro Primario y Oro Detrítico en la Cordillera Sur-Oriental del Perú. El Papel de la Geomorfogénesis en la Formación de los Placeres.
- PETROPERU (1975): Interpretación Geológica de Imágenes de Radar
- Pfeiffer, W.C., Lacerda, L.D., Salomons, W. & Malm, O. (1993): Environmental fate of mercury from gold mining in the Brazilian Amazon, Environ. Rev. 1: 26-37
- Salomons, W. & Förstner, U. (1984): Metals in the hydrocycle, Berlín, 349 p.
- Valdiri Wargner J.E. (1986): Primer Taller Latinoamericano Sobre Oro Aluvial.- INGEOMINAS, AGID-UNESCO.

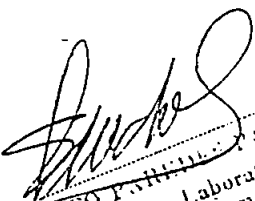
ANEXO 1

PROCESAMIENTO Y METODO ANALITICO DE LABORATORIO

ANALISIS DE ORO PROYECTO MIMA

- Las muestras concentradas se pesaron en base húmeda y seca.
- La muestra seca fué cuarteada y homogenizada para su análisis. El método empleado fué de Ensayo al Fuego - Absorción Atómica por ser muestra de (con presencia de Oro libre).
- El procedimiento fué el siguiente:

Se pesaron 30 gr de muestra, una de cada muestra, duplicandose en su análisis cada 5 muestras (total 2 muestras por duplicado de 41 muestras).
- Las muestras se fundieron a temperatura 950°C - 1000°C durante 45' - 60', con ayuda de reactivos fundentes como: Litargirio, Bórax, Carbonato de Sodio, Sílice, Harina y solución de AgNO_3 , ya frío en la lingotera se separó la escoria para formar el régulo (Pb-Au-Ag). El régulo se sometió a un proceso de copelación (eliminación del plomo por volatilización) a temperatura de 850 - 950°C por $\pm 30'$, quedando el botón de Au-Ag. La plata se separó con solución de ácido nítrico al 15%. El Oro que queda se disolvió con agua regia, diéndose en un volumen adecuado para su determinación por Absorción Atómica.


Ing.^o RUFÓ FERNÁNDEZ
Director de Laboratorio
INGEMMET


Quím. A. JARA F.
Laboratorio de Análisis Geoquímico
INGEMMET

ANEXO 2

RELACION DE RESULTADOS ANALITICOS DEL ESTUDIO

DE OCURRENCIAS MINERAS REPRESENTATIVAS DE ORO



SECTOR ENERGIA Y MINAS

INGEMMET

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

DIRECCION DE LABORATORIOS
(LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA)

ORDEN DE TRABAJO : Memo. N°216-95-DPM y N°312-95-DPM
SOLICITADO POR : Ing. Manuel Paz M.
PROCEDENCIA : DPTO. DE MADRE DE DIOS
PROYECTO : AURIFERO - MIMA
ANALISIS POR : Au
FECHA : Lima, 23 de Noviembre de 1995

CLAVE	P.ORIGINAL * Kgs]. (campo)	P. CONC. ** Kg. (laboratorio)	AU g/TM	DENSIDAD * DE GRAVA (g/cm ³ <->ITM/M ³)	AU g/M ³
5 BMD-Au 3	52	0.176	0.24	2.00	0.480
5 BMD-Au 6	50	0.382	0.23	1.92	0.442
5 BMD-Au 14	78	0.395	0.13	2.00	0.260
5 BMD-Au 21	80	0.159	0.06	2.05	0.123
5 BMD-Au 38	81	0.295	0.08	2.07	0.166
5 BMD-Au 56	105.65	0.289	0.3875	2.03	0.786
5 BMD-Au 62	57.80	0.174	0.6161	2.22	1.368
5 BMD-Au 64	54.30	0.163	0.8865	2.09	1.853
5 BMD-Au 69	82.40	0.132	0.1655	2.11	0.349
5 BMD-Au 75	28.00	0.076	0.1167	2.15	0.251
5 BMD-Au 78	68.00	0.196	0.3401	1.74	0.592
5 BMD-Au 79	74.50	0.132	0.4004	1.91	0.765
5 BMD-Au 81	42.40	0.301	0.3053	1.63	0.498
5 BMD-Au 85	64.40	0.224	0.0510	1.65	0.084
5 BMD-Au 86	76.50	0.814	0.7555	1.96	1.481
5 BMD-Au 87	75.05	0.104	0.0619	1.92	0.119
5 BMD-Au 88	72.10	0.243	0.2416	1.85	0.447
5 BMD-Au 89	70.70	0.234	0.2118	1.81	0.383
5 BMD-Au 90	78.40	0.192	0.1257	2.01	0.253

5 BMD-Au 91	69.30	0.150	0.0426	1.78	0.076
5 BMD-Au 92	77.40	0.131	0.2409	1.98	0.477
5 BMD-Au 93	78.70	0.356	0.1614	2.02	0.326

Nota: * Son datos entregados por los Ingenieros encargados del proyecto - MIMA
** Peso seco de la muestra.

ANEXO 3.1

RELACION DE RESULTADOS ANALITICOS DE LA

GEOQUIMICA REGIONAL DE ORO



SECTOR ENERGIA Y MINAS

INGEMMET

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

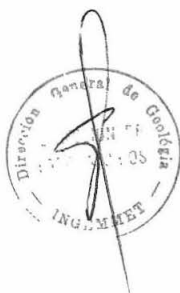
DIRECCION DE LABORATORIOS
(LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA)

ORDEN DE TRABAJO : Memo. N°216-95-DPM
SOLICITADO POR : Ing. Manuel Paz M.
PROCEDENCIA : DPTO. DE MADRE DE DIOS
PROYECTO : AURIFERO - MIMA
ANALISIS POR : Au
FECHA : Lima, 05 de Setiembre de 1995

CLAVE	P.ORIGINAL * Kgs]. (campo)	P. CONC. ** Kg. (laboratorio)	GRAVA AU g/TM	* DENSIDAD DE GRAVA g/cm ³	GRAVA AU g/M ³
5 BMD-Au 1	127	0.309	0.10	1.95	0.195
5 BMD-Au 2	25	0.076	0.01	1.92	0.019
5 BMD-Au 3	52	0.176	0.24	2.00	0.480
5 BMD-Au 4	54	0.255	0.15	2.07	0.311
5 BMD-Au 5	52	0.254	0.14	2.00	0.280
5 BMD-Au 6	50	0.382	0.23	1.92	0.442
5 BMD-Au 7	50	0.206	0.07	1.92	0.135
5 BMD-Au 8	50	0.196	0.08	1.92	0.154
5 BMD-Au 9	50	0.105	0.13	1.92	0.250
5 BMD-Au 10	51	0.281	0.50	1.96	0.981
5 BMD-Au 11	52	0.286	0.09	2.00	0.180
5 BMD-Au 12	52	0.200	0.12	2.00	0.240
5 BMD-Au 13	80	0.327	0.21	2.05	0.431
5 BMD-Au 14	78	0.395	0.13	2.00	0.260
5 BMD-Au 15	104	0.363	0.38	2.00	0.760
5 BMD-Au 16	56	0.215	0.04	2.15	0.086
5 BMD-Au 17	79	0.171	0.04	2.03	0.081
5 BMD-Au 18	76	0.315	0.08	1.95	0.156
5 BMD-Au 19	80	0.126	0.08	2.05	0.164

CLAVE	P. ORIGINAL * Kgs]. (campo)	P. CONC. ** Kg. (laboratorio)	GRAVA AU g/TM	* DENSIDAD DE GRAVA. g/cm ³	GRAVA AU g/M ³
5 BMD-Au 20	78	0.119	0.03	2.00	0.060
5 BMD-Au 21	80	0.159	0.06	2.05	0.123
5 BMD-Au 22	27	0.132	0.17	2.07	0.352
5 BMD-Au 23	78	0.130	0.05	2.00	0.100
5 BMD-Au 24	48	0.114	0.28	1.85	0.518
5 BMD-Au 25	39	0.172	0.18	1.50	0.270
5 BMD-Au 26	78	0.128	0.02	2.00	0.040
5 BMD-Au 27	78	0.213	0.06	2.00	0.120
5 BMD-Au 28	81	0.196	0.15	2.07	0.311
5 BMD-Au 29	104	0.221	0.04	2.00	0.080
5 BMD-Au 30	56	0.153	0.18	2.15	0.387
5 BMD-Au 31	78	0.145	0.12	2.00	0.240
5 BMD-Au 32	78	0.342	0.17	2.00	0.340
5 BMD-Au 33	52	0.128	0.03	2.00	0.060
5 BMD-Au 34	84	0.188	0.10	2.15	0.215
5 BMD-Au 35	48	0.161	0.03	1.85	0.056
5 BMD-Au 36	54	0.337	0.15	2.07	0.311
5 BMD-Au 37	55	0.399	0.05	2.12	0.106
5 BMD-Au 38	81	0.295	0.08	2.07	0.166
5 BMD-Au 39	54	0.154	0.03	2.07	0.062
5 BMD-Au 40	52	0.096	0.01	2.00	0.020
5 BMD-Au 41	52	0.189	0.05	2.00	0.100

Nota: * Son datos entregados por los Ingenieros encargados del proyecto - MIMA
 ** Peso seco de la muestra.




 Quím. MARIA JARA F.
 Laboratorio de Análisis Geoquímico
 INGEMMET



SECTOR ENERGIA Y MINAS
INGEMMET

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

DIRECCION DE LABORATORIOS
(LABORATORIO DE QUIMICA ANALITICA)

ORDEN DE TRABAJO : Memo. N°312-95-DPM
SOLICITADO POR : Ing. Manuel Paz M.
PROCEDENCIA : DPTO. DE MADRE DE DIOS
PROYECTO : AURIFERO - MIMA
ANALISIS POR : Au
FECHA : Lima, 23 de Noviembre de 1995

CLAVE	PESO ORIGINAL DE GRAVA AURIFERA (Kg)	PESO DEL CONCENTRADO SECO (Kg)	CONCENTRADO Au g/TM	DENSIDAD * DE GRAVA g/cm ³	GRAVA Au g/M ³
5BMD-Au 42	116.50	0.198	73.84	2.24	0.281
5BMD-Au 43	120.60	0.097	40.0	2.32	0.075
5BMD-Au 44	115.15	0.481	58.0	2.21	0.535
5BMD-Au 45	57.15	0.059	22.67	2.20	0.052
5BMD-Au 46	62.10	0.129	124.70	2.39	0.619
5BMD-Au 47	118.40	0.087	51.33	2.28	0.086
5BMD-Au 48	115.20	0.377	30.67	2.22	0.223
5BMD-Au 49	106.95	0.257	27.33	2.06	0.135
5BMD-Au 50	109.60	0.111	30.50	2.11	0.065
5BMD-Au 51	107.30	0.104	39.0	2.06	0.078
5BMD-Au 52	108.30	0.191	35.0	2.08	0.128
5BMD-Au 53	101.05	0.283	15.67	1.94	0.085
5BMD-Au 54	110.40	0.424	54.0	2.12	0.439
5BMD-Au 55	95.50	0.150	53.33	1.84	0.154
5BMD-Au 56	105.65	0.289	141.66	2.03	0.786
5BMD-Au 57	111.90	0.205	59.33	2.15	0.234
5BMD-Au 58	104.50	0.334	21.67	2.01	0.139
5BMD-Au 59	51.65	0.225	23.0	1.99	0.199
5BMD-Au 60	54.10	0.111	24.33	2.08	0.104

CLAVE	PESO ORIGINAL DE GRAVA AURIFERA (Kg)	PESO DEL CONCENTRADO SECO (Kg)	CONCENTRADO Au g/TM	DENSIDAD * DE GRAVA g/cm ³	GRAVA Au g/M ³
5BMD-Au 61	111.95	0.152	64.33	2.15	0.188
5BMD-Au 62	57.80	0.174	204.67	2.22	1.368
5BMD-Au 63	53.85	0.090	47.33	2.07	0.164
5BMD-Au 64	54.30	0.163	295.33	2.09	1.853
5BMD-Au 65	54.30	0.114	26.0	2.09	0.114
5BMD-Au 66	53.90	0.078	34.65	2.07	0.104
5BMD-Au 67	99.40	1.528	4.10	1.91	0.120
5BMD-Au 68	100.50	0.167	9.67	1.93	0.035
5BMD-Au 69	82.40	0.132	103.33	2.11	0.349
5BMD-Au 70	81.90	0.155	106.67	2.10	0.424
5BMD-Au 71	81.90	0.153	127.33	2.10	0.500
5BMD-Au 72	54.10	0.243	37.67	2.08	0.352
5BMD-Au 73	117.10	0.311	29.0	2.25	0.137
5BMD-Au 74	113.70	0.245	46.0	2.19	0.217
5BMD-Au 75	28.00	0.076	43.0	2.15	0.251
5BMD-Au 76	79.50	0.179	42.67	2.04	0.196
5BMD-Au 77	104.20	0.148	26.0	2.00	0.074
5BMD-Au 78	68.00	0.196	118.0	1.74	0.592
5BMD-Au 79	74.50	0.132	226.0	1.91	0.765
5BMD-Au 80	107.60	0.167	116.33	2.07	0.374
5BMD-Au 81	42.40	0.301	43.0	1.63	0.498
5BMD-Au 82	77.40	0.437	13.0	1.98	0.145
5BMD-Au 83	103.50	0.189	30.33	1.99	0.110
5BMD-Au 84	103.75	0.326	29.67	2.00	0.166
5BMD-Au 85	64.40	0.224	14.67	1.65	0.084
5BMD-Au 86	76.50	0.814	71.0	1.96	1.481
5BMD-Au 87	75.05	0.104	44.67	1.92	0.119
5BMD-Au 88	72.10	0.243	71.67	1.85	0.447
5BMD-Au 89	70.70	0.234	64.0	1.81	0.383
5BMD-Au 90	78.40	0.192	51.33	2.01	0.253
5BMD-Au 91	69.30	0.150	19.67	1.78	0.076
5BMD-Au 92	77.40	0.131	142.33	1.98	0.477
5BMD-Au 93	78.70	0.356	35.67	2.02	0.326

Nota: * Son datos entregados por los Ingenieros encargados del Proyecto - MIMA

** Peso seco de la muestra.




 Quím. MARIA JARA F.
 Laboratorio de Análisis Geoquímico
 INGEMMET

ANEXO 3.2

CUADRO GENERAL DE MUESTREO GEOQUIMICO REGIONAL DE ORO

ZONA BAJA DE MADRE DE DIOS

ZONA BAJA MADRE DE DIOS - CUADRO GENERAL DE MUESTREO GEOQUIMICO REGIONAL DE ORO

CODIGO	COORDENADAS UTM		MARGEN DE RIO	NOMBRE DEL SITIO	ESPESOR (m)		GRANULOMETRIA		LEY Au gr/m3
	ESTE	NORTE			SOBRECARGA	GRAVA AURIFERA	CLASTOS (cm)	ORO : APRECIACION	
5BMD-Au 1	476412	8615429	IZQUIERDA	OTILIA	4.85	1.40	1 - 3	Polvo :	0.195
5BMD-Au 2	477805	8618298	DERECHA	PUERTO ARTURO	1.50	* 0.70	1 - 3	Fino - Polvo :	0.019
5BMD-Au 3	474835	8614013	DERECHA	ROMPE OLA	3.00	0.90	1 - 4	Fino - Polvo :	0.480
5BMD-Au 4	463160	8609583	DERECHA	TUPAC AMARU	3.70	1.80	1 - 5	Fino - Polvo :	0.311
5BMD-Au 5	466328	8610235	IZQUIERDA	ALTO CHORRILLOS	6.40	1.00	1 - 4	Fino - Polvo :	0.280
5BMD-Au 6	468413	8608529	DERECHA	CHORRILLOS	3.90	* 1.60	0.5 - 4	Fino - Polvo :	0.442
5BMD-Au 7	474222	8610283	IZQUIERDA	ALTO PASTORA	4.50	1.50	3 - 4	Fino - Polvo :	0.135
5BMD-Au 8	462376	8612557	IZQUIERDA	FRANCO	7.00	1.00	1 - 5	Fino - Polvo :	0.154
5BMD-Au 9	461450	8614961	DERECHA	PLAYA ALTA	7.20	0.70	1 - 4	Fino - Polvo :	0.250
5BMD-Au 10	456279	8615121	IZQUIERDA	PALMICHAL	5.30	0.85	1 - 4	Fino - Medio :	0.981
5BMD-Au 11	458954	8613818	DERECHA	TRES ISLAS	5.20	1.20	1 - 5	Fino - Polvo :	0.180
5BMD-Au 12	460106	8611830	DERECHA	TRES ISLAS	4.20	1.50	1.5 - 4	Fino - Medio :	0.240
5BMD-Au 13	459120	8610758	DERECHA	SAN JACINTO	5.00	2.40	1 - 20	Fino - Medio :	0.431
5BMD-Au 14	458210.370	8609592.390	DERECHA	SAN JACINTO (M.V.A)	3.60	3.70	1 - 8	Fino - Polvo :	0.260
5BMD-Au 15	455949	8607467	DERECHA	DIAMANTE	6.30	3.00		Fino - Polvo :	0.760
5BMD-Au 16	451822	8606682	DERECHA	CHORRERA	4.50	1.40	1 - 8	Fino - Polvo :	0.086
5BMD-Au 17	449172	8605053	DERECHA	CHORRERA I	3.00	2.30	1 - 15	Fino - Polvo :	0.081
5BMD-Au 18	447082	8603102	DERECHA	QUEBRADA AZUL	5.10	* 1.00	1 - 10	Fino - Polvo :	0.156
5BMD-Au 19	441649	8603805	IZQUIERDA	PASTORA GRANDE	1.60	2.20	1 - 36	Fino - Medio :	0.164
5BMD-Au 20	439304	8602838	IZQUIERDA	FRENTE ISLA LABERINTO	1.70	* 2.00	1 - 20	Fino - Polvo :	0.060
5BMD-Au 21	438645.605	8601066.177	DERECHA	GABRIELA	5.60	2.70	1 - 8	Fino - Medio :	0.123
5BMD-Au 22	438634	8600944	DERECHA	COPAMANU	4.00	0.70			0.352
5BMD-Au 23	439676	8598521	DERECHA	SANTA ROSA	3.50	1.50	1 - 13	Fino - Medio :	0.100
5BMD-Au 24	437600	8595790	IZQUIERDA	PLAYA ROSA BERTHA	4.20	0.80	1 - 9		0.518

ZONA BAJA MADRE DE DIOS - CUADRO GENERAL DE MUESTREO GEOQUIMICO REGIONAL DE ORO

CODIGO	COORDENADAS UTM		MARGEN DE RIO	NOMBRE DEL SITIO	ESPESOR (m)		GRANULOMETRIA		LEY Au gr/m3
	ESTE	NORTE			SOBRECARGA	GRAVA AURIFERA	CLASTOS (cm)	ORO : APRECIACION	
5BMD-Au 25	435004	8593987	IZQUIERDA	PLAYA ARENILLA	2.20	1.62	1 - 13	Fino - Medio :	0.270
5BMD-Au 26	437715	8603219	IZQUIERDA		7.20	1.80	1 - 10	Fino - Polvo :	0.040
5BMD-Au 27	437658	8601865	DERECHA	CLEMENTE NAVARRETE	1.30	2.25	1 - 10	Fino - Medio :	0.120
5BMD-Au 28	437323	8599740	DERECHA	PLAYA LUNA	2.10	1.90	1 - 15	Fino - Medio :	0.311
5BMD-Au 29	434282	8599473	IZQUIERDA	PEDRO ANTONIO	3.50	3.20	1 - 10		0.080
5BMD-Au 30	434819	8598066	DERECHA	ISLA LABERINTO	3.30	1.30	1 - 15	Medio - Fino :	0.387
5BMD-Au 31	435062	8595459	DERECHA	ISLA DE MILLA	3.30	2.10	1 - 15		0.240
5BMD-Au 32	432162	8596181	IZQUIERDA	PLAYA DUPLA (Den. Zalazar)	4.00	* 0.60	1 - 8	Fino - Medio :	0.340
5BMD-Au 33	429933	8592920	DERECHA	MARONAL	3.30	* 1.50	1 - 16		0.060
5BMD-Au 34	427161	8594716	DERECHA	PLAYA BONANZA	3.70	1.80	1 - 30		0.215
5BMD-Au 35	478137	8619677	IZQUIERDA	PUERTO ARTURO	6.00	* 3.20	1 - 5	Polvo - Fino :	0.056
5BMD-Au 36	481170	8619583	DERECHA	ALTA CACHUELA	7.50	1.10	0.5 - 4	Fino :	0.311
5BMD-Au 37	482077	8612266	DERECHA	LA CAHUELA	6.50	* 1.60	1 - 7	Polvo :	0.106
5BMD-Au 38	486037	8607575	IZQUIERDA	EL TRIUNFO ?	2.40	2.40	1 - 8	Fino :	0.166
5BMD-Au 39	489227	8607171	IZQUIERDA	BAJO MADRE DE DIOS	7.90	1.50	1 - 8		0.062
5BMD-Au 40	492865	8608108	DERECHA	A 200 m LAGO SANDOVAL	7.00	1.50	1 - 5	Polvo - Fino :	0.020
5BMD-Au 41	493841	8610745	IZQUIERDA	ISLA ROLIN	-	1.20			0.100
5BMD-Au 42	425098	8594666	IZQUIERDA	PLAYA PACHECO	1.00	4.30	1 - 25	Fino - Medio : R (67)	0.281
5BMD-Au 43	422636	8594831	IZQUIERDA	PLAYA ESPERANZA ALTA	2.90	0.80	1 - 23	Fino - Polvo :	0.075
5BMD-Au 44	419607	8595441	IZQUIERDA	BOCA DEL INAMBARI	2.20	* 2.55	1 - 10	Fino - Polvo :	0.535
5BMD-Au 45	417144	8595924	IZQUIERDA	INAMBARILLO	2.00	1.00	1 - 20	Fino - Polvo :	0.052
5BMD-Au 46	416003	8595626	DERECHA	BOCA INAMBARILLO	4.00	* 0.90	1 - 24	Fino - Medio :	0.619
5BMD-Au 47	408750	8600563	DERECHA	LAGARTOS	2.10	1.95	1 - 25	Fino - Polvo :	0.086
5BMD-Au 48	412079	8599647	IZQUIERDA	ALIANZA I	4.30	* 2.00	1 - 12	Fino - Medio :	0.223

ZONA BAJA MADRE DE DIOS - CUADRO GENERAL DE MUESTREO GEOQUIMICO REGIONAL DE ORO

CODIGO	COORDENADAS UTM		MARGEN DE RIO	NOMBRE DEL SITIO	ESPESOR (m)		GRANULOMETRIA		LEY Au gr/m ³
	ESTE	NORTE			SOBRECARGA	GRAVA AURIF.	CLASTOS (cm)	ORO : APRECIACION	
5BMD-Au 49	410951	8598428	DERECHA	COCHAREQUE 1	2.60	1.40	1 - 15	Fino - Polvo : P	0.135
5BMD-Au 50	414519	8597408	DERECHA	AMIQUE	3.30	2.87	1 - 20	Fino :	0.065
5BMD-Au 51	407567	8600010	IZQUIERDA	VUELTA GRANDE	3.00	2.40	1 - 11	Medio - Fino :	0.078
5BMD-Au 52	404607	8600405	DERECHA	MIRADOR I	2.80	3.00	1 - 18	Fino - Polvo :	0.128
5BMD-Au 53	403402	8601709	DERECHA	CHIRINGAYOC	4.00	* 1.75	1 - 10	Fino - Polvo :	0.085
5BMD-Au 54	400451	8601499	DERECHA	CENTROMIN 1	2.60	2.90	1 - 11	Fino - Polvo :	0.439
5BMD-Au 55	398578	8602277	IZQUIERDA	CENTROMIN 2	2.80	1.50	1 - 13	Fino :	0.154
5BMD-Au 56	398466.600	8600741.100	DERECHA	CENTROMIN 3 BIJAHUAL	3.10	2.01	1 - 23	Fino - Medio : B (55)	0.786
5BMD-Au 57	381600	8608315	IZQUIERDA	PLAYA DAVID - TEXAS GOLD	3.30	3.50	1 - 17	Fino - Polvo :	0.234
5BMD-Au 58	383616	8608173	DERECHA	LOS AMIGOS	3.70	3.45	1 - 10	Fino - Polvo :	0.139
5BMD-Au 59	387141	8608187	DERECHA	BOCA AMIGOS	3.40	1.35	1 - 12	Fino - Polvo :	0.199
5BMD-Au 60	391388	8604710	DERECHA	HUITOTO 1	4.50	1.10	1 - 10	Fino : P (15)	0.104
5BMD-Au 61	390049	8602083	DERECHA	HUITOTO 2	4.15	1.85	1 - 20	Fino - Polvo : R (30)	0.188
5BMD-Au 62	381823	8606574	DERECHA	CHIRINOS	4.70	0.70	1 - 13	Fino - Polvo : B	1.368
5BMD-Au 63	385981	8609179	IZQUIERDA	AMIGOS	5.80	1.30	1 - 10	Fino - Medio : P-R (20)	0.164
5BMD-Au 64	386433.742	8605178.684	DERECHA	CORICANCHA	5.00	1.70	1 - 15	Fino - Medio : Ba (130)	1.853
5BMD-Au 65	392351	8601212	IZQUIERDA	CINCO ISLAS 1	4.30	1.70	1 - 14	Fino - Polvo : P (30)	0.114
5BMD-Au 66	394844	8600721	DERECHA	CINCO ISLAS 2	4.05	1.04	1 - 12	Fino : P	0.104
5BMD-Au 67	397250	8599922	IZQUIERDA	PATOCOCHA	3.00	1.85	1 - 18	Polvo - Fino : P	0.120
5BMD-Au 68	399573	8599693	DERECHA	CENTROMIN 4	3.80	2.00	1 - 10	Fino - Polvo : P (30)	0.035
5BMD-Au 69	351499	8608301	IZQUIERDA	MILLONARIOS	2.00	2.10	1 - 12		0.349
5BMD-Au 70	356148	8604773	DERECHA	SANTA IRENE	4.30	1.20	1 - 13		0.424
5BMD-Au 71	358931	8606033	IZQUIERDA	EL PACAL II	3.40	1.20	1 - 15		0.500
5BMD-Au 72	363728	8603903	DERECHA	HUACAMAYO I	3.30	0.80	1 - 5		0.352

ZONA BAJA MADRE DE DIOS - CUADRO GENERAL DE MUESTREO GEOQUIMICO REGIONAL DE ORO

CODIGO	COORDENADAS UTM		MARGEN DE RIO	NOMBRE DEL SITIO	ESPESOR (m)		GRANULOMETRIA		LEY Au gr/m3
	ESTE	NORTE			SOBRECARGA	GRAVA AURIF.	CLASTOS (cm)	ORO : APRECIACION	
5BMD-Au 73	365964	8607185	IZQUIERDA	HUACAMAYO II	3.70	2.20	1.5 - 15		0.137
5BMD-Au 74	367612	8605024	IZQUIERDA	HUACAMAYO III	3.30	3.00	1 - 15		0.217
5BMD-Au 75	372071	8606067	DERECHA	LAGO HUAMAN - AURINSA	3.70	* 0.80	1 - 12		0.251
5BMD-Au 76	368726	8607938	DERECHA	SAN JUAN GRANDE	4.25	1.75	1 - 15		0.196
5BMD-Au 77	370961	8609904	DERECHA	PLAYA DOCE	2.10	2.90	1 - 10		0.074
5BMD-Au 78	373893.400	8609897.700	DERECHA	PLAYA ALEGRIA	3.30	1.60	1 - 7		0.592
5BMD-Au 79	375389.200	8609527.600	IZQUIERDA	SAN JUAN CHICO	5.10	1.90	1 - 16	Fino : B	0.765
5BMD-Au 80	375830	8608202	DERECHA	PLAYA MALVINAS	5.70	2.30	1.5 - 10		0.374
5BMD-Au 81	375256	8606450	DERECHA	MALVINAS II	3.30	* 0.90	0.5 - 7		0.498
5BMD-Au 82	380319	8608018	DERECHA	PAÑACOCOA	4.90	1.50	1 - 8		0.145
5BMD-Au 83	379210	8609693	IZQUIERDA	RAMIREZ	5.00	2.40	1 - 7		0.110
5BMD-Au 84	376835	8610385	DERECHA	SAN JUAN CHICO	4.10	1.90	0.5 - 12		0.186
5BMD-Au 85	464596	8610752	IZQUIERDA	PUERTO UNION	2.00	1.10	1 - 9	Polvo - Fino : P	0.084
5BMD-Au 86	458846.030	8620131.050	IZQUIERDA	PLAYA ALTA	3.00	* 1.40	1 - 16	Polvo - Fino : Ba	1.481
5BMD-Au 87	453530	8606525	DERECHA	DIAMANTE	4.40	* 0.87	1 - 8	Fino - Medio : R	0.119
5BMD-Au 88	449203	8602821	DERECHA	DIAMANTE 1	3.20	1.30	0.5 - 13	Fino - Medio : B	0.447
5BMD-Au 89	434231	8599894	IZQUIERDA	PEDRO ANTONIO	3.30	3.00	0.5 - 12	Fino - Medio : B	0.383
5BMD-Au 90	431560.180	8598048.830	IZQUIERDA	BUENA FORTUNA	2.75	1.20	0.5 - 21	Fino - Polvo : Ba	0.253
5BMD-Au 91	427106.500	8598348.300	IZQUIERDA	BELLA UNION	2.70	1.95	0.5 - 8	Fino - Medio : P	0.076
5BMD-Au 92	412472.331	8597831.088	DERECHA	ALIANZA II	4.90	0.80	0.5 - 31	Fino - Medio : B-R	0.477
5BMD-Au 93	411696	8596159	DERECHA	COCHAREQUE	2.30	1.42	1 - 12	Polvo - Fino : Ba	0.326

P : Poco R : Regular B : Buena Ba : Bastant (20) : 20 Particulas

* NIVEL FREATICO

ANEXO 4

COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS DE OCURRENCIAS MINERAS

REPRESENTATIVAS DE ORO

ZONA BAJA MADRE DE DIOS - OCURRENCIAS REPRESENTATIVAS DE ORO

PERFIL	CODIGO	COORDENADAS UTM			NOMBRE DEL SITIO	MARGEN DEL RIO	ESPEJOR (m)		LEY Au gr/m3
		ESTE	NORTE				SOBRECARGA	GRAVA AURIFERA	
1	5BMD-Au 38	486037	8607575	CI	EL TRIUNFO	IZQUIERDA	2.40	2.40	0.166
2	5BMD-Au 3	474835	8614013	CI	ROMPE OLA	DERECHA	3.00	0.90	0.480
3	5BMD-Au 6	468413	8608529	CI	CHORRILLOS	DERECHA	3.90	* 1.60	0.442
4	5BMD-Au 85	464596	8610752	CI	PUERTO UNION	IZQUIERDA	2.00	1.10	0.084
5	5BMD-Au 86	458846.030	8620131.050	CI	PLAYA ALTA	IZQUIERDA	3.00	* 1.40	1.481
6	5BMD-Au 14	457946	8609554	CI	SAN JACINTO (M.V.A)	DERECHA	3.60	3.70	0.260
7	5BMD-Au 37	453530	8606525	CR	DIAMANTE	DERECHA	4.40	* 0.67	0.119
8	5BMD-Au 85	449203	8602821	CR	DIAMANTE 1	DERECHA	3.20	1.30	0.447
9	5BMD-Au 21	438634	8600944	CI	GABRIELA	DERECHA	5.60	2.70	0.123
10	5BMD-Au 89	434231	8599894	CI	PEDRO ANTONIO	IZQUIERDA	3.30	3.00	0.363
11	5BMD-Au 90	431560.180	8598048.830	CR	BUENA FORTUNA	IZQUIERDA	2.75	1.20	0.253
12	5BMD-Au 91	427106.500	8598348.300	CI	BELLA UNION	IZQUIERDA	2.70	1.95	0.076
13	5BMD-Au 92	412472.331	8597831.098	CR	ALIANZA II	DERECHA	4.90	0.80	0.477
14	5BMD-Au 93	411896	8596159	CR	COCHAREQUE	DERECHA	2.30	1.42	0.328
15	5BMD-Au 56	398466.600	8600741.100	CR	CENTROMIN 3 BIJAHUAL	DERECHA	3.10	2.01	0.786
16	5BMD-Au 64	386433.742	8605178.684	CI	CORICANCHA	DERECHA	5.00	1.70	1.853
17	5BMD-Au 62	381823	8606574	CR	CHIRINOS	DERECHA	4.70	0.70	1.368
18	5BMD-Au 81	375256	8606450	CR	MALVINAS II	DERECHA	3.30	* 0.90	0.498
19	5BMD-Au 79	375389.200	8609527.600	CI	SAN JUAN CHICO	IZQUIERDA	5.10	1.90	0.765
20	5BMD-Au 78	373893.400	8609997.700	CI	PLAYA ALEGRIA	DERECHA	3.30	1.60	0.592
21	5BMD-Au 75	372071	8608067	CR	LAGO HUAMAN - AURINSA	DERECHA	3.70	* 0.80	0.251
22	5BMD-Au 69	351499	8608301	CR	MILLONARIOS	IZQUIERDA	2.00	2.10	0.349

CI COORDENADAS INGEMMET

CR COORDENADAS RPM

* NIVEL FREATICO

ANEXO 5

RELACION DE RESULTADOS ANALITICOS DE MERCURIO



FOTO N° 18: El Proyecto Aurífero - MIMA, dando inicio a los estudios geofísicos (Método de Resistividad Geocléctrica) en el área de Huepetuhe.