



Prospección de Placeres Aluviales en el Río Upano Ubicado en la Parroquia Alshi 9 de Octubre, Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago

Prospecting for Alluvial Placeres in the Upano River Located in the Alshi 9 de Octubre Parish, Morona Canton, Morona Santiago Province

Prospecção de Placeres Aluviais no Rio Upano Localizado na Paróquia Alshi 9 de Octubre, Cantão de Morona, Província de Morona Santiago

David Isaac Cuenca-Gualan^I
david.cuencag@esepoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5712-5256>

Jefferson Andrés Carranco-López^{II}
jefferson.carranco@esepoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4694-1036>

Gregory Guillermo Cuesta-Andrade^{III}
gregory.cuesta@esepoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9308-0593>

Greta Leticia Cabrera-Chucay^{IV}
greta.cabrera@esepoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0455-0208>

Correspondencia: david.cuencag@esepoch.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 04 de enero de 2022 ***Aceptado:** 31 de enero de 2022 * **Publicado:** 25 de febrero de 2022

- I. Ingeniero en Geología y Minas, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Espoch, Facultad Recursos Naturales, Carrera de Minas, Grupo de investigación de Recursos Mineros e Ingeniería. Macas, Ecuador.
- II. Ingeniero en Geología, Docente en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Espoch, Facultad Recursos Naturales, Carrera de Minas, Grupo de investigación de Recursos Mineros e Ingeniería. Macas, Ecuador
- III. Master en Geometalurgia, Ingeniero en Petróleos. Docente de la Carrera de Minas en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de investigación de Recursos Mineros e Ingeniería. Macas, Ecuador.
- IV. Ingeniera en Minas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Espoch, Facultad Recursos Naturales, Carrera de Minas, Macas, Ecuador

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo identificar zonas de deposición de placeres de oro aluvial utilizando la técnica de bateo y análisis geoestadísticos de sedimentos para la delimitación del área de posible potencial aurífero en el Río Upano, en la parroquia Alshi 9 de Octubre, cantón Morona, provincia de Morona Santiago, mediante el muestreo geoquímico en puntos de interés, según los factores de ocurrencia de depósitos aluviales. Se establecen veinte puntos de muestreo en siete kilómetros de longitud. Se efectúa el trabajo en campo con la recolección de muestras de sedimentos del río. Cada punto de muestreo fue registrado a través de fichas técnicas. Las muestras se analizan en el Laboratorio Químico del Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE), con el proceso físico y químico para la determinación del concentrado de oro, mediante el ensayo al fuego (Método de Referencia: ASTM E1335) y espectrofotometría absorción atómica (Método de Referencia: SM 3111). Con los resultados de las concentraciones de oro de las muestras se realizó el análisis geoestadístico mediante el método Kriging. Se observan dos zonas de mayor concentración de oro con valores de 27,345 y 26,9 mg/kg (miligramos de oro contenido por kilogramo de muestra). En el análisis de la concentración de oro y la delimitación de la zona potencial aurífero se utilizó el método de Lepeltier Modificado, que determinó los parámetros geoquímicos con valores del Background 3,878; Threshold 11,998; subanomalía 20,118 y anomalía 28,238. Se delimitan dos zonas de mayor enriquecimiento aurífero de 26,9 y 27,345 ppm (partes por millón). Se recomienda explorar en las dos zonas de mayor concentración del río Upano, para obtener información cuantificada de los depósitos aluviales y, en función de aquello establecer escenarios positivos con el objeto de diseñar un proyecto de pequeña minería rentable para mineros artesanales.

Palabras clave: Prospección; Placeres aluviales; Depósitos de oro secundario; Técnica de bateo; Muestreo geoquímico; Concentrado de oro.

Abstract

The objective of this study is to identify areas of alluvial gold placer deposition using the panning technique and geostatistical analysis of sediments for the delimitation of the area of possible gold potential in the Upano River, in the Alshi 9 de Octubre parish, Morona canton, province of Morona Santiago, through geochemical sampling at points of interest, according to the factors of occurrence of alluvial deposits. Twenty sampling points are established in seven kilometers in

length. Field work is carried out with the collection of sediment samples from the river. Each sampling point was recorded through technical sheets. The samples are analyzed in the Chemical Laboratory of the Geological and Energy Research Institute (IIGE), with the physical and chemical process for the determination of the gold concentrate, by means of the fire test (Reference Method: ASTM E1335) and atomic absorption spectrophotometry. (Reference Method: SM 3111). With the results of the gold concentrations of the samples, the geostatistical analysis was carried out using the Kriging method. Two areas of higher gold concentration are observed with values of 27.345 and 26.9 mg/kg (milligrams of gold contained per kilogram of sample). In the analysis of the gold concentration and the delimitation of the potential gold-bearing zone, the Modified Lepeltier method was used, which determined the geochemical parameters with Background values of 3.878; threshold 11,998; sub-anomaly 20,118 and anomaly 28,238. Two zones of greater auriferous enrichment of 26.9 and 27.345 ppm (parts per million) are delimited. It is recommended to explore in the two areas with the highest concentration of the Upano River, to obtain quantified information on the alluvial deposits and, based on that, establish positive scenarios in order to design a profitable small-scale mining project for artisanal miners.

Keywords: Prospecting; alluvial placers; Secondary gold deposits; batting technique; Geochemical sampling; Gold concentrate.

Resumo

O objetivo deste estudo é identificar áreas de deposição de ouro aluvial utilizando a técnica de garimpo e análise geoestatística de sedimentos para a delimitação da área de possível potencial aurífero no rio Upano, na freguesia de Alshi 9 de Octubre, cantão de Morona , província de Morona Santiago, por meio de amostragem geoquímica em pontos de interesse, de acordo com os fatores de ocorrência dos depósitos aluviais. Vinte pontos de amostragem são estabelecidos em sete quilômetros de extensão. O trabalho de campo é realizado com a coleta de amostras de sedimentos do rio. Cada ponto de amostragem foi registrado por meio de fichas técnicas. As amostras são analisadas no Laboratório Químico do Instituto de Pesquisa Geológica e Energética (IIGE), com o processo físico-químico para determinação do concentrado de ouro, por meio do teste de fogo (Método de Referência: ASTM E1335) e espectrofotometria de absorção atômica (Método de referência: SM 3111). Com os resultados das concentrações de ouro das amostras, a

análise geoestatística foi realizada pelo método de Krigagem. Duas áreas de maior concentração de ouro são observadas com valores de 27,345 e 26,9 mg/kg (miligramas de teor de ouro por quilograma de amostra). Na análise da concentração de ouro e na delimitação da zona potencial aurífera, foi utilizado o método de Lepeltier Modificado, que determinou os parâmetros geoquímicos com valores de Background de 3,878; limiar 11.998; sub-anomalia 20.118 e anomalia 28.238. São delimitadas duas zonas de maior enriquecimento aurífero de 26,9 e 27,345 ppm (partes por milhão). Recomenda-se explorar nas duas áreas de maior concentração do rio Upano, obter informações quantificadas sobre os depósitos aluviais e, a partir disso, estabelecer cenários positivos para projetar um projeto de mineração de pequena escala rentável para os mineiros artesanais.

Palavras-chave: Prospecção; colocadores aluviais; Depósitos secundários de ouro; técnica de rebatidas; Amostragem geoquímica; Concentrado de ouro.

Introducción

En Ecuador la cultura minera conforma un revelador precedente para la operación de compañías extranjeras mineras en el país, sin embargo, localmente no ha ocurrido un efectivo desarrollo de la actividad minera industrial, por ello, ha priorizado la pequeña minería y minería artesanal de subsistencia. La minería en sus inicios no poseía regulaciones y base legal concreta para su desarrollo, lo cual generó oposición y desinformación en la población frente a esta actividad (Aillón, 2016, párr.2-3). El Estado Ecuatoriano a partir de la nueva Ley Minera; regula, controla, administra y gestiona el sector minero estratégico, así como los principios de sostenibilidad, precaución, prevención y eficiencia. De cierta manera permitirá el desarrollo de la industria minera considerando que Ecuador es un país con potencial minero, que tiene reservas de oro, plata y cobre, además de una variada oferta de productos (Banco Central del Ecuador, 2015, p.1). Los distritos mineros en Ecuador poseen grandes y significativos yacimientos minerales de origen primario, los que han sido meteorizados, erosionados, transportados y acumulados en las riberas de los ríos, dando lugar a los llamados depósitos aluviales.

El río Upano pertenece al distrito aurífero Zamora Chinchipe Upano, el cual corre desde la sierra hasta las profundidades de la Amazonia. Tomando en cuenta que el afluente transcurre por la parroquia Alshi 9 de Octubre, se ha planteado esta investigación en la prospección de los placeres aluviales.

De acuerdo con Viladevall (2004, p.3) la prospección aluvial es el método minero que invade directamente la ubicación y valoración de los depósitos de placer, indirectamente del sitio de los depósitos minerales. El presente estudio tiene como objeto principal realizar la prospección minera y determinar las zonas con potencial exploratorio para delimitar el área con posible potencial aurífero, mediante la técnica del bateado y el análisis geoquímico de zonas de interés seleccionadas, para establecer la concentración del prospecto.

El área de estudio se localiza en la zona subandina del Ecuador caracterizada por cabalgamientos y plegamientos producto de la actividad tectónica, al este se encuentra aflorando la cordillera del Cutucu y al occidente la cordillera Real, en la cual prevalece rocas metamórficas.

Dentro de la zona estudiada se encuentran las Formaciones; Unidad Upano (JSu) de acuerdo con Litherland et al., (1994; citado en Reyes, 2009, p.8), está conformada por esquistos pelíticos, gráficas, meta andesitas y metagrawacas de la cordillera Real perteneciente a la división Salado; Formación Hollín (KHc) del Cretácico Inferior está conformada por areniscas blancas cuarzosas masivas de color blanco, el tamaño de grano varía de grueso a fino; Formación Napo (KN) del Cretácico está conformada por calizas, lutitas negras, areniscas calcáreas; Formación Mera (QM) posee litologías de coluviales, conglomerado, arenisca, depósito aluvial, terrazas aluviales, terrazas colgantes e imbricadas de la era Cenozoica (Equipo de Ordenamiento Territorial del GAD Morona, 2015, p.12).

Metodología aplicada

La metodología de investigación se realiza con el método mixto convergente para ello se divide en fases para la recolección de datos cualitativos y cuantitativos, las cuales se detallan a continuación:

Fase 1: Recopilación de información y elaboración de mapas preliminares. - Se inicia con la recopilación y análisis de información respecto a la geología regional y local, tectónica, topografía, hidrografía, geomorfología, mapa de Distritos Auríferos de Ecuador, mapa Metalogenético de la República del Ecuador, escala 1:1.000.000, mapa Geológico y de Ocurrencias Minerales del Sur de la Cordillera Real y del Cinturón Metamórfico de El Oro del Ecuador (1994), escala 1:500.000.

Fase 2: Trabajo de campo. - Consiste en la elección de las zonas de muestreo, se determinó 20 puntos, desde el punto inicial aguas arriba hasta el punto final, abarcando los márgenes izquierdo

y derecho, en las zonas principales de muestreo que comprenden las terrazas aluviales, depósitos recientes en las curvas internas y uniones de cursos fluviales localizadas en los márgenes del río Upano. Procedimiento para la toma de muestras, una vez accedido a las zonas de trabajo de campo con los materiales necesarios se efectúa el siguiente proceso:

<i>Tamizado</i>	<i>Bateo</i>
	
<i>Muestreo geoquímico</i>	<i>Extracción y etiquetado</i>
	

Figura 1: Procedimiento para la toma de muestras.

Fase 3: Caracterización petrográfica de sedimentos. - Se observan gravas y arenas, que provienen de la disgregación de las rocas, erosión del suelo o de la descomposición de plantas y animales. El viento y agua transportan estas partículas hasta el río Upano. Las rocas que se observaron en la recolección de las muestras fueron cantos rodados de cuarcitas, granitos, esquistos y gneis.



Figura 2: Sedimentos y Rocas.

La cuantificación elemental, se realiza en el Laboratorio Químico del IIGE, en donde se determina la concentración de Oro de cada una de las muestras utilizando la técnica de cuantificación elemental de Espectrofotometría Absorción Atómica EAA (MÉTODO DE REFERENCIA: SM 3111) por ensaye al fuego (MÉTODO DE REFERENCIA: ASTM E1335).

Resultados

En la tabla 1, se muestra la recopilación cuantitativa y cualitativa de las fichas de muestreo de datos tomados en campo y el resultado de concentraciones de cada muestra analizadas en laboratorio.

Tabla 1: Resultados de campo y laboratorio.

CÓDIGO DE MUESTRA	X	Y	CONCENTRACIÓN Au (mg/kg)	COTA (m)	MASA (kg)	VOLUMEN (L)	LUGAR DE MUESTREO
M01	808861	9756296	4,175	1432	1	0,75	Curva Interna
M02	808635	9756174	1,207	1436	1	0,75	Terraza
M03	808455	9756035	0,0033	1452,2	1	0,75	Unión de curso fluvial
M04	808384	9755811	27,345	1457	2	1,5	Curva Interna
M05	808207	9755842	0,239	1455,5	1,5	1	Curva Interna
M06	807754	9755649	0,037	1465,4	2	1,5	Terraza
M07	807523	9755493	26,9	1470	2	1,5	Curva Interna
M08	807362	9755267	0,953	1480,2	1,5	1	Curva Interna
M09	807238	9755102	2,614	1486	2	1,5	Curva Interna
M10	806973	9755036	5,61	1498,7	1,5	1	Terraza
M11	806201	9755138	0,097	1513	1	0,75	Terraza
M12	805945	9755120	0,065	1530	1	0,75	Terraza
M13	805739	9755050	1,541	1536	2	1,5	Curva Interna
M14	805537	9754928	0,0033	1539	1,5	1	Curva Interna
M15	805439	9754604	3,593	1542	2	1,5	Curva Interna
M16	805566	9754407	0,0033	1530	2	1,5	Curva Interna
M17	805318	9754071	0,09	1555	2	1,5	Terraza
M18	804912	9754111	0,13	1557	1,5	1	Curva Interna
M19	804624	9754015	2,957	1561,4	1,5	1	Terraza
M20	803958	9753840	0,0033	1565	2	1,5	Terraza

Análisis exploratorio de datos

Para el tratamiento de los datos se utilizó el software Excel, en donde se analizó la variable de la concentración del oro que se obtuvo del ensayo al fuego con veinte datos expresados en mg/kg. Seguidamente, se presenta los cálculos estadísticos previos realizados. En la tabla 2, se muestran los cálculos estadísticos de las concentraciones de oro realizados en Excel.

Tabla 2: Cálculos estadísticos

CÁLCULOS ESTADÍSTICOS	
Parámetros	Datos (mg/kg)
Moda	0,0033
Media Aritmética (\bar{x})	3,878
Cuartil 1 (Q25%)	0,044
Mediana o Cuartil 2 (Q50%)	0,596
Cuartil 3 (Q75%)	3,434
Desviación Estándar (δ)	8,12
Varianza	65,935
Coefficiente de Varianza	2,094

Modelo geoestadístico teórico

Para elegir el mejor ajuste de los datos y el que genere menor error en la estimación, se emplearon los modelos teóricos: esférico, exponencial y gaussiano, comparándolos entre sí. Para este caso el mejor modelo es el esférico como se analiza en la tabla 3 y muestra en la figura 3.

Tabla 3: Parámetros de validación cruzada de oro

Modelo	Error medio	Error medio cuadrático	Error medio estandarizado	Error medio cuadrático estandarizado	Error medio estándar
Esférico	2,7184	16,536	-0,028	0,068	1,667
Exponencial	3,199	17,524	0,030	3,288	2,678
Gaussiano	2,960	16,821	0,113	2,949	2,240

La interpolación es considerada como válida con el modelo esférico, debido a que el resultado del error medio es próximo a cero, el error medio cuadrático posee un valor mínimo, el error medio estandarizado se acerca a cero, el error medio cuadrático estandarizado se acerca a uno y el error medio estándar es próximo al error medio cuadrático. El modelo esférico cumple con las condiciones del índice de error, es decir posee menos errores en la estimación.

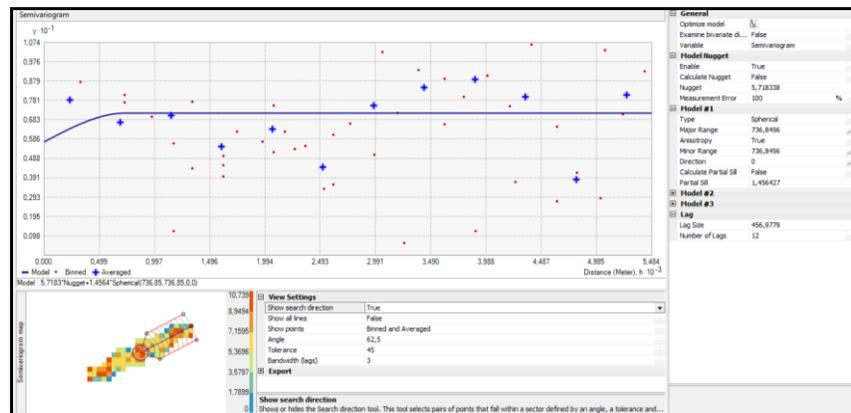


Figura 3: Semivariograma experimental ajustado al semivariograma teórico de oro.

En la figura 3, se muestra el semivariograma experimental (cruces azules) y el semivariograma teórico (línea azul) en donde los valores muestreados tienen una correlación espacial entre sí, reflejada en el crecimiento de la función semivariograma hasta 1,456 en la cual la distancia alcanza 456,978 m. En la tabla 4, se resumen los parámetros del método seleccionado.

Tabla 4: Parámetros del modelo esférico para oro

Modelo	Meseta Parcial	Distancia	Ángulo	Rango	Pepita	Varianza
Esférico	1,456	456,978	62,5	736,846	5,718	8,929

El valor de la meseta y la pepita sumadas entre ellas no supera a la varianza, por ende, existen mínimos errores en la toma de datos, procesamiento y análisis químico. El rango de 736,846 m es la distancia en la cual la semivarianza se estabiliza, los datos fuera de este rango son considerados aleatorios.

Estimación con Kriging

El mapa de estimación geoestadística se realizó con el método *Kriging* Simple, con orden de tendencia de segundo grado y semivariograma de modelo esférico. En la figura 4 se muestra el resultado de la estimación, se determinó la superficie estimada de mayores concentraciones ubicado aguas abajo del río Upano. En esta zona la pendiente del canal de la corriente es casi plana, lo que causa corrientes más lentas y la deposición de más sobrecarga de sedimentos pesados.

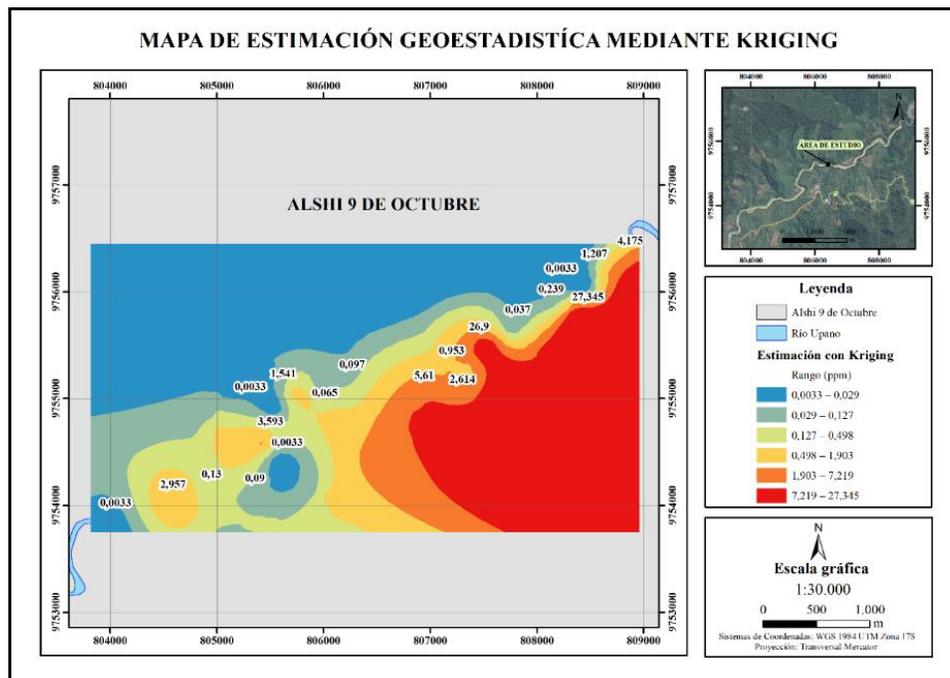


Figura 4: Mapa de estimación geoestadística mediante *Kriging* a escala 1:30.000.

Mapa de error de predicción

En la figura 5, se muestra el mapa de error de la predicción de la estimación con *Kriging* Simple, en la cual se evalúa la incertidumbre relacionada con los valores predichos. Con valores que van desde 0 al oeste y hasta 5.814,2394 al este como se observa en la figura.

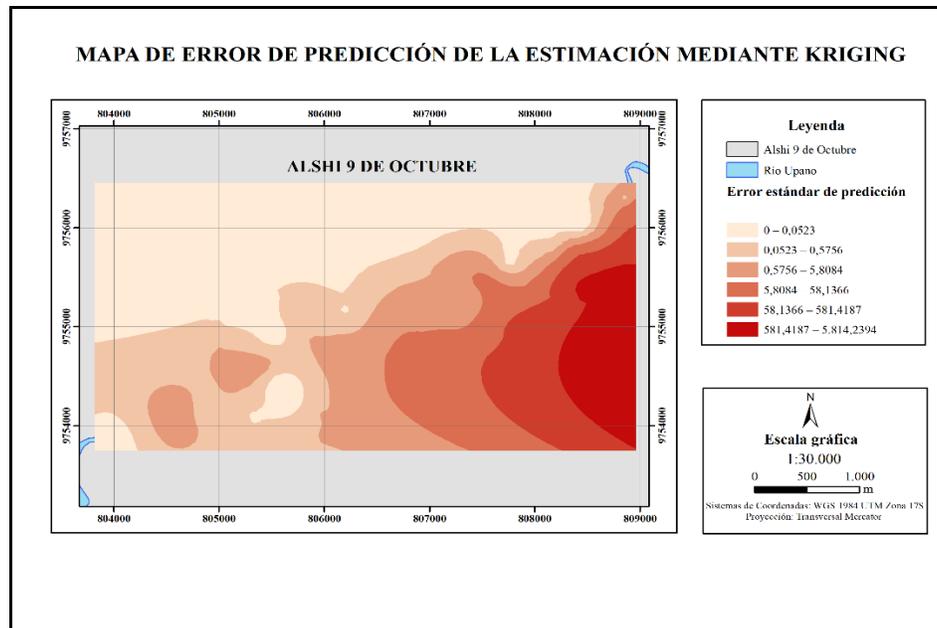


Figura 5: Mapa de error de predicción de la estimación mediante *Kriging* a escala 1:30.000

Análisis de concentración del oro

La desviación estándar del concentrado de oro de los 20 puntos de muestreo con respecto a la media es de 8,12 ppm en promedio tiene un valor elevado debido a que la dispersión de datos es mayor. La media aritmética y la desviación estándar permitió determinar los valores normales y anómicos del concentrado de oro en la tabla 5, se muestra los cálculos realizados con la aplicación del método de Lepeltier Modificado.

Tabla 5: Resultados de concentraciones normales y anómalas de oro

Valores normales y anómicos de oro (ppm)					
Media Aritmética	Desviación Estándar	<i>Background</i>	<i>Threshold</i>	Subanomalía	Anomalía
\bar{x}	δ	\bar{x}	$\delta + \bar{x}$	$2\delta + \bar{x}$	$3\delta + \bar{x}$
3,878	8,12	3,878	11,998	20,118	28,238

La mayor cantidad de puntos de muestreo tienen un rango normal de concentración *Background* y solamente dos muestras tienen características de anomalías, esto se debe a que la geología de placer que es muy variada, debido a que el oro está en constante desplazamiento por el cauce

fluvial. También depende de las distintas maneras que el oro tiende a depositarse en diferentes sectores, las mismas concentraciones no tienen valores fijos, es decir en un punto muestra valores elevados y a pocos metros no existe ninguna concentración o son muy bajos. Por lo general los depósitos de placeres aluviales tienden a tener leyes bajas, pero la extracción resulta posible debido a que el oro se acumula superficialmente y se encuentran sueltos, no requieren molienda y se pueden explotar con plantas relativamente económicas.

Delimitación de la zona de potencial aurífero

Se delimitó dos zonas con potencial de enriquecimiento aurífero que presentan valores anómalos con respecto de las demás muestras con concentraciones de 26,98 (M07) y 27,345 (M04) ppm.

El primer valor de anomalía en el punto de muestreo presentó una geología con rocas de gran tamaño, en la ribera se localizó vegetación lo que produjeron obstáculos y el oro quedó atrapado, debido a la energía del río el oro secundario se depositó juntamente con los sedimentos en el sector. En el segundo valor de anomalía el punto de muestreo se encuentra en una curva interna bien pronunciada debido a que el río Upano es meandrónico. El oro es muy denso y viaja en corriente abajo en línea recta siguiendo el camino más corto desde una curva interior hacia otra curva interior, en esta zona producen cambios bruscos en la energía de la corriente. Provocando que los bancos de sedimentos se sitúen en las partes internas del lecho, donde la velocidad de la corriente fluvial es menor.

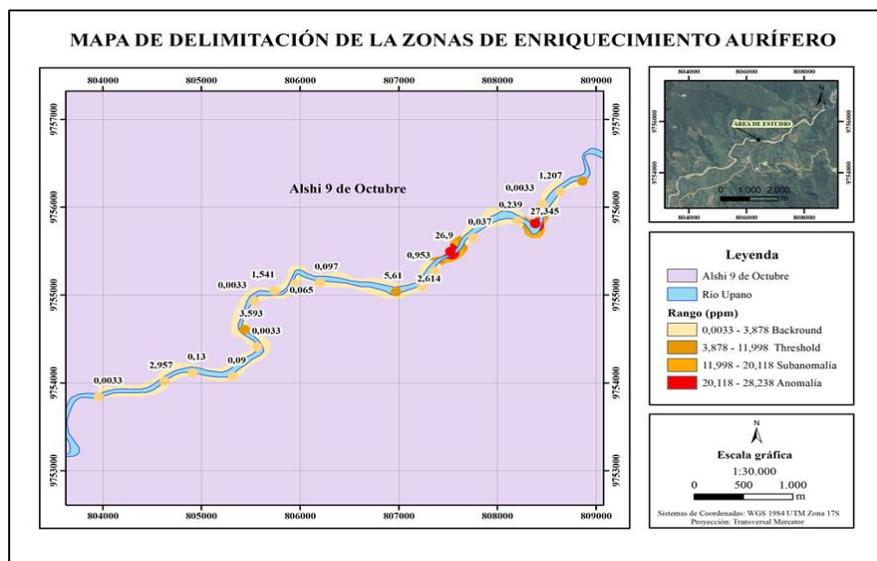


Figura 6: Mapa de las zonas de enriquecimiento aurífero a escala 1:30.000

Conclusiones

Se identifica la presencia de zonas factibles para la deposición de placeres auríferos en curvas internas, terrazas y riberas del río Upano. La geología del sector pertenece a formaciones antiguas y deposiciones recientes del Cenozoico con presencia de coluviales, rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias con tamaños de bloques, cantos, conglomerados y gravas. Además, existen grandes acumulaciones de sedimentos de arena en donde se logra aplicar la técnica de bateo y verificar las partículas de oro de tamaños de 0,5 a 2 milímetros aproximadamente.

El muestreo geoquímico que se lleva a cabo en la zona de estudio de acuerdo a la geología, morfología y topografía se efectúa siguiendo el cauce fluvial a una distancia de 100 a 200 metros entre cada punto, lo que cubre aproximadamente siete kilómetros de prospección. El muestreo se complementa con la técnica de bateo para homogenizar la muestra de cada punto.

El análisis geoestadístico mediante el *Kriging* en el *software* ArcGIS estima la superficie de mayores concentraciones de oro aguas abajo del río Upano, que abarca los dos puntos de mayor concentración. En esta zona la pendiente del terreno es moderada con valle fluvial en forma de u, la velocidad del cauce fluvial es menor con respecto a las zonas altas, con condiciones más prosperas para la deposición del oro.

El método de Lepeltier Modificado aplica cálculos estadísticos para los parámetros geoquímicos y determina los valores de las anomalías, estableciendo el *Background* 3,878; *Threshold* 11,998; subanomalía 20, 118 y anomalía 28,238. Lo que permite delimitar dos zonas de mayor enriquecimiento aurífero de 26,9 y 27,345 ppm. Estas zonas factibles se encuentran en curvas internas ubicadas en las siguientes coordenadas 807523 E - 9755493 N y 808384 E - 9755811 N. Las dos zonas poseen muy buenas concentraciones para formar depósitos de placeres aluviales. En donde las partículas de oro se depositan superficialmente acumulándose en arenas, gravas y en el cauce fluvial del río.

Referencias

1. **AILLÓN, María Isabel.** *Historia de las normas mineras en Ecuador* [En línea]. 2016. [Consulta: 04 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.pbplaw.com/es/historia-de-las-normas-mineras-en-ecuador/>

2. **BANCO CENTRAL DEL ECUADOR.** *La minería ecuatoriana* [En línea]. 2015. [Consulta: 15 mayo 2021]. Disponible en: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/cartilla00.pdf>
3. **EQUIPO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GAD MORONA.** *Alineación del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Alshi 9 de Octubre 2015- 2019 al Plan Nacional de Desarrollo 2017- 2021 "Toda una Vida"*. 2015.
4. **INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICO Y ENERGÉTICO.** *Hoja Geológica de Macas y Alausí* [En línea]. 2018. [Consulta: 5 junio 2021]. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1Bbn8fYbcwXozFbj95d8WcN-c_wAYsjrN/view
5. —. *Mapa geológico de la República del Ecuador* [En línea]. 2017. [Consulta: 3 junio 2021]. Disponible en: https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/Mapa-Ggeologico_ecuador-2017_compressed.pdf
6. —. *Mapa Geológico y de Ocurrencias Minerales del Sur de la Cordillera Real y del Cinturón Metamórfico de El Oro del Ecuador* [En línea]. 1994. [Consulta: 2 junio 2021]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1Z0Cz7rWcKlky8cALBFx5zpgxu1U6jvRu/view>
7. —. *Mapa Metalogenético de la República del Ecuador* [En línea]. 2019. [Consulta: 3 junio 2021]. Disponible en: https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/02/METALOGENETICO_1M_2801020.pdf
8. **REYES, Pedro.** *Discusión sobre la evolución Jurásico–Cretácica de la Cordillera Real y el bloque Amotape* [En línea]. 2009. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5627/1/Reyes-Pedro.pdf>
9. **VILADEVALL, Manuel.** *La prospección de placeres de oro y otros minerales densos* [En línea]. 2004. [Consulta: 20 mayo 2021]. Disponible en: http://www.publicacions.ub.es/refs/pub_dig/pros_aluv.pdf