

Estudio del potencial minero por medio del análisis de componentes principales, conglomerados y árbol de decisión en datos de elementos químicos para la zona de la plancha geológica 166, Colombia

Andrey Rincón, Diana Jácome, José Jhon Freddy Gonzalez Veloza

Fundación Universitaria Los libertadores

Resumen

Algunos metales como el oro, la plata, el cobre, el hierro y el níquel, son de alto interés económico en el país y en el mundo por su potencial de uso en diversos sectores como el de tecnología, electrónica, medicina y joyería. Sin embargo, estos elementos no se encuentran fácilmente en la naturaleza; se encuentran concentrados en algunas formaciones geológicas particulares y por su movilidad química pueden estar asociados a otros elementos que son más fáciles de analizar y cuyas concentraciones son mayores. Identificar las asociaciones geoquímicas puede llevar a la definición de zonas prospectivas para la explotación minera de un elemento de interés (oro, plata, níquel, etc). Este estudio pretende identificar, en una zona minera del país, grupos de ensamblajes químicos relacionados entre sí, en muestras de sedimentos activos de corriente en la zona de flanco occidental de la Cordillera Central y del flanco oriental de la Cordillera Occidental, en límites de los Departamentos de Antioquia, Caldas y Risaralda. A partir del análisis de 480 muestras de sedimentos activos de corriente de la plancha 166, tomados del estudio de Complementación geológica, geoquímica y geofísica (magnetométrica) de las planchas 166, 167, 186 y 187 recolectados por el Instituto Colombiano de Geología y Minería -Ingeominas (Ingeominas, 2008), se realizó un análisis exploratorio de datos y posteriormente se aplicó el análisis de componentes principales y conglomerados para agrupar las muestras según la afinidad geoquímica entre los elementos y así analizar si existen relaciones entre ellos, si es posible identificar las zonas geográficamente y valorar si la zona es de interés para explotación. El estudio realizado permitió encontrar asociaciones de elementos como Sb, As, Pb, Mo, Zn, Hg, Cd, Au, indicadores de depósitos minerales, en la zona de estudio. El análisis de clusters permitió identificar tres agrupaciones de elementos siendo los cluster 1 y 3, los que tienen las concentraciones más altas de estos elementos. Al usar un árbol de decisión como herramienta de apoyo y seleccionando el oro como blanco de exploración, se confirma que elementos como el Cd, As, Fe y Zn son indicadores o pathfinders para oro. Lo cual concuerda con el análisis multivariado PCA. Se concluye que el análisis de PCA unido a herramientas como la clusterización y el uso de árboles de decisión permiten hacer una aproximación para encontrar correlaciones entre elementos e identificar zonas de prospección en las primeras etapas de exploración. Por medio del análisis multivariado (PCA) se pudo establecer una buena correlación entre los elementos Sb-As-Pb-Mo-Zn-Hg-Cd en la zona de estudio. Adicionalmente, el análisis de cluster por el método de k-means, mostró la agrupación de tres poblaciones, siendo el cluster 1 y 3 los clusters que tienen las concentraciones más altas de elementos indicadores (Mo, Zn, Fe, As, Cd, Au y Sb). Usando herramientas de apoyo, como el árbol de decisión, encontramos que para los datos de estudio, seleccionando el oro como blanco de exploración, elementos como el Cd, As, Fe y Zn son indicadores o pathfinders.

Palabras clave— Análisis de componentes principales, conglomerados, árbol de decisión, depósitos minerales, potencial minero

Abstract

Context. Some metals such as gold, silver, copper, iron and nickel are of high economic interest in the country and in the world due to their potential use in various sectors such as technology, electronics, medicine and jewelry. However, these elements are not easily found in nature; They are usually concentrated in some particular geological formations and due to their chemical mobility they are associated with other elements that are easier to analyze and whose concentrations are higher. Identifying geochemical associations can carry out the definition of prospective zones for mining an element of interest (gold, silver, nickel, etc).

This study aims to identify, in a mining area of the country, groups of interrelated chemical assemblies, in samples of active stream sediments in the area of the western flank of the Central Cordillera and the eastern flank of the Western Cordillera, on the limits of the Departments of Antioquia, Caldas and Risaralda. Based on the analysis of 480 samples of active sediments of plate 166, taken from the Study of geological, geochemical and geophysical (magnetometric) complementation of plates 166, 167, 186 and 187 collected by the Colombian Institute of Geology and Mining - Ingeominas (Ingeominas, 2008), an exploratory data analysis was carried out and later, an analysis of principal components and clusters was applied to group the samples according to the affinity between the elements and thus, analyze if there exist relationships between them and if it is possible to identify the areas geographically and assessing whether the area is of interest for exploitation

The study carried out allowed to find associations of elements such as Sb, As, Pb, Mo, Zn, Hg, Cd, Au, indicators of mineral deposits, in the study area. The cluster analysis allowed to identify three groups of elements, clusters 1 and 3 being the ones with the highest concentrations of these elements. By using a decision tree as a support tool and selecting gold as the exploration target, it is confirmed that elements such as Cd, As, Fe and Zn are indicators or pathfinders for gold. This coincides with the multivariate PCA analysis. It can be concluded that the PCA analysis together with tools such as clustering and the use of decision trees allow an approach to find correlations between elements and identify prospecting areas in the early stages of exploration.."

Keywords— Principal component analysis, clustering, decision tree, mineral deposits, minning potential

1. Introducción

En Colombia, la explotación minera de oro y otros metales de interés comercial se encuentra distribuida, 17 % en departamentos adscritos al PAR de Nobsa, 16,5 % corresponden a departamentos del PAR Bogotá, 16 % están a cargo de la Gobernación de Antioquia, 8 % a los PAR Ibagué y Cúcuta, los cuales juntos suman el 65 % del total de los títulos. El 35 % restante se encuentra distribuido en PAR Bucaramanga 7 %, Cartagena 6 %, Manizales 5 %, Cali 5 %, Valledupar 5,5 %, Medellín 2 %, Pasto 2 % y Quibdó 2 % (ANM, 2014). Todas estas zonas, sin embargo, presentan diferentes unidades geológicas lo que hace difícil la exploración y la predicción de nuevas zonas de prospección y exploración minera para suplir las necesidades del mercado local y el internacional. El poco éxito en la exploración de depósitos de elementos de interés comercial, se puede deber, de acuerdo a Arhin Nude (2009), a que las estructuras complejas de regolitos, es decir capas de materiales no consolidados, alterados, como fragmentos de roca y granos minerales, que descansan sobre roca sólida inalterada y que pueden ser movilizados por fenómenos naturales, no ha sido bien estudiada.

Como apoyo muy valioso de la exploración minera, se han utilizado con éxito, métodos geoquímicos, que han permitido en muchos casos la localización de importantes yacimientos a nivel mundial. Estas metodologías se basan en que los depósitos minerales están normalmente rodeados por algunas anomalías geoquímicas, llamadas también halos de dispersión (Griem-Klee, 2016)

En principio, hay cantidades ingentes de metales y minerales en la Tierra, sin embargo, no todos están disponibles para ser usados por la industria. El cobre, por ejm, es uno de los metales, cuyo consumo se predice que va a incrementar grandemente debido a los procesos de "descarbonización" y electrificación que se han acelerado en los últimos años. De la misma manera ocurre para otros metales como el oro, la plata, el níquel, entre otros. Cada año, nuevos metales, minerales, compuestos o elementos son declarados importantes (European Commission, 2020), dado su rol esencial en la economía.

En la medida que aumenta la demanda, cada vez es más necesario encontrar maneras de identificar depósitos de estos elementos para ser explotados (Pohl, 2022). Adicionalmente, las tendencias mundiales hacia el cuidado del planeta están llevando a una exploración minera "amigable con el ambiente", lo que conduce a la búsqueda de mecanismos que permitan identificar zonas potenciales de explotación con métodos menos invasivos y más eficaces (Ericsson, et al., 2019)

Los depósitos minerales son variables en forma y grados de mineralización, y las zonas de mena comúnmente no están expuestas a simple vista. Estas características las hacen difíciles de encontrar y se convierte en un reto su exploración (Sillitoe, R.H. 1995; Sillitoe, 2000).

En una etapa primaria de exploración es muy útil la identificación de propiedades químicas de halos llamados secundarios, presentes en productos de desintegración de rocas, que han sido movilizados por las aguas que los atraviesan y que se acumulan en forma de sedimentos. Al estudiar este tipo de muestras, se pueden identificar zonas mineralizadas, sin necesidad de hacer una exploración intensa como una primera aproximación a una zona de interés (Griem-Klee, 2016). Las concentraciones que se pueden encontrar en este tipo de muestras pueden ayudar a caracterizar el potencial minero de una zona de interés.

Los sedimentos mencionados se conocen como sedimentos activos de corriente y han sido utilizados por más de 50 años en geoquímica demostrando ser un método robusto para identificar áreas con alto potencial mineral. La premisa básica es que los sedimentos activos de corriente son básicamente, granos de rocas que fueron extraídos de su matriz original por la acción erosiva, ya sea química o física (Droppo, 2001).

Las concentraciones de elementos en los sedimentos activos de corriente y su distribución se ven altamente afectadas por procesos fluviales (Fletcher, 2015). Sin embargo, las partículas disueltas y los flujos de particulados elementales en los afluentes de los ríos, son muy útiles para optimizar el estudio de los procesos geoquímicos ocurridos en ciertas zonas. Estudiar los sedimentos y su transporte, puede dar una idea a escala local o regional, de la geomorfodinámica de las cuencas de los ríos y de las zonas donde se encuentran (Quillon, 1998, Vercruyssen, et al., 2017)

Con el análisis composicional de los sedimentos se construyen modelos geoquímicos, a través de la estadística multivariada, con los que se pueden caracterizar las zonas de estudio, y así, orientar la búsqueda de regiones con potencial mineral a los cuáles posteriormente, se pueden sumar estudios edafológicos, geológicos, geofísicos, que permitan soportar la información arrojada por el análisis inicial.

La elección de esta zona se justifica en que está ubicada dentro del cinturón metalogenético del Cauca medio, el cual se caracteriza por tener depósitos minerales importantes en el país Marmato y La Colosa. Los datos allí encontrados pueden ayudar a identificar patrones geoquímicos, para abordar el estudio de zonas nuevas, de las cuales se desconoce su potencial minero. Adicionalmente, la plancha 166 contiene el mayor número

de datos dentro del estudio de referencia.

Este estudio pretende hacer una propuesta de un modelo de ensamblajes de elementos químicos el cual los relacione para prospectar zonas con potencial minero. Para lograr dicho objetivo, se analizarán las relaciones entre los elementos de interés que permitan dilucidar ambientes probables de mineralización, a través de los resultados obtenidos de los modelos de análisis multivariado (PCA, Cluster "K-means", árboles de decisión). La hipótesis del estudio consiste en que el modelo que se construya permitirá determinar ensamblajes geoquímicos para prospectar zonas con potencial minero.

2. Ubicación de la zona de estudio

A partir de los resultados del análisis realizado por el Instituto Colombiano de Geología y Minería -Ingeominas de las muestras recolectadas para el estudio de Complementación geológica, geoquímica y geofísica (magnetométrica) de las planchas 166, 167, 186 y 187 en el año 2008 en la zona de flanco occidental de la Cordillera Central y del flanco oriental de la Cordillera Occidental, en límites de los Departamentos de Antioquia, Caldas y Risaralda, Figura 1, se tomaron para el análisis las muestras de sedimentos activos de corriente de la plancha 166. La información de la ubicación de la plancha es la siguiente:

Plancha 166 Origen 3º W

X = 1.120.000 m.E. Y = 1.120.000 m.N.

X = 1.120.000 m.E. Y = 1.160.000 m.N.

X = 1.168.000 m.E. Y = 1.120.000 m.N.

X = 1.168.000 m.E. Y = 1.160.000 m.N.

Los datos originales del estudio son datos públicos y se encuentran en la página web del Servicio Geológico Colombiano en el siguiente link https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=48354&shelfbrowse_itemnumber=47701

Se escogió esta sección de los datos, pues es una de las zonas considerada de alta probabilidad para encontrar depósitos epitermales, porfiríticos o depósitos de metales base. Esta es la plancha que más datos tiene en el estudio. La zona de estudio, geográficamente está localizada sobre el flanco occidental de la Cordillera Central y el flanco oriental de la Cordillera Occidental, cada una con características y ambientes geológicos propios, reflejados en rasgos geomorfológicos particulares. El Noroeste Colombiano hace parte de la esquina NW de Suramérica, un área tectónicamente activa y de complejas interrelaciones entre las placas de Nazca, Cocos, Caribe y Sudamérica lo que la hace especialmente interesante para la exploración y explotación minera.

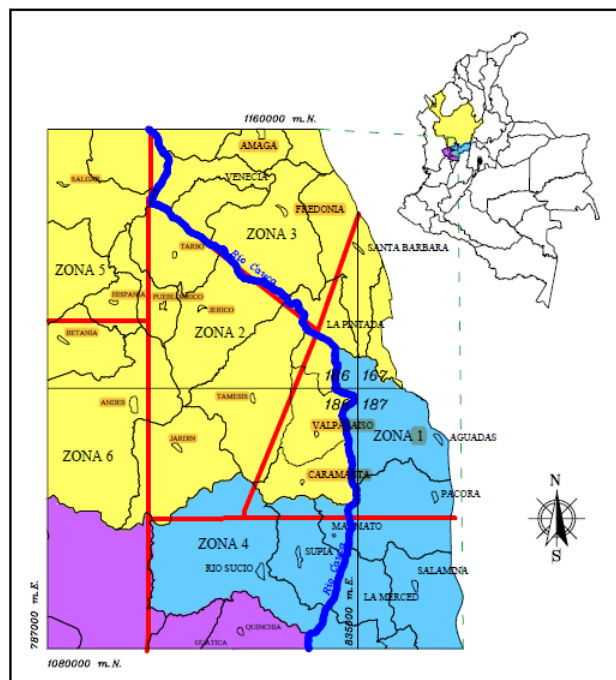


Figura 1: Localización del área del proyecto y zonas de trabajo-Fuente-Ingeominas 2008.

3. Litología de la zona de estudio

En la zona de estudio se encuentran las siguientes formaciones geológicas:

Grupo Cajamarca Rocas de muy bajo grado de metamorfismo que conserva la textura clástica del sedimento original: cuarcita, cuarcita-biotítico-feldespáticas con transiciones a esquistos y neis- cuarzo-feldespáticos. Filitas Esquistos cuarzo-cericíticos y esquistos aluminicos.

Stock de Cambumbia Cuerpo de composición variable predominando la diorita con cuarzo y diques pegmatíticos.

Batolito de farallones Tonalita de grano fino a medio, textura alofionórfica e hipidiomórfica compuesta por plagioclasa, cuarzo, hornblenda.

Stock de La Ursula Tonalita félsica.

Formación Penderisco Secuencia de limolitas de color negro macizas, a veces, síliceas, sheils de color oscuro, grauvacas de color claro y argilita con estructura pizarrosa.

Formación Amagá Miembro superior, arenisca bien sementada de color crema, arcillas pizarrosas gris verdosas y color ocre, localmente bancos delgados de conglomerados y de carbón. Miembro medio, arcillas pizarrosas grises, areniscas claras y grises, localmente conglomeráticas. Miembro inferior, conglomerados areniscas conglomeráticas, areniscas cremas y grises, arcillolitas pizarrosas grises a gries verdosas, oligoceno temprano.

Formación Combia Formación sedimentaria volcánica compuestas por toas volcánicas y derrames eruptivos aglomerados, brechas, basaltos, andesistas con capas sedimentarias en la parte superior, compuesto por conglomerados y areniscas tobacesas, mioceno-plioceno.

4. Ensamblajes o asociaciones geoquímicas

Basados en la información de clasificación geoquímica de los elementos propuesta por Goldschmidt por su afinidad geoquímica, los elementos se pueden clasificar en litófilos, calcófilos, siderófilos, atmófilos y biófilos, siendo su carácter geoquímico dependiente de su configuración. Por otra parte, es importante considerar que algunos elementos presentan una afinidad geoquímica variable según el ambiente, siendo los principales factores la presión, temperatura y fugacidad del oxígeno (ambiente oxidante o reductor).

Los elementos litófilos se enlazan con el oxígeno mediante enlace iónico y suelen estar presentes en las redes cristalinas de los silicatos.

Los elementos calcófilos se enlazan con el azufre por enlace covalente, formando sulfuros que suelen ser la mena de estos elementos metálicos (FeS_2 , CuFeS_2 , FeAsS).

Los elementos siderófilos son metales afines al hierro, formando asociaciones mediante enlace metálico, encontrándose comúnmente como elementos nativos.

Los elementos atmófilos son gases que se presentan principalmente en la atmósfera, encontrándose entre ellos los gases nobles.

Los elementos biófilos son los principales constituyentes de los seres vivos, siendo afines a formar estructuras orgánicas. (Álvarez Contreras, Córdoba, 2021)

Estas agrupaciones explican algunos fenómenos, tales como la escasez de metales del grupo del platino y el oro en la corteza terrestre, pues son siderófilos y por su afinidad geoquímica deben estar concentrados en el núcleo de la tierra. Los siderófilos además, prefieren enlaces metálicos y no tienden a formar compuestos con azufre u oxígenos, lo que explica por qué el oro y el platino comúnmente ocurren como minerales nativos. Adicionalmente se han propuesto otras clasificaciones como la Beus y Grigorian, basada en elementos afines únicamente a la litósfera, parte de la tierra de mayor interés para la exploración geoquímica.

Elementos calcófilos y siderófilos como Au, Mo, Sb, Fe, As, Fe, Hg, Cu, Zn, Ni, Ag, Pb, Hg, son importantes para identificar zonas con potencial minero, toda vez que, sirven como marcadores de depósitos minerales (Balaram Sawant, 2022).

5. Tipos de depósitos

El área del presente estudio está ubicada entre la cordillera occidental y la cordillera central. Esta área se encuentra en la misma dirección del cinturón metalogenético del Cauca medio (Figura 2), donde se están localizados algunos distritos mineros, como el de Marmato y proyectos como el de La Colosa, muy próximos a nuestra zona de interés. El proyecto minero de La Colosa ha sido clasificado como un depósito de Au tipo pórfido de Au-Cu, mientras que en el distrito minero de

Marmato (Gaeta, et al., 2008-1) han sido clasificados depósitos de Au tipo epitermal y pórfido. Los yacimientos tipo pórfido se caracterizan porque los minerales de mena están diseminados en vetas, como dentro de la roca caja que ha sido intruida.

Los depósitos de Au tipo epitermal, son formados por fluidos hidrotermales, los cuales contienen una alta carga de minerales que han sido fundidos por un aumento en la temperatura, producto del magma que se funde al interior de la tierra, esto hace que estos fluidos hidrotermales asciendan hacia la superficie de la tierra, desarrollando un sistema de vetilleo masivo “stockwork”, enriquecido con estos minerales. Hay zonas de espaciado superficial que le permiten a estos fluidos ascender como las fallas geológicas, o los procesos de intrusión de rocas en la superficie, entre otros (Gaeta et al., 2008-2).

Estos tipos de depósitos presentan, principalmente, un alto contenido de sulfuros de hierro y cobre; además, están presentes minerales de alteración (sericita, clorita, calcita) (Dilles & John, 2020).

Para la identificación de depósitos de Au tipo pórfido o epitermal, hay elementos químicos que pueden proporcionar información poderosa para evaluar el potencial minero de la zona, debido a que este grupo de elementos se movilizan en conjunto hacia la superficie y es allí donde se da el proceso de su diferenciación. Elementos como As, Mo, Ag, Sn, Cd, Sb, Te, Bi, Ni, Cu son elementos indicadores para depósitos de oro. También hay elementos indicadores para otro tipo de depósitos, por ejemplo, el mercurio (Hg) ha sido reconocido como un elemento indicador de metales base (Pb, Cu, Ni, Al, Zn, Sn) y metales nobles (Au, Ag, Os, Ir, Rh). El Cu y Ni son usados como elementos indicadores en la exploración de PGE (Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os) (Rose et al., 1979) (Barnes, 1997).

6. Metodología

Teniendo en cuenta que los materiales geológicos (sedimentos, rocas) son complejos, y su heterogeneidad puede depender de la zona de estudio, se hace indispensable emplear herramientas estadísticas que permitan hacer una diferenciación previa de las muestras con base en los resultados obtenidos del análisis químico. Para el análisis de los datos se utilizó la metodología SEMMA usando un proceso de selección, exploración y modelado de los datos para encontrar patrones subyacentes. El proceso consiste en los siguientes pasos: Muestreo, exploración, tratamiento de los datos, modelado y valoración/evaluación de los resultados.

En general, los elementos de dichas metodologías corresponden a las subsecciones que se derivarían en esta sección del texto.

6.1. Muestreo

Las muestras colectadas corresponden a sedimentos activos de corriente las cuales fueron tomadas en las cuencas pertenecientes a la plancha 166 y se tomó en promedio una cantidad de 1kg de material con una malla

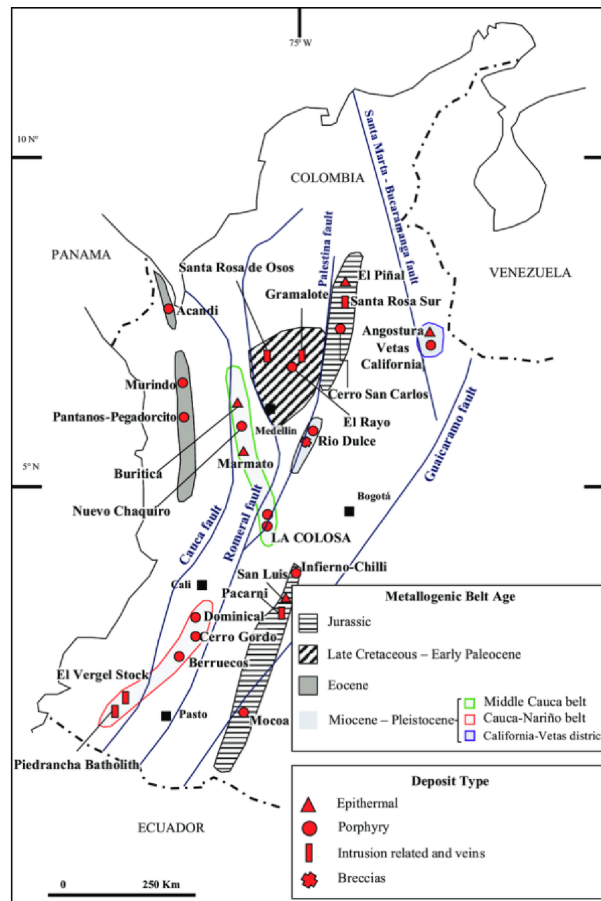


Figura 2: Mapa depósitos (Fuente - Naranjo, et al., 2018).

con diámetro menos 20 (serie Tyler). Los sedimentos activos de corriente son partículas de suelo, rocas, minerales y materiales terrestres que son transportados por aguas de escorrentía durante procesos erosivos, que son acumulados en sitios de baja energía en los cauces de los cuerpos acuíferos (Glosario Minero, 2003), son importantes porque reflejan la composición geogénica promedio de la cuenca de captación.

La mayoría de los estudios locales y regionales de exploración y algunos de contaminación han empleado muestras de sedimentos, por lo que son un medio ideal para comparar y correlacionar resultados. Las condiciones climáticas y topográficas en la zona de estudio facilitan el predominio del intemperismo físico (disgregación física y mecánica de rocas y suelos) sobre el químico, en condiciones químicas neutras a alcalinas (pH entre 7 y 8,5), en el que las aguas superficiales son el factor erosivo más importante. La hidrólisis y oxidación (en menor grado) son los procesos de intemperismo químico principales (Ingeominas, 2008)

Las condiciones neutras-alcalinas del ambiente geoquímico superficial, en el área de estudio, determinan la movilidad de los elementos, a la vez que la concentración relativa de los mismos depende de la roca caja y enriquecimientos primarios y/o secundarios (p. Ej., mineralizaciones).

Los datos que se incluyeron en el estudio, corresponden al análisis químico de 36 elementos que fueron analizados por el laboratorio "Acme analytical

laboratories" con sede en Chile para cada una de las muestras colectadas. De acuerdo con el estudio de Ingeominas (2008) el protocolo utilizado para el análisis de las muestras fue el indicado de acuerdo al procedimiento sugerido por Ingeominas: inicialmente las muestras fueron secadas (al aire libre), se realizó un tamizado a malla "– 80" ("mesh –80") y cuarteado, enviando (a la casa matriz en Canadá) una fracción para análisis por "grupo 1dx – ICP para 36 elementos" sobre 15 gramos de muestra por el método ICP-MS ("Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry").

El análisis ICP-MS consta de tres etapas: la descomposición y pretatamiento de las muestras, introducción de la muestra en el "plasma" y análisis del mismo.

La descomposición (en moléculas) y pre-tratamiento de las muestras se llevó a cabo con agua regia (un solvente, efectivo, para la mayoría de los sulfatos, sulfuros, óxidos y carbonatos de metales) a 95°C de temperatura. Posteriormente, se realizó la conversión de las moléculas (en la muestra) a átomos e iones individuales, mediante la introducción de la solución (agua regia + muestra) en un plasma de argón (la solución es inyectada en un nebulizador que la convierte en un "spray" que se mezcla con el argón).

Finalmente, los iones y átomos resultantes son conducidos, a través de una serie de "ranuras" (conos), hasta el analizador (un potente dispositivo para análisis de traza, ppb, ppm, ultra-traza, ppq-ppb, elementos) o

espectrómetro de masas (Ingeominas, 2008)

Los resultados del análisis composicional se consignan en el Anexo 1, Tabla 1.

6.2. Exploración

El análisis de exploración se realizó por medio del software libre R.

Al hacer una revision inicial de los datos se cuenta con la información de la identificación de cada muestra, su ubicación geográfica (coordenadas X,Y) dentro de la plancha y las concentraciones identificadas de cada uno de los 36 elementos. En el presente trabajo se realizó el análisis para los siguientes elementos: Mo, Pb, Cu, Ni, Fe, As, Au, Zn, Hg, Cd, Sb. Tal como se ha indicado en muchos estudios (Chester,1975; Wrucke et al., 1968), Erickson et al., 1966, Radtke et al., 1972) es ampliamente conocido que se encuentran asociados los mismos grupos de elementos menores o agrupaciones similares en las zonas donde hay depósitos minerales .

Teniendo en cuenta que, los resultados de análisis de laboratorio reportan, para algunos elementos (en algunas muestras), valores por debajo del límite de detección; se sustituyeron estos valores censurados por el valor de la mitad (1/2) del límite de detección de la metodología analítica para los elementos de interés. La Tabla 1 relaciona los elementos y número de muestras con resultados por debajo del límite de detección. Los límites de detección del método para análisis de elementos por ICP-MS realizado en el estudio se muestran en la Figura 3.

Elemento	Límite de detección (LD)	# de datos modificados LD	% sobre el total de los datos	Valor establecido (1/2*LD)
Mo	0.1 ppm	1	0,2	0.05 ppm
Pb	0.1 ppm	0	0	0.05 ppm
Cu	0.1 ppm	0	0	0.05 ppm
Ni	0.1 ppm	0	0	0.05 ppm
Fe	0.01 %	0	0	0.005%
As	0.5 ppb	44	9,2	0.25 ppb
Au	0.5 ppb	26	5,4	0.25 ppb
Zn	1 ppm	0	0	0.5 ppm
As	1 ppb	1	0,2	0.5 ppb
Hg	0.01 ppm	9	19	0.005 ppm
Cd	0.1 ppm	10	2,1	0.05 ppm
Sb	0.1 ppm	3	0,6	0.05 ppm
Total datos			480	

Figura 3: Límites de detección del método de análisis multi-elemento y sustitución de valores <LD por valores numéricos.

6.3. Tratamiento de datos

6.3.1. Estadística descriptiva

Para los datos de las muestras de sedimentos activos de corriente, se realizó el análisis de estadística descriptiva para todas las variables de interés. Como se puede observar en la figura 4 se incluye el número de observaciones que corresponde a 480 muestras, se describen las medias de las concentraciones, las desviaciones estándar, los valores máximo, mínimo, los cuartiles y el sesgo de las mediciones.

	Mo (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Fe (%)	Au (ppb)	Sb (ppm)	Hg (ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Cd (ppm)
Conteo	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480	480
Promedio	0,564	55,60	11,19	5,29	23,52	0,61	0,08	26,04	101,21	5,99	0,21
Desviación estándar	0,398	29,55	16,21	2,01	129,49	0,84	0,11	26,34	42,87	8,67	0,31
Mínimo	0,05	5,50	1,00	1,34	0,25	0,05	0,01	2,40	31,00	0,25	0,01
25%	0,30	32,55	6,50	3,91	1,50	0,20	0,03	8,20	77,00	2,30	0,1
50%	0,50	48,70	8,50	4,93	2,60	0,30	0,06	19,20	94,00	3,55	0,01
75%	0,70	75,28	11,63	6,46	5,33	0,60	0,09	35,60	113,25	5,63	0,2
Máximo	3,60	156,20	246,30	14,72	1975,20	7,20	0,83	276,50	450,00	80,00	4,6
Sesgo	2,71	0,72	9,93	1,01	10,96	4,06	4,31	3,28	2,60	4,23	8,38

Figura 4: Resultados de análisis estadístico descriptivo de los datos.

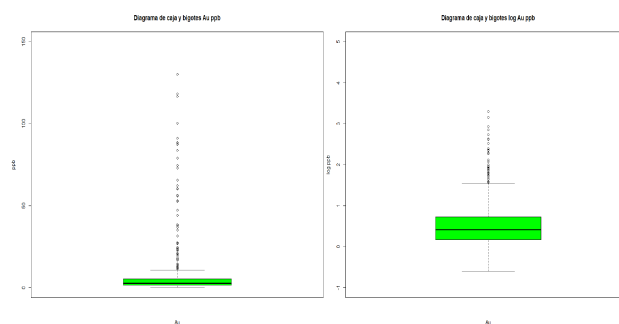


Figura 5: Box plot distribución concentración de Au. Izq. Distribución de los datos originales. Der Distribución de los datos transformados Log concentración de Au.

En la figura 5 se cuenta con una representación de Boxplot para la concentración de Au. Es posible observar que se cuenta con muchas observaciones de concentraciones por encima de la mediana. Un comportamiento similar fue observado para las demás variables del estudio. Esto se debe, principalmente, a la naturaleza de las muestras, la distribución de la concentración de los elementos en la zona, los métodos de muestreo geoquímico que hacen que haya alta variabilidad. Estadísticamente esta variabilidad la vemos expresada en términos del sesgo. En el caso de los elementos de interés se puede inferir que al haber un sesgo positivo, o sea, valores por encima de la mediana de concentración, podrían existir zonas con enriquecimiento del elemento.

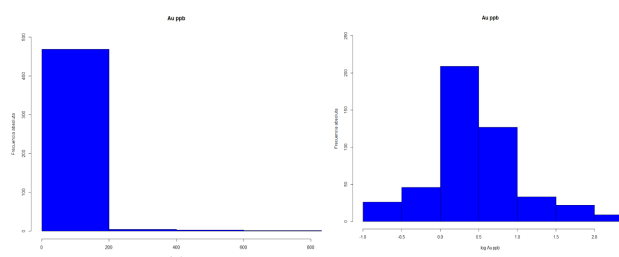


Figura 6: Histogramas de distribución concentración de Au y Log concentración de Au.

En la figura 6, para el histograma de distribución para la concentración del Au, se observó que no hay normalidad en la distribución de los datos. La misma situación se encontró para los demás elementos. En el trabajo que se utilizó como base para este estudio (Ingeominas, 2008) todo el análisis estadístico se realizó con las variables originales. Sin embargo, se encontró en literatura que una de las formas más útiles para llevar a cabo los análisis estadísticos en muestras geoquímicas es transformarlas mediante el uso de Log10, para disminuir la variabilidad de las variables en términos de sesgo y distribución normal.

Como se puede observar, en la figura 5 y 6, en la representación de la derecha, la distribución mejora considerablemente al utilizar la variable transformada (distribución y sesgo). Es por esto que se decidió trabajar con las variables de concentración transformadas a log Conc.

6.3.2. Pruebas de normalidad

Para los elementos Fe, Cu, Pb, Sb, Zn, Au, As, Cd, Mo, Hg y Ni de la base de datos de trabajo de la plancha 166, se realizaron pruebas de normalidad, con el fin de verificar la distribución de los datos, no obstante, es conocido que los elementos en materiales geoquímicos no tienen una distribución normal, por la misma complejidad geológica, principalmente para los elementos menores y traza. Además, los muestras geoquímicas tienen una alta dispersión o variabilidad en sus valores elementales en las áreas de estudio de exploración geoquímica, sobre todo en zonas que han sufrido eventos hidrotermales, que llevan al enriquecimiento mineralógico en zonas específicas, dependiendo del tipo de evento que haya ocurrido (alteración hidrotermal tipo argílica, propilítica, etc.).

Elemento	Kolmogorov - Smirnov	Pearson "chi - square"
Fe	4.625e-08	3.273e-06
Log ₁₀	0.1743	0.1316
Cu	2.879e-14	1.097e-10
Log ₁₀	0.01357	0.0001905
Pb	2.2e-16	2.2e-16
Log ₁₀	5.766e-09	2.271e-08
Sb	2.2e-16	2.2e-16
Log ₁₀	2.2e-16	2.2e-16
Zn	2.2e-16	< 2.2e-16
Log ₁₀	1.587e-05	0.0007793
Au	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Log ₁₀	< 2.2e-16	< 2.2e-16
As	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Log ₁₀	3.053e-08	4.548e-07
Cd	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Log ₁₀	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Mo	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Log ₁₀	2.983e-14	< 2.2e-16
Hg	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Log ₁₀	2.431e-09	< 2.2e-16
Pb	< 2.2e-16	< 2.2e-16

Figura 7: Pruebas de normalidad.

En geoquímica los elementos mayores como el Fe pueden llegar a tener una distribución normal debido a que es un elemento con una abundancia mayor al 1 % en la corteza terrestre; elementos, como el Fe, hacen parte de las estructuras químicas de minerales importantes como los filosilicatos que constituyen las rocas de la litosfera. Ahora, los elementos menores y traza de la corteza terrestre Au, As, Mo, Hg, Pb, Ni, Zn, Cd, Cu y Sb no suelen

presentar distribuciones normales, debido a que estos suelen ser movilizados ya sea por eventos hidrotermales, por remplazamientos estructurales en sus minerales, por efectos de sistemas redox que los precipitan o solubilizan, entre otros. Se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov y Pearson chi-square, para el grupo de elementos sujetos a este estudio.

De los elementos mencionados todos tuvieron un p-value <2,2e-16, es decir que para un nivel de significancia del 95 %, se rechaza la hipótesis nula de la distribución normal de los datos. Por esto, es necesario realizar una transformación a las variables de estudio para que tenga o se acerquen a una distribución normal (ver figura xxx, Anexo 1). Se realizó, la transformación a log10 de las variables de estudio y se corrió el test de normalidad nuevamente. Se aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov – Smirnov y Pearson chi-square a las variables transformadas, obteniendo valores mucho más cercanos a p-value 0,05 con respecto a las variables iniciales (ver Figura 7)

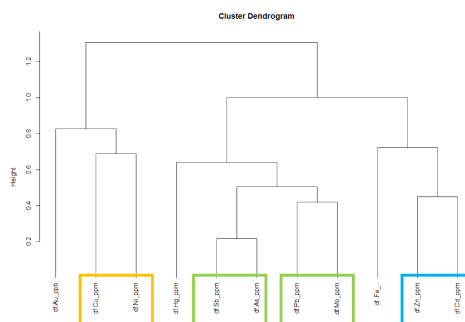


Figura 8: Dendrograma jerárquico.

Al hacer el dendrograma a través de la metodología "Herarchical Clustering" (Figura 8) para las variables de estudio encontramos asociaciones para las variables de estudio encontramos asociaciones Cu-Ni, As-Sb, Pb-Mo y Zn-Cd que coinciden con la matriz de correlación bivariada de "Pearson".

Adicionalmente, como parte del análisis bivariado se graficaron los resultados de la distribución y concentraciones de cada uno de los elementos frente a la concentración de Au, por medio del paquete Sweetviz del software Python. Como se puede observar en la Figura 2 (Anexo) se encontraron relaciones interesantes entre elementos, así por ejemplo a medida que la concentración de Mo aumenta también aumenta presencia de Au en la zona. Lo mismo ocurre para Zn, Cd, As, Fe. Es por esto que estos elementos pueden utilizarse como indicadores de Au.

6.4. Análisis y modelamiento de datos

Dos de las técnicas multivariadas más utilizadas para analizar resultados químicos y en especial en el campo de la geoquímica son el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de conglomerados. La primera es un método de reducción de la dimensionalidad.

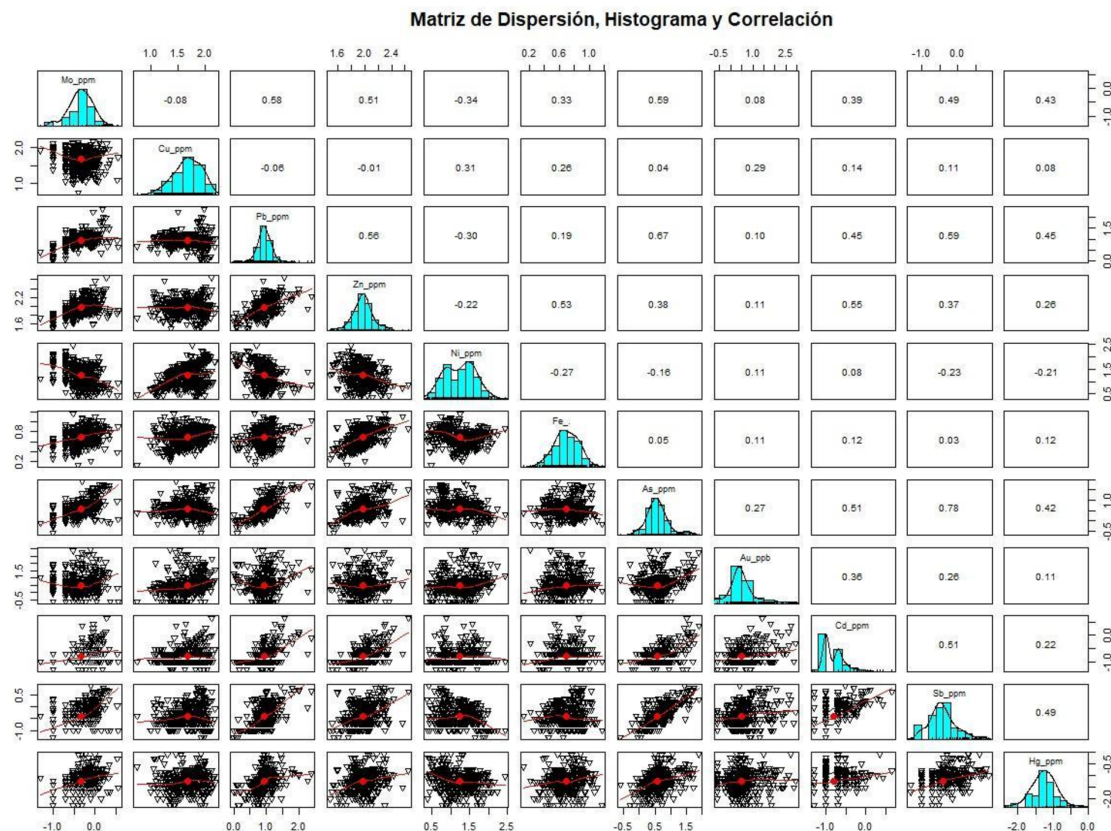


Figura 9: Matriz de Dispersión, histograma y correlación de Pearson para los elementos estudiados.

El objetivo del análisis PCA es encontrar un número más pequeño de variables, llamados componentes principales, que pueden explicar la máxima variación de las variables originales. Además, la reducción de dimensionalidad facilita el análisis de las variables de estudio para ver patrones y relaciones. Por otra parte, el objetivo del análisis de conglomerados es agrupar elementos (muestras, variables) que son similares, basado en sus características o atributos. Siendo un modelo de aprendizaje no supervisado, es importante el conocimiento de la base de datos de trabajo, para validar la coherencia, homogeneidad y separación de los conglomerados. Esta técnica es útil para identificar regiones o poblaciones con características químicas similares.

Para la interpretación de los resultados se debe tener presente que los datos geoquímicos son representativos de la zona de estudio. Los datos son, normalmente, espacio dependientes y en cada sitio de muestreo es posible que determinadas condiciones (ambientales, tectónicas, etc) y procesos (geodinámicos) hayan influenciado en las concentraciones medidas de los elementos (Nude, et al., 2012)

Con el análisis de PCA podemos encontrar un grupo de componentes que pueden explicar las variables en la zona de estudio, así, podemos establecer los tipos de correlaciones entre los elementos de interés, lo cual puede ser útil para identificar posibles áreas anómalas en las que se pueden ubicar mineralizaciones importantes (Nude, et al., 2012) y de interés para un proyecto de explotación.

Este tipo de análisis puede disminuir la dimensionalidad de los datos e identificar uno o más "factores" subyacentes o procesos que pueden explicar las dimensiones asociadas con la variabilidad de los datos (Howarth & Govett, 1983).

El método de componentes principales puede ser visto como un método de proyección que proyecta observaciones de un espacio p -dimensional con p variables a un espacio k -dimensional con k variables (donde $k < p$) de modo que se conserve la máxima cantidad de información (la información es medida a través de la varianza total de los diagramas de dispersión) de las dimensiones iniciales. Si la información asociada con el primer o segundo eje representa un porcentaje suficiente del total de variabilidad de los diagramas de dispersión, las observaciones podrían representarse en una gráfica de 2 o 3 dimensiones, lo cual hace la interpretación mucho más fácil (Nude et al., 2012)

Cada componente principal se espera que represente el proceso o grupo de procesos que influyen las variación espacial de los valores de los parámetros. En este tipo de análisis el número de componentes principales con los que se debe trabajar se puede buscar mediante el criterio de Kaiser o mediante el análisis de la gráfica de sedimentación. En este estudio fue utilizada esta última metodología, en este caso el número de factores que se debe tomar corresponde al primer punto donde la pendiente cambia en la gráfica (Cattell, 1966)

Finalmente, el análisis de los factores, es decir, el grado de asociación entre cada variable y cada factor,

permite reconocer los conglomerados. En este caso se buscan grupos de muestras basado en sus similitudes. El análisis de clusters es una herramienta poderosa para identificar agrupaciones de muestras y sus relaciones, incluyendo la presencia de datos atípicos. El análisis de conglomerados agrupa los elementos basado en las distancias entre las muestras y los datos.

El proceso comienza al calcular la similitud entre los objetos de la base de datos. Después los dos objetos los cuáles al agruparse juntos minimizan un criterio de aglomeración dado, son clasificados juntos creando una clase que comprende estos dos objetos. Después, la similitud o disimilitud entre estas clases y el objeto N-2 se calcula usando el criterio de aglomeración. Los dos objetos o clases de objetos que al ser aglomerados disminuyen el criterio de aglomeración son agrupados. Este proceso continúa hasta que todos los objetos hayan sido agrupados.

Un árbol de decisión es un mapa de los posibles resultados de una serie de decisiones relacionadas. Un árbol de decisión, por lo general, comienza con un único nodo y luego se ramifica en resultados posibles. Cada uno de esos resultados crea nodos adicionales, que se ramifican en otras posibilidades. Esto le da una forma similar a la de un árbol.

Hay tres tipos diferentes de nodos: nodos de probabilidad, nodos de decisión y nodos terminales. Un nodo de probabilidad, representado con un círculo, muestra las probabilidades de ciertos resultados. Un nodo de decisión, representado con un cuadrado, muestra una decisión que se tomará, y un nodo terminal muestra el resultado definitivo de una ruta de decisión.

7. Resultados y discusión

7.1. Análisis univariado

El resumen de las estadísticas del análisis multi-elemento para Fe, Cu, Pb, Sb, Zn, Au, As, Cd, Mo, Hg y Ni se presenta en la Figura 4. La tabla contiene el análisis para los datos de concentración. De la figura se puede observar una alta variabilidad al revisar las desviaciones estándar de las concentraciones para los elementos Cu, Pb, Au, Ni y Zn que puede estar relacionada con la confluencia en la zona de varios tipos de litología. Se encuentran zonas con muy bajas concentraciones de estos elementos, cercanos o por debajo del background geoquímico mientras que existen otras con altas concentraciones, lo cual indica que en la zona podrían haber depósitos minerales de algunos de estos elementos. Así, por ejemplo, para el oro se encontraron valores mínimos de 0.25 ppb y máximos de 1975.2 ppb, muy por encima del background geoquímico para este elemento que es 4 ppb.

7.2. Análisis bivariado

De acuerdo a la Figura 9, se realizó el análisis bivariado de correlación de Pearson, con las variables de interés transformadas log10. Se encontraron diferentes

correlaciones significativas entre los elementos de interés en las muestras, como :Mo-Pb (0,58), Mo-Zn (0,51), Mo-Fe(0,33) Mo-As (0,59), Mo-Cd (0,39), Mo-Hg(0,43), Cu-Ni (0,31), Cu-Fe (0,26), Cu-Au (0,29), Pb-Zn (0,56), Pb-As (0,67), Pb-Cd (0,45), Pb-Sb (0,59), Pb-Hg (0,45), Pb-Hg (0,45), Zn-Fe (0,53), Zn-As (0,38), Zn-Cd (0,55), Zn-Sb (0,37), As-Au (0,27), As-Cd (0,51), As-Sb (0,78), As-Hg (0,42), Au-Cd (0,36), Au-Sb (0,26), Cd-Sb (0,51), Sb-Hg (0,49). Hay asociaciones importantes entre elementos que son indicadores (Au, Cu, Mo, As, Sb, Mo, Hg, Pb) de yacimientos minerales. Ahora, la asociación de As-Sb, es de alta afinidad calcófila, es decir presencia de sulfuros, esta nos puede dar un primer indicio que hay zonas en el área de estudio con un contenido alto de sulfuros, donde generalmente se encuentran los minerales de interés económico.

En geoquímica es posible reconocer patrones de distribución de elementos, a través de los análisis bivariados elementales, de acuerdo con los tipos de yacimiento mineral, tipos de alteraciones hidrotermales, asociaciones de minerales específicos que acompañan al elemento de interés. Con los patrones de distribución o firmas geoquímicas de determinados elementos guías, es viable inferir posibles blancos de exploración.

7.3. Análisis de PCA

Al observar el gráfico de sedimentación, del análisis de componentes principales para las variables de estudio, se observa como resultado, en términos de la variabilidad de los datos, que las variables resultantes son la Dimensión 1, que aporta el 38,4 % de la variabilidad, la Dimensión 2 el 15,1 %, y la Dimensión 3, el 12,4 %. Estas dimensiones acumulan el 65,9% de la variabilidad de la varianza acumulada. Con esta reducción de dimensionalidad, se asegura que los factores comunes expliquen en su mayoría el comportamiento de las variables de estudio.

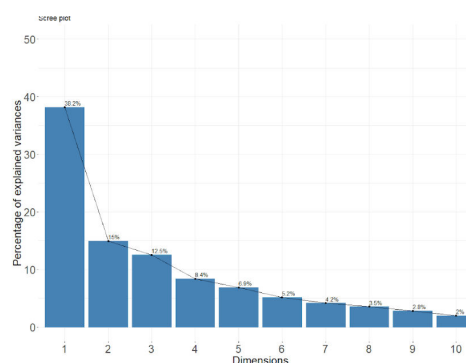


Figura 10: Gráfica de sedimentación-Análisis PCA datos de estudio

En la Figura 10 se puede observar el % de variabilidad que explica cada uno de las dimensiones arrojadas por el modelo.

Una representación gráfica de la distribución para las Dimensiones 1 y 2, se puede observar en la Figura 11 en término de Cos2 de la varianza, lo cual permite ver la geometría de la misma, observamos que para la Dim 1

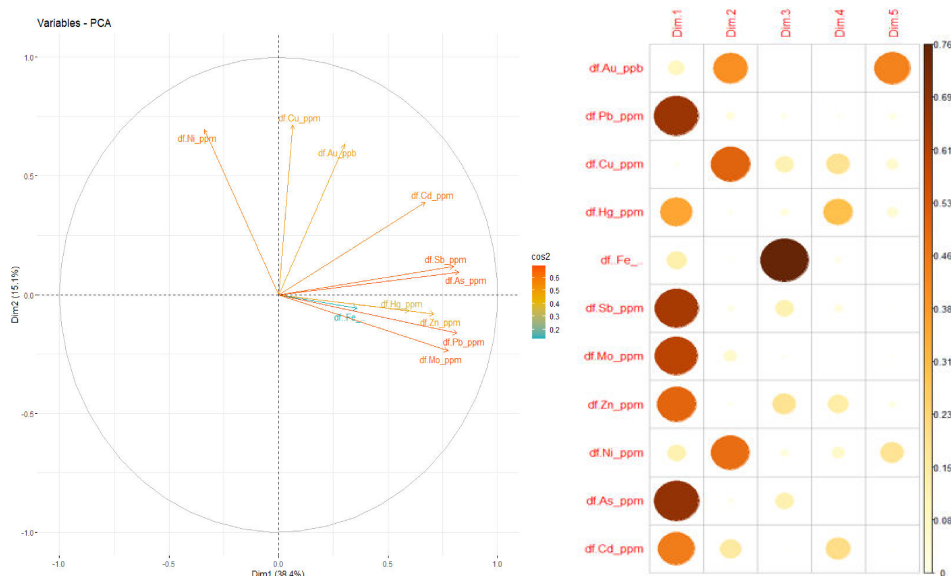


Figura 11: Representación análisis PCA. A la izquierda - Componentes principales de las variables de trabajo para las dimensiones 1 y 2. A la derecha - Gráfica de la calidad de la representación de las variables para las dimensiones encontradas

las variables Sb-As-Pb-Mo están muy bien representadas, en menor medida las variables Hg-Zn. La variable Fe está proyectada en la Dim 1 pero no está bien representada. Para la Dim 2 la variable Cu está bien representada. Mientras que, las variables Au, Cd y Ni se mueven en las dos dimensiones, son variables que tienen buena representación, aunque, para Au la representación de Dim 2 > Dim 1, para Cd la representación Dim 1 > Dim 2 y para Ni la representación Dim 2 > Dim 1. En el caso de Au se ve que tiene una buena correlación con las variables Cu y Cd. De la Figura 11, en la gráfica de puntos se observa que la Dimensión 1 está dominada principalmente por Pb, Sb, Mo, Zn, As, Cd Mientras que la Dimensión 2, que tiene al Au como uno de los elementos principales tiene asociaciones positivas con Ni, Cu.

As y Sb en esta dimensión.

En la figura 15 (análisis del cluster con los componentes principales), se realizó la clusterización en tres grupos de la representación de las variables en el análisis PCA, obteniendo que el Cluster 1 está conformado por Ni-Cu-Au, el Cluster 2 está conformado por Fe-Zn y el Cluster 3 está conformado por Cd-Sb-As-Hg-Pb-Mo. Cabe aclarar que hay variables entre clusters que tienen una buena afinidad como Au-Cd, Zn-Cd. Estos Cluster de variables, concuerdan con el dendrograma jerárquico que se realizó para estas variables (Figura 8), donde el Hg está asociado a las parejas Sb-As y Pb-Mo, el Au está asociado a la pareja Cu-Ni.

Las asociaciones elementales que obtuvimos en el análisis PCA son concordantes con las "signaturas" geoquímicas para algunos tipos de depósitos minerales, como en los depósitos porfíricos de Cu-Mo, Cu-Au, Sn o Cu donde hay una fuerte correlación entre elementos indicadores como: Cu, Mo, Au, Ag, Pb, Zn, As, Sb. También en los depósitos epitermales (en las zonas de una alta densidad de vetilleo, como un "stockwork"), donde se ha identificado los siguientes ensamblajes geoquímicos: Au, As, Sb, Hg; Au, Ag, Pb, Zn, Cu (prospección geoquímica. depósito mineral metálico, no-metalico-oleo e gas. Serviço Geológico do Brasil, pg161).

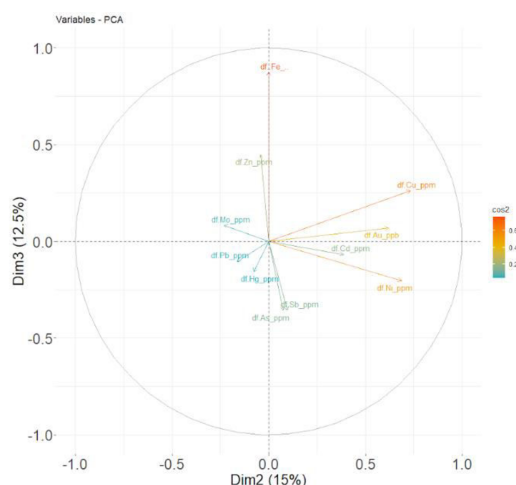


Figura 12: PCA Dimensiones 2 y 3.

De la Figura 12, se encuentra que en la Dim 3 se ven bien representadas las variables Fe, Zn. La variable Fe está correlacionada de forma negativa con las variables

7.4. Análisis de conglomerados

Para realizar el análisis de agrupación "cluster", por K-medias; inicialmente se estimó la cantidad de clusters necesarios para agrupar el número de muestras de sedimento. La estimación se hizo realizando la gráfica wss (within sum of square - Figura 13). En esta gráfica se determinó inicialmente que el número óptimo de grupos eran cinco. Al hacer la gráfica de agrupaciones se observó que en la parte central del gráfico tres grupos se

solapaban. Por esto se redujo a tres agrupaciones, donde se observa una mejor diferenciación entre ellos (Figura 15)

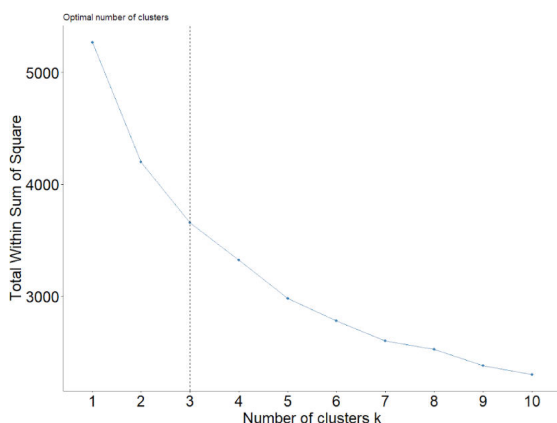


Figura 13: Número óptimo de clusters.

Para confirmar el número de clusters de trabajo, se elaboró un dendrograma a través de la metodología “Hierarchical Clustering” para las muestras de sedimentos (individuos de la población). Así, se estableció un threshold entre las alturas de 3 a 4, donde se diferenciaban 3 grupos en la población de muestras de sedimentos activos.

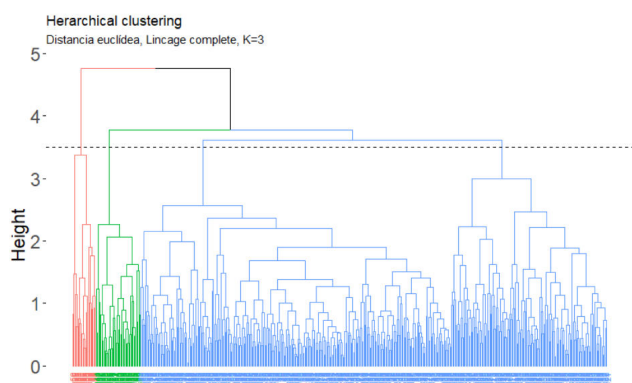


Figura 14: Cluster jerárquico.

Al realizar las tres agrupaciones se determinó la cantidad de muestras que hay en cada agrupación, y se determinaron los valores promedio de las variables de interés:

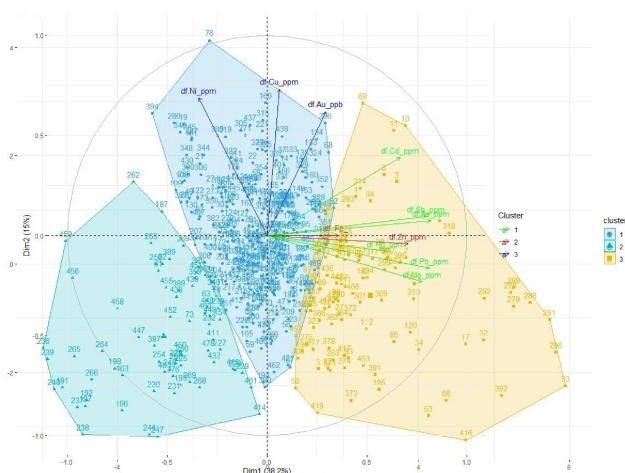


Figura 15: Análisis cluster - PCA.

En la Figura 16 se observa que los valores más altos para algunas variables de interés como: Mo, Zn, As, Au, Cd, Sb se encuentran en los grupos 1 y 3.

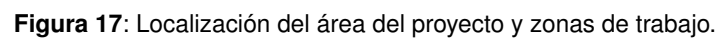
Después de identificar las muestras que pertenecen a cada conglomerado, se realizó una gráfica de cada punto en un mapa topográfico de la zona (Figura 17), con el fin de analizar si la información obtenida es coherente con la ubicación de las muestras

	N° muestras	Mo ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Ni ppm	Fe %	As ppm	Au ppb	Cd ppm	Sb ppm	Hg ppm
Grupo 1	306	0,56	55,80	11,16	100,75	26,14	5,27	5,95	23,65	0,21	0,61	0,08
Grupo 2	71	0,54	57,23	11,20	96,42	26,96	5,17	5,71	20,46	0,19	0,60	0,08
Grupo 3	103	0,56	55,58	11,19	101,21	26,02	5,30	6,00	23,39	0,21	0,61	0,08

Figura 16: Tabla análisis cluster.

Con los resultados se quiso confirmar si los grupos obtenidos podrían ayudar a identificar adecuadamente, en una etapa inicial, una zona de prospección para extracción de algún elemento de interés. El análisis se realizó usando como ejemplo el Au. Por esto se graficaron las muestras que corresponden a cada conglomerado en un mapa topográfico de la zona de estudio, que contiene además la identificación de los puntos donde existe explotación de oro.

Como se observa en el mapa (Figura 17), los clusters 1 (puntos negros) y 3 (puntos morados) son los que contienen los elementos que están directamente relacionados con oro y que arrojaron los mejores resultados en el análisis de PCA y que son indicadores de su presencia en la zona. Se puede observar que las muestras que contienen elementos indicadores para el oro se encuentran, principalmente, en la zona central y en la zona inferior de la gráfica. En los cuadros verdes se identifican dos zonas en las que se tienen muestras que contienen concentraciones de los elementos representados en las dimensiones 1 y 2 del PCA y que pertenecen a zonas que actualmente cuentan con



títulos mineros de explotación aurífera, lo cual confirma que el estudio realizado permite identificar zonas donde posiblemente exista un elemento específico, en el caso del ejemplo, Au.

Siguiendo la misma lógica, en color magenta se identificaron dos zonas que hoy no se están explotando y que tienen un alto potencial de contener Au para ser explotado debido a la alta presencia de puntos pertenecientes a los clusters 1 y 3.

7.5. Árbol de decisión

Como una herramienta adicional al modelo, se construyó un árbol de decisión, usan como ejemplo el Au. Se tomó como concentración de corte para el elemento 22 ppb, siendo esta concentración representativa de una anomalía geoquímica frente al background geoquímico del elemento, que es de 4 ppb.

El árbol se construyó definiendo los datos anómalos para Au de 22 ppb (Wijk, 2021), con un tamaño de muestra de entrenamiento del 30 % y una profundidad de tres nodos. El árbol comienza con 336 datos, y en el primer nodo se clasifican los datos estableciendo la condición de concentraciones de As mayor a 0,95 ppm, como resultado quedan nueve muestras que cumplen con este criterio. Continuando en la ramificación al lado derecho del árbol, el siguiente criterio es de concentraciones de Hg mayores a 0,15 ppm, de estas nueve muestras cinco son afirmativas a la pregunta, donde estas son clasificadas como “hay oro”. Existen cinco muestras que tienen concentraciones de Hg menores o igual 0,15 ppm, estas se someten al último nodo, donde la condición es de concentraciones de Cd mayores a 1,15 ppm, en este caso, dos de las cinco muestras cumplen con esta condición, y se clasifican como “hay oro, con un gini =0. Cada vez que bajamos en el árbol, la precisión de este es mejor, es decir, el error en la clasificación de los datos es menor. Esto lo vemos a través de la métrica gini, cuando su valor se aproxima a 0 es más precisa la clasificación. Cuando revisamos la ramificación de la izquierda del árbol, tenemos que, cuando la concentración de As es menor o igual a 30,15 ppm, tenemos 326 datos que cumplen esta condición, a estas se les aplica la nueva condición de concentraciones de Cd mayores a 0,95 ppm, con esta condición tenemos una muestra que cumple la misma, clasificada como “hay oro”. Ahora, cuando la concentración de Cd es menor o igual 0,95 ppm, sigue al último nodo clasificatorio, el cual tiene la condición de concentraciones de Zn mayores a 258,5 ppm, obteniendo una muestra que cumple con esta condición, clasificada como “hay oro”. El árbol de decisión es consistente con el análisis no supervisado, encontrándose una correlación de elementos como Cd, As, Hg, Zn para encontrar Au, concuerda con lo reportado en la literatura (Melo Fletcher, 1999).

8. Conclusiones

Por medio del análisis multivariado se pudo establecer una buena correlación entre los elementos Sb-As-Pb-Mo-Zn-Hg-Cd en la zona de estudio. Estos

elementos son indicadores de depósitos minerales como los depósitos tipo pórfido Cu-Au, Cu-Mo o tipo epitermal. Esto es coherente con que la zona de estudio que es tectónicamente compleja (sistema de fallas geológicas Cauca-Romeral), puede presentar este tipo de depósitos. Además cerca de la zona de estudio hay varios distritos mineros como Marmato, el proyecto minero de La Colosa. Por último, las muestras de roca que se tomaron en el proyecto para realizar el análisis metalográfico, mostraron la presencia de algunos minerales como la marcasita, pirrotina, calcopirita que están asociados a sistemas de mineralización hidrotermal que pueden encontrarse en este tipo de depósitos.

El análisis de cluster por el método de k-means, nos mostró la agrupación de tres poblaciones, siendo el cluster 1 y 3 los clusters que tienen las concentraciones más altas de elementos indicadores (Mo, Zn, Fe, As, Cd, Au y Sb). Al graficar los clusters en el mapa geológico y de minas, encontramos que cerca de las muestras de sedimentos pertenecientes a estos cluster se encuentran títulos mineros, lo cual confirma la hipótesis de que hay flancos de exploración con un buen potencial para la explotación mineral. Los resultados de este estudio pueden ser utilizados como información base para etapas tempranas de prospección minera.

Usando herramientas como el árbol de decisión, que es un modelo de aprendizaje automático, encontramos que para los datos de estudio, seleccionando el oro como blanco de exploración, elementos como el Cd, As, Fe y Zn son indicadores o pathfinders de este elemento. Lo cual corrobora y complementa los resultados del análisis multivariado PCA.

9. Recomendaciones

Se recomienda el uso de este tipo de modelos estadísticos para el análisis de datos geoquímicos que permitan identificar grupos de elementos que están asociados, obteniendo de esta manera información útil para el trabajo de prospección mineral.

Se recomienda realizar los análisis estadísticos haciendo uso de los datos transformados mediante log10. Este tipo de transformaciones ajusta la información para lograr un mejor análisis estadístico y así tener una mejor precisión del modelo.

10. Agradecimientos

A Juan Fernando Jiménez, Robinson Patiño y Omar Mendoza, profesionales del Servicio Geológico Colombiano, por su apoyo y guía en el abordaje del proyecto.

11. Referencias

1. Alvarez Contreras, Denis Gustavo Bernabé, Córdoba, Axel Leonel, Tabla periódica de los elementos

- asociada a geología, TE&ET, Rev. iberoam. tecnol. educ. educ. tecnol. no.29 La Plata set. 2021
2. ANM, Agencia Nacional de Minería, extraído de <https://www.anm.gov.co/?q=distribucion-mineriaColombia>, fecha revisión 2023-03-26
 3. Balaram, V., Sawant, S.S., Indicator minerals, pathfinder elements, and portable analytical instruments in mineral exploration studies, *Minerals* 2022, 12(4), 394 doi.org/10.3390/min12040394
 4. Barnes, J.H., Geochemistry of hidrothermal ore deposits, 3rd edition, The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, 1997
 5. Dilles, J.H., John, D.A., Porphyry and epithermal mineral deposits, Reference module in Earth system and environmental sciences, 2020. DOI:10.1016/B978-0-08-102908-4.00005-9
 6. Droppo, I.G. Rethinking what constitutes suspended sediment. *Hydrol. Proc.* 2001, 15, 1551–1564.
 7. Fletcher, W.K., Stream sediment geochemistry in today's exploration world, *Exploration geochemistry*, paper 32, 2015
 8. European Commission, Internal market, industry, entrepreneurship and SMEs, Metallic minerals, Tomado de https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/related-industries/minerals-and-non-energy-extractive-industries/metallic-minerals_en Fecha de consulta 2023-03-28
 9. Gaeta Tassinari, C.C., Díaz Pinzón, F., Buena Ventura, J., Age and sources of gold mineralization in the Marmato mining district, NW Colombia: A Miocene–Pliocene epizonal gold deposit, *Ore geology reviews*, Volume 33, Issues 3–4, June 2008, Pages 505–518.
 10. Gaeta Tassinari, C.C., Díaz Pinzón, F., Buena Ventura, J., Age and sources of gold mineralization in the Marmato mining district, NW Colombia: A Miocene–Pliocene epizonal gold deposit, *Ore geology reviews*, Volume 33, Issues 3–4, June 2008, Pages 505–518.
 11. Griem-Klee, S., Apuntes de exploraciones mineras, Cap. 3.2 Geoquímica de las prospección: anomalías, Apuntes de geología, 2016
 12. Instituto Colombiano de geología y minería -Ingeominas, Complementación geológica, geoquímica y geofísica (magnetométrica) de las planchas 166, 167, 186 y 187, 2005
 13. Kesler, S.E., Chrysosoulis, S. L., Simon, G., Gold in porphyry copper deposits, its abundance and fate, *Ore geology review*, vol 21, Issues 1-2., 2002, pag 103.124
 14. Macheyek, A. S., Yuan, F., Platinum group element, , *Applied geochemistry*, ch. Elements of exploration geochemistry 2020.
 15. Melo, G, Jr., Fletcher. W.K., Dispersion of gold and associated elements in stream sediments under semi-arid conditions, northeast Brazil, *Journal of geochemical exploration*, Volume 67, Issues 1–3, December 1999, Pages 235–243
 16. Moreno, M., Aplicación de análisis de componentes principales y conglomerados a datos de fluorescencia de rayos X (FRX) en suelos, Fundación Universitaria Los Libertadores, Facultad de ingeniería y ciencias básicas, Especialización en estadística aplicada, trabajo de grado, Bogotá, 2019
 17. Naranjo, A., Horner, J., Jahoda, R., Diamond, L.W., La Colosa Au Porphyry Deposit, Colombia: Mineralization Styles, Structural Controls, and Age Constraints, *Economic Geology* 113(3):553–578, 2018
 18. Ouillon, S. Erosion et transport solide: Ampleur et enjeux. *La Houille Blanche* 1998, 2, 52–58.
 19. Pohl, Walter L., Metallogenic models as the key to successful exploration – a review and trends, *Mineral economics*, 35, 373–408, 2022
 20. Rose. A.W. Hawkes H.E. Webb, J.S., Geochemistry in mineral exploration, 2nd edition, Academic Press, 1979
 21. Serviço geológico do Brasil, Prospecção geoquímica de depósitos minerais metálicos, não metálicos, óleo e gás, Sociedade brasileira de geoquímica, Rio de Janeiro, 2007
 22. Sillitoe, R.H. Exploration and discovery of base and precious metal deposits in the circum Pacific region during the last 25 years. *Resour. Geol. Spec. Issue* 1995, 19, 119.
 23. Sillitoe, R.H. Exploration and discovery of base and precious metal deposits in the circum Pacific region a late 1990s update. *Resour. Geol.* 2000, 21, 65. [Google Scholar]
 24. Vercruysse, K.; Grabowski, R.C.; Rickson, R.J. Suspended sediment transport dynamics in rivers: Multi-scale drivers of temporal variation. *Earth-Sci. Rev.* 2017, 166, 38–52.
 25. Wijk Ch., Stream sediment sampling identifies three large gold targets, Tanga resources limited (ASX :TRL). 2021

A. Base de datos de trabajo

ID_DUNIA_ATG	ID_MUES_TRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ESTE	COORD_OESTE	PLANCHA	ORIGEN_COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
1	AP-1501-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.311	1.147.814	166	OESTE	0.8	23.4	16.1	208	11.4	10.72	4.3	2.5	0.2	0.7	0.07
2	AP-1502-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.005	1.143.909	166	OESTE	1.0	30.7	11.7	130	13.5	6.19	10.9	7.1	0.2	0.6	0.05
3	AP-1503-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.488	1.146.525	166	OESTE	0.7	15.2	19.5	187	7.4	10.86	22.2	2.5	0.3	1.3	0.04
4	AP-1505-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.696	1.152.228	166	OESTE	0.7	49.0	7.1	101	37.8	6.00	4.6	1.9	0.2	0.3	0.02
5	AP-1509-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.015	1.156.357	166	OESTE	1.0	72.0	8.3	98	45.6	5.45	6.6	12.8	0.6	0.5	0.03
6	AP-1511-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.688	1.146.545	166	OESTE	1.2	15.6	10.9	136	6.6	5.15	6.9	4.4	0.3	1.2	0.55
7	AP-1512-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.172	1.147.474	166	OESTE	1.1	42.4	15.4	110	6.0	6.87	38.5	8.0	0.5	0.8	0.11
8	AP-1513-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.069	1.148.337	166	OESTE	2.2	36.6	30.2	71	3.3	4.58	39.0	22.5	0.3	1.9	0.30
9	AP-1514-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.961	1.148.882	166	OESTE	0.5	16.9	13.4	97	6.2	5.29	5.6	2.2	0.3	0.3	0.08
10	AP-1515-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.278	1.147.074	166	OESTE	1.2	11.2	11.7	209	5.7	8.44	8.7	1.9	0.2	1.4	0.54
11	AP-1516-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.715	1.147.160	166	OESTE	1.1	11.9	14.0	180	3.3	6.25	5.0	4.0	0.3	0.8	0.53
12	AP-1517-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.824	1.147.524	166	OESTE	0.8	33.1	12.4	102	12.2	5.20	9.2	7.3	0.2	0.5	0.07
13	AP-1518-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.413	1.148.175	166	OESTE	0.9	37.3	11.8	108	16.9	5.48	9.9	6.2	0.2	0.5	0.06
14	AP-1520-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.776	1.149.243	166	OESTE	0.5	16.4	9.1	109	5.4	5.53	5.3	2.0	0.2	0.3	0.04
15	AP-1521-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.326	1.149.382	166	OESTE	0.3	35.0	8.4	104	7.1	5.49	2.6	74.5	0.1	0.2	0.06
16	AP-1522-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.866	1.151.127	166	OESTE	0.9	49.8	9.3	102	44.7	4.90	7.2	3.6	0.2	0.4	0.04
17	AP-1523-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.470	1.143.666	166	OESTE	1.1	101.5	18.6	165	7.5	6.28	30.5	31.6	0.8	2.5	0.32
18	AP-1524-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.776	1.144.198	166	OESTE	0.6	40.6	9.2	110	39.2	5.00	5.9	2.9	0.1	0.4	0.05
19	AP-1525-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.701	1.142.623	166	OESTE	0.3	10.1	4.5	90	5.3	4.37	1.7	1.4	0.1	0.1	0.02
20	AP-1526-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.149.958	1.144.144	166	OESTE	0.5	27.4	20.1	143	6.7	6.62	13.3	4.2	0.8	1.2	0.03
21	AP-1527-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.191	1.148.632	166	OESTE	1.4	21.7	2.2	116	8.9	7.71	1.1	1.2	0.1	0.1	0.01
22	AP-1528-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.491	1.147.701	166	OESTE	0.8	19.0	5.2	110	9.0	7.65	1.9	2.0	0.1	0.2	0.07
23	AP-1529-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.340	1.149.214	166	OESTE	0.9	19.4	4.9	155	11.2	8.91	2.3	2.9	0.2	0.5	0.02
24	AP-1530-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.518	1.151.218	166	OESTE	0.5	42.6	7.1	78	40.6	4.05	4.6	3.6	0.2	0.4	0.06
25	AP-1531-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.500	1.150.231	166	OESTE	1.0	13.5	4.9	115	17.7	5.34	8.1	1.4	0.3	2.1	0.02
26	AP-1532-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.777	1.150.281	166	OESTE	0.7	23.7	6.2	82	27.5	4.04	4.8	1.0	0.2	0.3	0.03
27	AP-1533-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.920	1.152.200	166	OESTE	1.1	48.8	8.4	118	40.8	5.74	5.4	2.3	0.7	0.9	0.06
28	AP-1535-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.963	1.152.192	166	OESTE	0.8	36.0	7.1	86	36.6	4.10	6.0	1.4	0.1	0.4	0.05
29	AP-1536-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.335	1.151.238	166	OESTE	0.2	28.7	4.5	120	8.7	5.73	1.6	3.2	0.2	0.2	0.05
30	AP-1537-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.149.512	1.150.613	166	OESTE	1.1	32.6	16.1	108	45.9	6.14	5.4	1.4	0.1	0.4	0.04
31	AP-1538-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.150.746	1.149.276	166	OESTE	0.5	76.5	9.9	107	8.4	6.30	3.9	4.2	0.3	0.6	0.11
32	AP-1540-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.149.198	1.146.032	166	OESTE	0.9	104.0	28.3	273	7.0	7.09	27.4	8.1	1.9	2.1	0.10
33	AP-1541-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.150.575	1.145.748	166	OESTE	1.9	133.4	36.0	450	7.6	7.31	33.1	26.9	4.6	4.1	0.16
34	AP-1542-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.127	1.145.215	166	OESTE	0.6	47.5	18.1	187	9.7	7.91	8.3	423.3	0.4	3.0	0.10
35	AP-1543-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.477	1.145.883	166	OESTE	0.6	45.5	16.7	147	8.8	6.25	7.5	2.5	0.5	2.5	0.11
36	AP-1544-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.863	1.141.750	166	OESTE	0.5	40.0	15.4	204	10.0	11.89	2.0	1.9	0.2	0.3	0.07
37	AP-1545-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.539	1.147.339	166	OESTE	0.6	18.3	10.5	115	8.1	6.95	2.8	2.1	0.1	0.3	0.10
38	AP-1546-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.098	1.148.519	166	OESTE	0.7	42.9	11.6	131	43.5	4.72	5.8	4.2	0.1	0.6	0.05
39	AP-1547-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.890	1.149.709	166	OESTE	0.5	22.0	6.2	78	23.6	3.34	3.7	0.6	0.1	0.3	0.04
40	AP-1548-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.364	1.142.528	166	OESTE	0.6	52.2	7.9	171	7.3	10.29	1.8	2.8	0.2	0.2	0.04

Figura 1: Base datos de trabajo.

B. Análisis bivariado

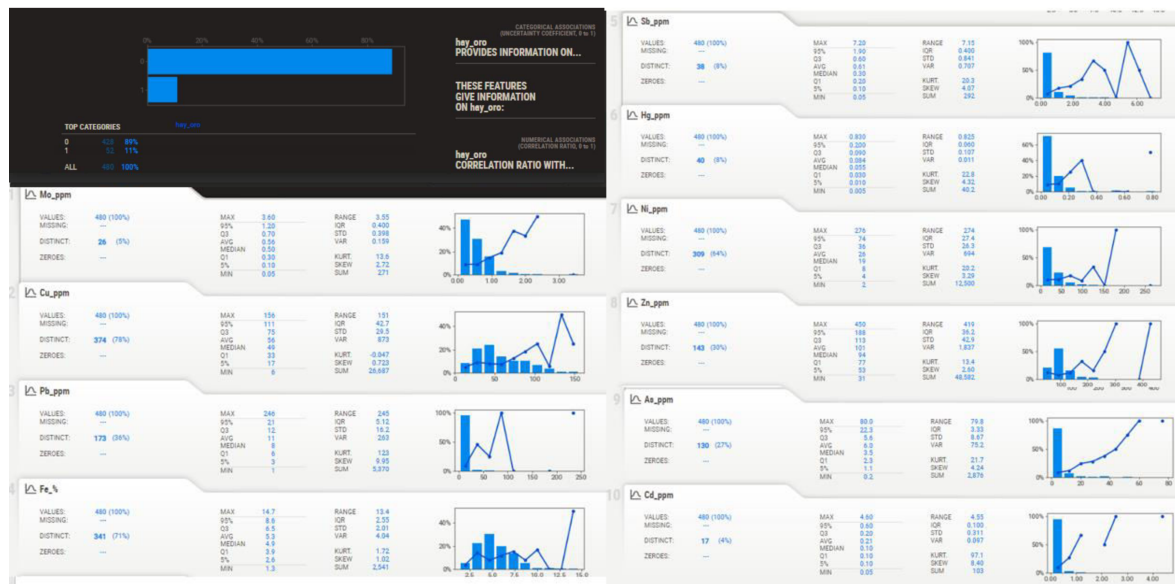


Figura 2: Análisis Bivariado de las concentraciones de los elementos vs concentración de Au.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUES-TRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ESTE	COORD_OESTE	PLANCHA	ORIGEN_COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
41	AP-1549-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.047	1.141.529	166	OESTE	0.5	42.4	9.9	22.4	7.8	6.97	1.9	2.4	0.2	0.2	0.05
42	AP-1550-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.847	1.139.996	166	OESTE	0.6	56.8	14.9	21.5	8.4	7.47	2.4	4.9	0.2	0.3	0.08
43	AP-1551-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.209	1.140.320	166	OESTE	0.5	68.9	10.9	14.7	7.4	7.47	2.5	2.6	0.1	0.3	0.03
44	AP-1552-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.233	1.142.262	166	OESTE	0.5	77.2	8.5	13.9	8.8	7.36	2.0	2.0	0.1	0.3	0.03
45	AP-1554-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.750	1.152.814	166	OESTE	0.4	67.2	9.1	11.8	8.4	6.48	2.2	1.8	0.1	0.3	0.02
46	AP-1555-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.668	1.146.133	166	OESTE	0.4	35.2	5.8	8.1	31.5	3.44	3.3	3.0	0.1	0.3	0.07
47	AP-1556-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.895	1.144.728	166	OESTE	0.7	40.9	7.0	9.7	24.1	4.48	3.2	2.2	0.2	0.3	0.05
48	AP-1557-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.156.800	1.144.820	166	OESTE	0.3	83.8	7.7	9.4	6.6	5.79	1.9	3.2	0.1	0.2	0.03
49	AP-1558-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.336	1.143.402	166	OESTE	0.3	21.1	6.0	6.3	20.9	2.92	2.8	0.8	0.1	0.2	0.04
50	AP-1559-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.212	1.143.419	166	OESTE	0.4	85.3	9.9	12.5	10.3	7.94	2.5	14.22.6	0.2	0.2	0.04
51	AP-1560-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.314	1.140.742	166	OESTE	0.4	29.6	8.3	9.8	24.3	4.93	3.4	1.7	0.1	0.4	0.07
52	AP-1561-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.156.651	1.142.374	166	OESTE	0.7	27.6	11.5	22.0	9.3	11.07	2.3	2.5	0.3	0.3	0.08
53	AP-1562-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.150.628	1.137.821	166	OESTE	0.9	42.3	16.5	14.0	38.9	3.95	36.8	415.2	1.3	1.3	0.10
54	AP-1563-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.451	1.138.172	166	OESTE	0.5	67.8	6.0	11.3	46.0	5.48	3.8	2.9	0.2	0.2	0.03
55	AP-1564-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.763	1.137.024	166	OESTE	0.9	66.0	9.2	11.9	46.8	5.42	6.2	2.2	0.2	0.3	0.05
56	AP-1565-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.358	1.136.954	166	OESTE	0.6	72.2	9.1	12.9	52.0	5.52	5.1	3.0	0.3	0.3	0.03
57	AP-1566-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.790	1.136.200	166	OESTE	0.6	70.6	8.5	12.3	45.6	5.18	5.2	53.0	0.2	0.3	0.04
58	AP-1568-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.264	1.140.905	166	OESTE	0.3	16.8	9.2	13.9	8.1	6.02	1.7	2.1	0.2	0.2	0.05
59	AP-1569-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.088	1.153.452	166	OESTE	0.2	54.9	8.1	7.3	58.2	7.1	11.4	0.2	0.2	0.3	0.09
60	AP-1570-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.525	1.153.402	166	OESTE	0.8	35.1	7.6	10.3	34.3	4.31	6.5	2.7	0.4	0.5	0.06
61	AP-1571-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.150.502	1.154.488	166	OESTE	0.1	48.7	4.7	6.0	44.7	4.08	5.3	0.25	0.1	0.2	0.02
62	AP-1572-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.149.692	1.155.076	166	OESTE	0.1	32.0	6.2	5.1	37.7	3.33	5.8	0.9	0.1	0.2	0.02
63	AP-1573-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.990	1.155.675	166	OESTE	0.2	48.1	9.1	7.6	52.6	4.36	5.2	2.9	0.1	0.2	0.02
64	AP-1574-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.811	1.149.648	166	OESTE	0.5	75.8	8.6	16.1	16.8	11.79	1.9	2.2	0.2	0.2	0.02
65	AP-1575-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.575	1.149.520	166	OESTE	0.8	61.0	9.7	10.7	10.4	8.73	2.8	10.2	0.1	0.2	0.05
66	AP-1576-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.315	1.148.276	166	OESTE	0.9	44.9	18.5	20.1	37.5	3.45	40.6	62.3	2.7	1.2	0.08
102	CM-317-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.166.952	1.130.679	166	OESTE	0.4	35.1	6.5	5.5	14.1	2.93	1.8	1.3	0.1	0.3	0.05
103	CM-319-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.167.510	1.131.621	166	OESTE	1.7	18.3	10.0	8.9	4.1	2.88	6.1	2.9	0.2	0.8	0.10
104	CM-320-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.167.044	1.132.155	166	OESTE	3.4	12.6	8.8	7.0	2.9	2.42	9.1	2.0	0.2	1.1	0.53
105	CM-322-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.165.896	1.133.249	166	OESTE	0.5	81.3	6.8	5.9	36.0	4.42	2.2	2.1	0.1	0.3	0.05
106	CM-323-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.165.375	1.133.773	166	OESTE	0.6	31.9	16.1	6.6	32.4	2.64	5.5	1.7	0.2	0.6	0.08
107	CM-324-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.995	1.134.181	166	OESTE	0.5	36.4	13.3	8.4	16.7	3.30	3.5	1.4	0.3	0.5	0.06
110	CM-328-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.166.857	1.124.799	166	OESTE	0.3	35.1	5.3	5.2	51.7	2.77	6.5	16.8	0.1	0.3	0.01
111	CM-329-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.165.173	1.125.764	166	OESTE	0.3	33.6	7.3	5.8	43.5	2.62	10.0	2.8	0.1	0.3	0.02
123	CM-342-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.161.409	1.124.890	166	OESTE	0.7	38.7	8.8	7.4	29.2	3.70	5.3	2.4	0.2	0.4	0.12
124	CM-343-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.161.360	1.123.857	166	OESTE	0.4	5.5	4.6	5.5	3.1	1.34	2.5	0.25	0.1	0.4	0.24
125	CM-344-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.161.512	1.123.075	166	OESTE	0.6	25.7	7.3	7.6	29.5	4.62	4.0	1.7	0.2	0.3	0.04
126	CM-345-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.161.707	1.122.685	166	OESTE	1.3	33.6	10.0	8.3	31.8	4.25	6.4	1.3	0.1	0.7	0.09
127	CM-346-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.160.040	1.121.958	166	OESTE	0.7	53.8	9.3	12.5	35.6	5.64	4.2	1.0	0.1	0.4	0.05
128	CM-347-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.120	1.120.012	166	OESTE	1.0	56.2	11.0	13.4	46.5	5.15	7.6	2.5	0.2	0.4	0.04
129	CM-348-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.234	1.121.812	166	OESTE	0.5	37.1	8.8	9.5	34.3	3.65	5.1	1.5	0.2	0.4	0.06

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUES-TRA	TIPO_MUESTRA	COORD-ESTE	COORD-OESTE	PLANCHA	ORIGEN-COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
130	CM-349-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.180	1.123.351	166	OESTE	0,7	43,9	10,9	119	40,7	4,93	7,2	331,1	0,2	0,6	0,07
131	CM-352-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.586	1.125.334	166	OESTE	0,8	84,1	8,0	174	64,0	8,41	7,3	3,5	0,5	0,6	0,09
132	CM-353-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.822	1.122.945	166	OESTE	0,9	31,5	185,0	88	24,4	4,24	6,0	1,1	0,2	0,9	0,06
151	CM-379-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.844	1.123.052	166	OESTE	0,6	43,8	10,3	86	23,0	3,67	7,8	2,2	0,2	1,7	0,12
152	CM-380-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.122.496	1.122.309	166	OESTE	0,9	46,1	13,2	105	16,5	3,18	26,6	116,6	0,4	1,7	0,18
153	CM-381-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.124.562	1.121.204	166	OESTE	0,4	43,5	10,0	97	19,2	2,99	11,8	3,2	0,2	1,3	0,07
154	CM-382-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.124.645	1.120.046	166	OESTE	0,6	69,0	13,2	130	28,5	4,07	5,4	5,5	0,1	0,9	0,09
155	CM-383-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.124.729	1.120.398	166	OESTE	0,9	44,7	13,0	105	13,3	3,80	14,0	6,2	0,2	1,4	0,17
156	CM-384-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127.035	1.121.061	166	OESTE	1,1	29,5	11,7	75	12,5	3,73	5,8	185,0	0,3	0,5	0,18
157	CM-385-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127.412	1.121.387	166	OESTE	0,4	44,6	8,2	81	20,3	4,19	3,3	2,1	0,1	0,3	0,05
158	CM-386-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127.966	1.120.807	166	OESTE	0,5	38,5	9,0	71	17,1	2,60	3,0	2,6	0,2	0,6	0,58
159	CM-387-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.000	1.121.015	166	OESTE	0,7	47,9	9,8	73	16,2	3,50	5,5	5,6	0,1	1,3	0,18
160	CM-389-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.779	1.121.840	166	OESTE	0,4	44,2	9,0	76	14,9	2,64	2,8	4,4	0,1	0,4	0,08
161	CM-390-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.543	1.121.573	166	OESTE	1,1	47,0	11,3	84	13,2	4,04	7,6	4,0	0,1	0,5	0,12
162	CM-391-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130.313	1.122.371	166	OESTE	0,7	41,1	9,7	74	20,3	5,37	9,1	5,4	0,1	0,3	0,07
163	CM-393-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130.038	1.122.626	166	OESTE	0,5	44,7	8,8	65	15,6	3,44	3,5	3,2	0,1	0,5	0,10
164	CM-394-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.268	1.127.724	166	OESTE	0,6	62,1	11,1	84	22,1	3,75	3,6	4,1	0,1	0,6	0,10
165	CM-395-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.250	1.123.040	166	OESTE	0,4	51,5	10,9	106	19,4	3,90	2,9	3,3	0,1	0,4	0,10
166	CM-396-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130.672	1.123.398	166	OESTE	0,3	34,8	7,2	69	18,0	2,84	3,2	2,9	0,1	0,4	0,09
167	CM-397-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132.230	1.121.900	166	OESTE	0,9	104,6	13,0	82	8,9	6,57	2,7	3,3	0,1	0,3	0,08
168	CM-399-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.795	1.127.395	166	OESTE	0,9	63,3	7,5	110	2,8	8,68	2,2	2,2	0,2	0,1	0,05
169	CM-400-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.945	1.126.671	166	OESTE	1,0	58,8	13,4	103	4,1	8,31	4,3	5,3	0,1	0,1	0,06
170	CM-401-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.871	1.126.061	166	OESTE	0,4	62,8	7,8	97	20,5	6,04	4,2	2,9	0,1	0,3	0,05
171	CM-402-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132.565	1.124.589	166	OESTE	0,4	36,8	6,9	84	20,7	4,93	2,3	245,6	0,2	0,2	0,03
172	CM-403-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132.973	1.123.647	166	OESTE	0,2	28,5	9,4	87	9,4	4,91	6,1	1,3	0,1	0,2	0,03
173	CM-404-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127.422	1.124.587	166	OESTE	0,3	33,5	8,3	62	22,9	2,41	2,4	2,6	0,1	0,3	0,05
174	CM-405-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127.159	1.124.928	166	OESTE	0,3	23,5	7,9	44	14,2	2,02	2,1	0,5	0,1	0,3	0,05
175	CM-406-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127.205	1.125.377	166	OESTE	0,2	21,8	7,4	49	12,5	1,88	1,9	0,9	0,1	0,3	0,05
176	CM-407-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127.836	1.125.546	166	OESTE	0,4	55,2	10,4	93	27,1	3,14	2,7	3,0	0,2	0,5	0,10
179	CM-448-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.156.855	1.118.623	166	OESTE	0,8	44,6	14,1	102	28,9	6,45	7,3	4,3	0,3	0,9	0,13
187	CM-470-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.439	1.120.089	166	OESTE	0,5	51,5	15,7	141	23,6	5,73	20,8	6,0	0,6	1,5	0,02
188	CR-601-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.149.118	1.136.097	166	OESTE	0,6	42,2	9,1	107	33,2	4,83	6,9	2,0	0,1	0,5	0,06
189	CR-602-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.543	1.137.709	166	OESTE	0,2	40,2	6,3	96	22,9	4,87	3,1	0,9	0,1	0,3	0,03
190	CR-603-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.095	1.138.571	166	OESTE	0,3	40,6	6,1	88	24,6	3,99	3,1	0,25	0,2	0,3	0,03
191	CR-604-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.467	1.140.278	166	OESTE	0,6	45,5	9,8	102	39,5	4,57	6,7	1,1	0,3	0,4	0,04
192	CR-605-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.626	1.141.666	166	OESTE	0,3	49,5	5,1	92	35,2	4,36	3,6	0,9	0,2	0,3	0,06
193	CR-606-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.594	1.142.420	166	OESTE	0,6	49,1	8,8	108	41,3	5,14	5,8	1,7	0,2	0,3	0,03
194	CR-607-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.591	1.143.190	166	OESTE	0,7	43,8	8,5	104	42,6	5,05	6,0	1,8	0,2	0,3	0,04
195	CR-608-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.814	1.143.325	166	OESTE	1,6	86,3	29,9	219	33,5	4,27	9,4	6,1	0,6	1,1	0,06
196	CR-609-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.609	1.143.921	166	OESTE	0,5	23,6	8,3	92	14,4	5,00	3,7	0,8	0,1	0,3	0,03
197	CR-610-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.925	1.146.607	166	OESTE	0,4	38,4	4,8	88	15,3	5,25	2,1	0,25	0,1	0,2	0,02

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUESTRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ESTE	COORD_OESTE	PLANCHAS	ORIGEN_COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
198	CR-611-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.149	1.147.610	166	OESTE	0.4	49.1	8.0	111	5.7	6.64	1.8	1.5	0.1	0.2	0.02
199	CR-613-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.437	1.148.207	166	OESTE	0.4	26.8	5.7	128	8.2	8.13	2.1	2.6	0.2	0.2	0.005
200	CR-614-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.885	1.147.654	166	OESTE	0.8	27.8	3.9	112	9.2	6.85	1.9	2.3	0.1	0.2	0.01
201	CR-615-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.995	1.146.314	166	OESTE	0.5	26.8	5.3	128	6.1	7.38	1.4	2.7	0.2	0.2	0.005
202	CR-616-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.499	1.145.849	166	OESTE	0.4	23.2	10.1	99	7.5	6.08	2.4	5.6	0.2	0.3	0.005
203	CR-617-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.724	1.145.172	166	OESTE	0.5	22.4	5.8	123	9.7	7.24	2.0	2.5	0.1	0.2	0.01
204	CR-618-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.977	1.144.637	166	OESTE	0.4	21.5	4.7	106	5.4	6.19	1.2	2.1	0.2	0.2	0.02
205	CR-619-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.791	1.143.130	166	OESTE	0.3	26.6	4.3	199	17.9	14.72	0.7	1.3	0.1	0.1	0.005
206	CR-620-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.541	1.142.137	166	OESTE	0.9	37.2	8.2	122	8.2	6.87	3.6	1.4	0.2	0.2	0.03
207	CR-621-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.498	1.141.491	166	OESTE	0.7	64.7	9.6	132	12.1	7.94	2.5	0.7	0.1	0.3	0.06
208	CR-622-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.588	1.142.090	166	OESTE	0.7	15.7	15.5	98	4.4	9.09	3.1	3.8	0.2	0.2	0.13
209	CR-623-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.090	1.141.371	166	OESTE	0.7	18.4	23.0	114	5.8	8.50	3.4	2.6	0.1	0.3	0.13
210	CR-624-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.446	1.143.631	166	OESTE	0.7	22.0	15.6	97	6.2	8.52	3.5	3.1	0.1	0.3	0.12
211	CR-625-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.578	1.144.796	166	OESTE	0.5	22.2	11.4	95	5.7	6.72	2.8	1.3	0.1	0.2	0.07
212	CR-626-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.477	1.140.297	166	OESTE	0.5	20.1	9.2	89	16.2	4.97	3.5	1.5	0.1	0.3	0.06
213	CR-627-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.756	1.140.206	166	OESTE	0.5	46.7	15.9	120	10.1	12.08	1.9	2.7	0.1	0.2	0.12
214	CR-628-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.925	1.131.081	166	OESTE	0.7	98.3	9.5	68	9.4	7.64	3.8	4.8	0.1	0.4	0.30
215	CR-629-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.398	1.130.418	166	OESTE	0.7	98.3	7.1	79	8.7	8.44	3.9	2.7	0.1	0.5	0.38
216	CR-630-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.621	1.128.807	166	OESTE	0.9	82.2	9.9	39	5.3	7.62	24.3	7.9	0.05	4.2	0.18
217	CR-631-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.799	1.128.837	166	OESTE	1.2	56.2	12.0	76	16.5	10.70	12.2	5.8	0.2	1.6	0.11
218	CR-632-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.340	1.127.786	166	OESTE	1.5	96.2	7.8	80	7.0	7.80	33.0	8.0	0.05	2.4	0.10
219	CR-633-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.934	1.126.938	166	OESTE	0.9	84.6	7.7	86	3.7	5.37	4.9	1.8	0.1	0.6	0.38
220	CR-634-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.087	1.124.908	166	OESTE	1.2	85.1	12.6	89	4.1	7.40	6.1	2.1	0.1	0.5	0.11
221	CR-635-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.220	1.123.461	166	OESTE	0.5	74.0	7.8	84	7.5	7.32	2.8	3.1	0.1	0.2	0.09
222	CR-636-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.589	1.122.215	166	OESTE	0.7	110.2	9.1	91	7.3	6.98	3.7	7.3	0.2	0.3	0.10
223	CR-637-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.420	1.121.831	166	OESTE	0.5	111.2	6.8	58	8.5	10.00	3.4	5.3	0.05	0.3	0.05
224	CR-638-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.010	1.141.055	166	OESTE	0.5	29.5	13.6	121	5.5	9.08	2.4	3.7	0.2	0.2	0.09
225	CR-639-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.854	1.140.665	166	OESTE	0.4	116.3	8.7	89	6.7	6.17	3.5	4.9	0.2	0.3	0.05
226	CR-640-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.110	1.139.566	166	OESTE	0.2	11.5	6.4	60	3.8	3.33	2.4	2.8	0.1	0.2	0.03
227	CR-641-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.490	1.138.837	166	OESTE	0.3	129.7	9.7	106	9.7	7.69	3.3	5.6	0.1	0.3	0.04
228	CR-642-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.896	1.139.829	166	OESTE	0.5	12.4	13.9	116	6.3	7.87	3.4	100.3	0.1	0.3	0.10
229	CR-643-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.981	1.138.948	166	OESTE	0.6	27.9	11.5	99	22.8	5.16	3.9	2.1	0.2	0.3	0.08
230	CR-644-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.362	1.138.244	166	OESTE	0.8	46.3	6.8	94	37.9	4.35	5.2	1.4	0.1	0.4	0.06
231	CR-645-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.511	1.134.566	166	OESTE	0.4	31.9	8.2	101	20.5	5.01	2.5	2.6	0.2	0.3	0.05
232	CR-646-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.828	1.128.125	166	OESTE	1.0	81.2	10.1	80	6.3	8.55	3.6	60.3	0.1	0.4	0.13
233	CR-647-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.521	1.127.227	166	OESTE	0.9	60.1	11.5	65	6.0	6.70	4.0	1.8	0.1	0.3	0.14
234	CR-648-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.546	1.126.923	166	OESTE	1.1	84.7	12.7	84	3.5	6.19	4.0	0.25	0.1	0.4	0.12
235	CR-649-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.193	1.125.611	166	OESTE	1.1	87.2	13.2	82	3.5	6.23	4.7	0.6	0.1	0.4	0.17
236	CR-650-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.858	1.128.207	166	OESTE	0.4	62.0	10.9	112	6.4	6.67	1.3	2.1	0.2	0.2	0.06
237	CR-651-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.086	1.128.190	166	OESTE	0.4	59.1	14.6	85	6.4	6.52	1.9	1.5	0.1	0.2	0.04
239	CR-653-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.652	1.120.478	166	OESTE	0.4	62.3	7.9	105	8.9	6.98	5.2	2.1	0.1	0.2	0.02

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA	ID_MUES	TIPO_MUESTRA	COORD_	COORD_	ORIGEN_	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
244	CR-658-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.198	1.133.237	OESTE	0.5	46.6	15.9	122	9.0	8.71	2.3	2.2	0.2	0.2	0.11
245	CR-659-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.790	1.134.190	OESTE	0.5	40.5	13.0	91	7.3	7.41	2.5	1.9	0.1	0.2	0.13
246	CR-660-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.330	1.135.629	OESTE	0.7	33.6	14.1	72	5.9	8.29	3.0	2.8	0.1	0.2	0.16
247	CR-661-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.827	1.135.135	OESTE	0.4	95.9	11.7	108	9.3	7.18	2.0	3.7	0.2	0.2	0.04
248	CR-662-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.268	1.133.240	OESTE	0.6	25.7	8.7	89	17.4	4.64	3.1	1.4	0.1	0.2	0.09
249	CR-663-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.686	1.137.920	OESTE	0.5	14.7	15.1	90	4.1	4.52	2.5	0.8	0.1	0.2	0.13
257	CR-671-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.119	1.139.457	OESTE	0.5	30.8	10.0	96	5.5	5.63	2.3	2.3	0.2	0.3	0.03
258	CR-672-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.094	1.137.831	OESTE	0.6	38.8	6.4	90	37.2	4.38	5.8	12.6	0.1	0.3	0.02
259	CR-673-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.142	1.136.820	OESTE	0.5	34.1	5.6	84	29.4	4.10	3.6	2.1	0.1	0.3	0.02
260	CR-674-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.176	1.135.716	OESTE	0.4	25.0	4.1	77	10.6	3.82	2.5	2.4	0.1	0.2	0.03
261	CR-675-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.532	1.135.388	OESTE	0.5	65.9	11.0	91	13.0	8.08	2.5	2.3	0.1	0.2	0.04
262	CR-676-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.811	1.135.941	OESTE	0.4	29.6	7.8	79	4.1	4.62	2.4	1.9	0.1	0.3	0.03
263	CR-677-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.424	1.133.948	OESTE	1.0	71.8	13.6	96	6.8	8.64	4.2	1.6	0.1	0.4	0.14
268	CR-700-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.120.114	1.136.674	OESTE	0.4	38.5	13.8	116	31.0	3.60	3.4	0.5	0.2	0.5	0.07
269	CR-701-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.120.404	1.135.701	OESTE	0.4	45.0	13.3	103	33.5	4.27	4.2	0.25	0.1	0.7	0.10
270	CR-702-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.121.145	1.135.871	OESTE	0.6	40.6	14.0	115	29.1	3.92	3.8	0.25	0.2	0.6	0.07
271	CR-703-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.122.077	1.135.475	OESTE	0.4	49.8	12.0	99	36.4	3.58	4.8	91.2	0.2	0.5	0.16
272	CR-704-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.249	1.135.178	OESTE	0.5	48.4	11.6	98	35.3	3.48	4.2	7.3	0.2	0.5	0.11
273	CR-705-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.893	1.135.193	OESTE	0.5	45.9	11.3	114	33.8	3.66	3.5	1.4	0.1	0.6	0.08
274	CR-706-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.620	1.136.920	OESTE	0.5	52.1	11.9	133	39.9	4.20	3.7	1.6	0.2	0.5	0.06
275	CR-707-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.122.384	1.137.624	OESTE	0.6	42.7	13.6	103	23.2	3.35	3.3	1.5	0.1	0.5	0.04
276	CR-708-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.122.798	1.136.970	OESTE	0.6	39.8	14.9	102	29.8	4.05	3.9	1.2	0.1	0.5	0.07
277	CR-709-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.972	1.136.490	OESTE	0.3	43.1	9.6	85	30.5	3.08	3.1	0.7	0.1	0.4	0.08
278	CR-710-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.125.989	1.135.872	OESTE	0.2	23.7	6.9	53	24.0	2.46	1.8	0.7	0.1	0.2	0.03
279	CR-711-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127.425	1.136.915	OESTE	0.8	50.3	12.5	115	47.9	3.91	3.7	1.8	0.3	0.5	0.09
280	CR-712-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.097	1.137.005	OESTE	0.9	62.7	12.2	136	38.7	4.22	4.3	2.4	0.2	0.7	0.11
281	CR-713-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.785	1.141.028	OESTE	0.3	63.8	14.9	131	13.9	4.67	3.7	12.3	0.2	0.2	0.01
282	CR-714-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.518	1.142.426	OESTE	0.1	87.4	1.2	41	80.4	2.90	0.9	8.6	0.1	0.05	0.02
283	CR-715-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.685	1.142.809	OESTE	0.1	108.2	1.0	46	125.1	3.76	2.1	2.7	0.1	0.1	0.02
284	CR-716-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.801	1.144.253	OESTE	0.2	113.6	3.8	71	97.1	6.95	1.8	3.2	0.2	0.1	0.04
285	CR-717-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.204	1.145.103	OESTE	0.3	113.3	12.7	102	75.8	6.49	3.8	10.4	0.2	0.2	0.05
286	CR-718-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.959	1.145.690	OESTE	0.5	99.9	39.9	197	25.8	7.33	5.9	87.3	0.6	0.4	0.04
287	CR-719-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.229	1.145.102	OESTE	0.2	116.9	1.2	69	103.5	5.24	1.1	13.6	0.1	0.1	0.02
288	CR-720-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.385	1.145.411	OESTE	0.1	97.0	1.0	57	70.5	4.48	1.1	21.0	0.1	0.05	0.02
289	CR-721-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.922	1.145.701	OESTE	0.1	93.4	2.8	65	64.7	4.58	1.1	6.4	0.1	0.1	0.01
290	CR-722-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.337	1.147.879	OESTE	0.4	65.0	6.8	82	6.4	4.13	5.2	1.7	0.1	0.4	0.07
291	CR-723-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.141	1.147.120	OESTE	0.4	72.8	6.9	97	7.0	5.39	2.7	60.5	0.2	0.3	0.01
292	CR-724-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.133.153	1.146.615	OESTE	0.4	64.1	6.0	85	15.3	4.80	4.1	2.2	0.1	0.3	0.07
293	CR-725-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.120.926	1.147.525	OESTE	0.2	43.9	7.9	91	35.5	3.09	2.3	0.5	0.2	0.3	0.08
294	CR-726-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.122.770	1.148.697	OESTE	0.3	62.7	11.5	120	53.2	4.86	4.2	0.5	0.2	0.3	0.05
295	CR-728-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.822	1.148.840	OESTE	0.2	42.3	7.0	90	40.4	3.49	2.2	0.8	0.2	0.3	0.05
296	CR-729-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.124.498	1.148.640	OESTE	0.3	52.1	11.0	107	40.5	4.05	3.4	1.0	0.1	0.4	0.10

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUESTRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ESTE	COORD_OESTE	PLANCHAS	ORIGEN_COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
297	CR-730-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.125.077	1.149.411	166	OESTE	0,4	55,2	6,3	108	15,8	6,22	1,9	1,2	0,1	0,3	0,04
298	CR-731-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.121.421	1.159.131	166	OESTE	0,2	46,0	6,5	78	35,5	3,72	1,9	0,25	0,1	0,3	0,08
299	CR-732-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.120.938	1.159.821	166	OESTE	0,2	43,6	6,6	81	36,0	3,51	2,7	1,0	0,1	0,3	0,06
300	CR-733-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.120.910	1.158.451	166	OESTE	0,3	70,1	11,3	120	50,1	4,82	5,1	1,3	0,3	0,4	0,10
301	CR-734-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.121.368	1.157.682	166	OESTE	0,3	60,0	7,4	102	46,9	4,54	4,9	1,9	0,2	0,4	0,11
302	CR-735-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.121.785	1.156.694	166	OESTE	0,3	66,1	11,2	109	46,0	4,83	4,2	2,6	0,2	0,4	0,10
303	CR-737-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.189	1.156.412	166	OESTE	0,6	69,2	10,8	103	33,8	4,94	3,7	5,0	0,2	0,6	0,11
304	CR-738-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.099	1.155.384	166	OESTE	0,2	49,4	7,7	87	37,2	3,91	2,9	0,9	0,2	0,3	0,06
305	CR-739-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.202	1.154.214	166	OESTE	0,3	50,1	8,1	85	39,2	4,00	3,1	2,4	0,1	0,3	0,05
306	CR-741-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.122.472	1.152.753	166	OESTE	0,2	49,5	8,8	96	35,0	3,48	3,3	2,5	0,2	0,3	0,08
307	CR-742-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.120.358	1.151.193	166	OESTE	0,2	59,5	10,4	108	44,7	4,16	3,5	2,6	0,2	0,3	0,08
308	CR-743-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.121.335	1.151.066	166	OESTE	0,2	47,1	8,5	89	37,5	3,96	3,2	1,7	0,2	0,3	0,04
309	CR-744-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.567	1.151.446	166	OESTE	0,3	67,4	11,4	110	43,3	4,48	4,4	2,9	0,2	0,5	0,05
310	CR-745-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.978	1.150.600	166	OESTE	0,4	64,0	7,2	96	35,0	4,61	3,9	3,5	0,1	0,4	0,09
311	CR-746-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.124.448	1.150.095	166	OESTE	0,2	57,2	6,1	92	39,5	6,10	1,7	2,2	0,2	0,2	0,06
312	CR-747-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.607	1.150.457	166	OESTE	0,6	32,4	7,2	90	3,3	3,82	6,6	0,25	0,1	0,3	0,06
313	CR-748-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.109	1.150.887	166	OESTE	0,2	96,2	4,9	81	83,7	6,00	1,6	5,6	0,1	0,1	0,04
314	CR-749-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.884	1.151.761	166	OESTE	0,7	106,1	5,2	87	15,2	3,61	29,8	5,8	0,2	0,3	0,03
315	CR-750-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.621	1.152.162	166	OESTE	0,7	49,7	7,2	77	4,2	3,69	9,3	2,5	0,1	0,4	0,07
316	CR-751-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.267	1.151.388	166	OESTE	0,2	96,3	4,3	83	88,4	6,18	1,7	6,8	0,1	0,1	0,06
317	CR-753-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.639	1.159.232	166	OESTE	0,4	99,6	8,8	95	60,7	8,39	2,4	4,7	0,1	0,1	0,16
318	CR-754-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.822	1.158.604	166	OESTE	0,3	112,2	7,5	84	84,8	7,75	2,5	4,0	0,1	0,1	0,11
319	CR-755-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.999	1.158.606	166	OESTE	0,3	117,5	6,8	111	76,0	8,06	1,8	5,3	0,2	0,1	0,09
320	CR-756-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130.778	1.157.219	166	OESTE	0,3	120,2	10,0	108	97,3	7,78	1,5	5,2	0,2	0,1	0,13
321	CR-757-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130.145	1.156.351	166	OESTE	0,2	92,6	3,0	65	147,3	6,41	1,2	10,2	0,1	0,1	0,05
322	CR-758-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.133.479	1.153.549	166	OESTE	0,2	97,9	4,3	79	100,1	6,10	1,4	23,2	0,1	0,1	0,04
323	CR-759-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.133.917	1.153.494	166	OESTE	0,3	93,9	6,0	83	54,6	6,90	1,8	2,4	0,1	0,2	0,05
324	CR-763-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.757	1.137.131	166	OESTE	0,4	123,0	9,6	111	7,2	7,27	2,9	4,2	0,2	0,2	0,04
325	CR-764-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.333	1.136.481	166	OESTE	0,3	141,8	6,8	104	9,2	7,32	3,3	3,4	0,2	0,2	0,03
326	CR-765-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.133.128	1.134.055	166	OESTE	0,4	141,4	9,4	108	10,0	7,06	3,0	5,1	0,1	0,2	0,08
345	JN-1015-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.565	1.139.402	166	OESTE	0,1	83,1	1,5	39	51,2	2,85	0,7	4,9	0,05	0,1	0,005
346	JN-1016-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.565	1.139.402	166	OESTE	0,1	83,1	1,5	39	51,2	2,85	0,7	4,9	0,05	0,1	0,005
347	JN-1017-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130.297	1.138.439	166	OESTE	0,1	101,9	1,4	44	65,1	3,82	1,2	73,0	0,1	0,1	0,005
348	JN-1018-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.912	1.138.877	166	OESTE	0,1	86,7	1,3	35	45,5	2,85	0,3	7,5	0,1	0,05	0,04
349	JN-1019-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.913	1.139.299	166	OESTE	0,1	90,2	1,5	39	59,4	3,07	0,5	11,6	0,1	0,1	0,005
350	JN-1021-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.511	1.131.679	166	OESTE	0,5	41,2	10,7	95	28,2	3,84	2,9	1,2	0,2	0,5	0,04
351	JN-1022-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.568	1.130.755	166	OESTE	0,3	42,4	7,5	75	27,0	3,59	2,3	0,5	0,1	0,4	0,08
352	JN-1023-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132.268	1.144.007	166	OESTE	0,3	54,4	6,7	99	24,2	4,84	4,0	1,0	0,2	0,3	0,05
353	JN-1024-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131.927	1.143.550	166	OESTE	0,2	100,1	1,8	60	116,0	5,40	1,7	88,5	0,1	0,1	0,04
354	JN-1026-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132.245	1.143.212	166	OESTE	0,3	81,4	6,0	92	23,1	5,13	3,4	0,7	0,1	0,3	0,08

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUES TRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ ESTE	COORD_ OESTE	PLANCHA	ORIGEN_ COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
355	JN-1027-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 336	1.142 899	166	OESTE	0.4	62.7	6.9	92	28.6	4.57	3.9	1.5	0.2	0.3	0.05
356	JN-1028-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 050	1.142 700	166	OESTE	0.2	88.6	2.6	57	171.1	5.45	3.7	65.5	0.1	0.1	0.02
357	JN-1029-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 105	1.142 520	166	OESTE	0.2	112.0	3.6	71	93.6	5.32	2.3	3.9	0.1	0.1	0.05
358	JN-1031-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 275	1.143 624	166	OESTE	0.3	51.6	5.7	81	26.9	4.16	2.9	3.3	0.1	0.3	0.03
359	JN-1032-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 136	1.144 975	166	OESTE	0.2	81.8	3.5	73	72.0	4.87	2.2	6.0	0.1	0.2	0.05
360	JN-1033-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128 145	1.146 541	166	OESTE	0.3	64.7	6.7	95	23.1	5.76	2.1	5.0	0.2	0.2	0.02
361	JN-1035-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127 662	1.147 141	166	OESTE	0.2	48.3	4.1	71	26.8	8.67	0.9	1.3	0.1	0.1	0.02
362	JN-1036-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127 322	1.147 715	166	OESTE	0.2	47.0	4.3	66	14.7	5.62	0.9	1.3	0.1	0.1	0.02
363	JN-1040-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128 074	1.147 213	166	OESTE	0.2	98.4	4.6	77	75.6	6.11	1.9	4.7	0.1	0.1	0.01
364	JN-1041-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127 436	1.147 958	166	OESTE	0.3	38.8	6.3	64	8.4	4.77	1.6	0.25	0.1	0.2	0.02
365	JN-1042-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127 011	1.148 016	166	OESTE	0.3	48.9	8.7	91	29.9	4.20	2.9	1.0	0.2	0.3	0.07
366	JN-1043-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128 052	1.155 125	166	OESTE	0.4	87.7	9.4	107	48.1	4.95	2.8	2.6	0.2	0.4	0.08
367	JN-1049-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127 570	1.151 817	166	OESTE	0.3	59.6	11.7	99	19.8	6.46	2.6	2.9	0.1	0.3	0.07
368	JN-1050-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128 582	1.152 347	166	OESTE	0.9	65.3	7.2	87	24.0	6.07	1.9	2.3	0.3	0.4	0.04
369	JN-1051-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128 838	1.152 671	166	OESTE	0.5	53.9	7.4	87	32.4	6.88	2.7	47.3	0.2	0.3	0.07
370	JN-1052-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127 571	1.159 092	166	OESTE	0.4	67.2	10.2	100	27.2	4.59	2.6	0.8	0.4	0.3	0.09
371	JN-1053-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.126 329	1.148 639	166	OESTE	0.2	32.1	3.6	57	9.4	4.34	0.9	0.25	0.1	0.1	0.02
372	JN-1056-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.127 967	1.145 246	166	OESTE	0.5	58.4	17.6	159	17.9	4.37	6.5	225.0	0.3	0.4	0.03
373	JN-1057-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 504	1.150 320	166	OESTE	0.1	55.9	2.6	47	104.5	4.07	1.2	3.5	0.1	0.1	0.02
374	JN-1061-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131 513	1.150 701	166	OESTE	0.1	46.1	1.7	39	122.4	3.76	0.7	5.1	0.1	0.1	0.02
375	JN-1062-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130 827	1.150 620	166	OESTE	0.1	129.1	1.6	55	102.0	4.81	0.9	1.2	0.1	0.1	0.02
376	JN-1065-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131 439	1.154 685	166	OESTE	0.2	94.1	5.1	80	104.5	6.15	1.2	5.7	0.1	0.1	0.06
377	JN-1066-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.131 015	1.154 839	166	OESTE	0.2	123.6	5.8	94	76.8	7.97	1.2	20.3	0.1	0.1	0.08
378	JN-1067-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129 617	1.155 668	166	OESTE	0.3	60.0	5.1	63	276.5	7.27	2.1	14.1	0.1	0.1	0.09
379	JN-1068-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129 726	1.155 229	166	OESTE	0.3	73.5	8.4	93	60.1	4.86	2.7	2.1	0.2	0.3	0.08
380	JN-1070-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 172	1.154 051	166	OESTE	0.4	13.8	11.1	52	2.8	2.47	4.7	5.0	0.1	0.3	0.08
381	JN-1074-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134 490	1.144 400	166	OESTE	0.3	30.4	6.6	127	7.4	7.30	1.3	3.2	0.2	0.2	0.01
382	JN-1075-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134 565	1.144 370	166	OESTE	0.3	29.7	5.6	108	5.1	5.82	1.3	3.9	0.1	0.2	0.02
383	JN-1076-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134 791	1.145 639	166	OESTE	0.4	22.2	4.4	118	5.2	6.53	1.0	2.4	0.2	0.1	0.02
384	JN-1077-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 525	1.141 836	166	OESTE	0.5	112.3	9.3	103	21.4	5.30	5.7	5.8	0.3	0.7	0.05
385	JN-1078-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.132 075	1.141 873	166	OESTE	0.2	114.5	3.3	77	73.7	5.56	2.1	5.5	0.1	0.2	0.02
386	JN-901-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146 219	1.131 288	166	OESTE	1.0	79.8	10.3	132	6.2	8.07	6.5	4.3	0.1	0.7	0.20
387	JN-902-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147 837	1.130 862	166	OESTE	1.6	84.2	61.6	192	5.4	8.42	39.9	19.5	0.5	5.8	0.12
388	JN-903-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148 701	1.129 474	166	OESTE	1.6	74.1	61.6	145	5.6	6.76	56.5	56.0	0.5	6.1	0.20
389	JN-904-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147 373	1.132 011	166	OESTE	0.6	95.3	11.3	131	5.8	7.57	4.6	78.9	0.1	0.7	0.17
390	JN-905-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147 675	1.131 779	166	OESTE	0.3	44.3	9.9	174	4.8	6.41	5.2	2.2	0.1	1.4	0.05
391	JN-907-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148 420	1.132 422	166	OESTE	0.4	71.3	7.9	130	2.4	5.60	7.1	2.4	0.1	2.0	0.09
392	JN-908-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148 673	1.133 135	166	OESTE	0.5	43.2	7.0	106	8.0	6.28	7.5	3.9	0.1	1.0	0.05
393	JN-909-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.150 095	1.133 695	166	OESTE	0.3	12.7	5.5	96	9.3	4.42	2.9	2.2	0.1	0.6	0.04
394	JN-910-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148 472	1.134 628	166	OESTE	0.5	40.1	9.7	119	6.8	7.41	3.1	2.2	0.1	0.4	0.08
395	JN-911-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152 025	1.134 420	166	OESTE	0.3	9.8	3.6	63	4.6	3.29	2.1	1.6	0.1	0.1	0.04
396	JN-912-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152 992	1.134 398	166	OESTE	0.3	22.4	8.0	92	9.2	4.55	2.2	3.7	0.1	0.1	0.005

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUES TRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ ESTE	COORD_ OESTE	PLANCHA	ORIGEN_ COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
397	JN-913-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.681	1.128.261	166	OESTE	1,6	853	100,6	201	5,0	7,77	37,7	17,5	1,1	4,6	0,10
398	JN-914-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.970	1.129.125	166	OESTE	1,4	77,9	69,8	192	3,8	5,95	36,2	14,4	1,0	4,4	0,13
399	JN-915-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.149.395	1.127.506	166	OESTE	0,7	78,4	28,7	105	7,2	6,72	8,7	3,7	0,3	0,7	0,56
400	JN-916-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.043	1.127.933	166	OESTE	1,5	96,4	246,3	167	7,4	10,61	51,0	37,8	0,8	4,3	0,12
401	JN-917-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.658	1.128.976	166	OESTE	1,3	73,6	57,7	136	7,6	6,34	41,6	9,9	0,8	3,3	0,14
402	JN-918-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.211	1.129.779	166	OESTE	1,2	45,5	14,5	59	6,4	4,73	21,7	3,0	0,1	1,4	0,17
403	JN-919-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.825	1.128.806	166	OESTE	1,1	61,1	14,1	79	15,5	9,22	13,1	5,2	0,2	1,6	0,13
404	JN-920-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.631	1.128.823	166	OESTE	0,9	40	9,8	40	4,8	7,56	18,8	9,6	0,1	3,7	0,17
405	JN-921-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.598	1.127.935	166	OESTE	1,8	94,2	96,9	245	6,3	8,11	48,1	118,3	1,3	5,1	0,11
406	JN-922-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.843	1.132.366	166	OESTE	0,4	37,3	6,7	99	28,9	4,68	4,1	5,9	0,1	0,3	0,03
407	JN-923-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.216	1.130.891	166	OESTE	0,4	44,3	7,9	102	28,6	5,01	5,5	4,6	0,1	0,5	0,06
408	JN-924-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.931	1.128.537	166	OESTE	0,8	86,2	22,2	137	6,1	6,10	15,7	4,2	0,3	0,9	0,08
409	JN-925-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.708	1.127.123	166	OESTE	0,3	20,9	4,5	93	8,8	3,91	2,1	1,1	0,1	0,1	0,03
410	JN-926-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.212	1.126.163	166	OESTE	0,6	57,8	15,7	171	10,9	7,02	4,3	37,0	0,3	0,5	0,17
411	JN-927-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.628	1.124.631	166	OESTE	0,6	83,2	39,8	131	7,8	7,68	3,3	3,8	0,2	0,3	0,08
412	JN-927SA	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.681	1.124.427	166	OESTE	0,5	20,7	12,0	95	4,8	5,26	2,8	35,1	0,1	0,3	0,11
413	JN-928-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.073	1.123.215	166	OESTE	0,4	35,8	8,6	112	20,0	5,77	5,2	3,0	0,2	0,5	0,80
414	JN-929-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.164	1.122.991	166	OESTE	0,5	13,1	6,9	122	4,6	5,22	2,0	2,2	0,1	0,2	0,03
415	JN-930-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.328	1.120.560	166	OESTE	2,0	29,5	4,6	57	8,9	5,38	0,9	1,9	0,1	0,1	0,02
416	JN-932-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.662	1.135.759	166	OESTE	0,4	23,5	5,1	78	18,5	4,43	6,8	1,4	0,1	0,2	0,03
417	JN-933-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.243	1.126.185	166	OESTE	0,7	81,3	13,7	84	6,2	6,66	4,4	2,2	0,2	0,5	0,29
418	JN-934-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.773	1.126.642	166	OESTE	0,6	108,7	20,8	169	8,2	7,20	11,0	3,4	0,4	1,1	0,05
419	JN-935-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.445	1.125.242	166	OESTE	0,7	92,2	10,6	138	7,9	7,17	5,3	1,5	0,1	0,5	0,16
420	JN-936-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.149.898	1.120.977	166	OESTE	3,6	54,4	4,5	80	8,9	7,90	1,2	0,25	0,1	0,1	0,03
421	JN-937-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.940	1.122.148	166	OESTE	0,3	31,7	8,6	116	6,7	6,39	2,9	130,0	0,3	1,3	0,03
422	JN-938-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.986	1.124.068	166	OESTE	1,0	86,1	10,3	118	6,3	5,82	11,6	31,5	0,2	4,0	0,82
423	JN-939-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.581	1.123.592	166	OESTE	0,6	20,5	8,4	152	10,2	7,68	3,3	1,9	0,2	1,9	0,83
424	JN-940-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.025	1.123.491	166	OESTE	0,3	12,3	8,9	156	4,7	5,67	2,1	0,5	0,2	0,2	0,06
425	JN-941-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.796	1.124.180	166	OESTE	0,6	104,5	8,6	95	7,6	7,98	5,4	2,6	0,1	1,0	0,06
426	JN-942-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.751	1.124.263	166	OESTE	0,9	102,6	10,8	100	5,0	7,16	11,4	7,7	0,1	1,9	0,41
427	JN-944-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.844	1.125.432	166	OESTE	0,8	73,5	27,0	175	2,7	5,97	28,1	2,5	0,3	7,2	0,10
432	JN-949-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.296	1.121.347	166	OESTE	2,3	46,8	8,2	78	5,4	6,09	0,8	0,25	0,1	0,1	0,02
433	JN-950-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.536	1.126.107	166	OESTE	1,4	70,1	17,7	112	7,6	6,26	16,7	23,4	0,2	3,1	0,19
434	JN-961-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.936	1.126.341	166	OESTE	0,8	68,2	11,1	69	7,0	6,32	19,7	3,8	0,1	1,4	0,22
435	JN-962-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.274	1.121.369	166	OESTE	1,0	33,0	6,5	74	7,7	5,71	1,2	0,5	0,1	0,2	0,06
436	JN-963-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.460	1.121.937	166	OESTE	0,7	31,0	6,9	286	17,2	13,68	1,5	197,52	0,1	0,2	0,05
437	JN-964-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.117	1.121.592	166	OESTE	1,0	17,9	7,9	371	5,6	12,77	1,0	3,6	0,2	0,2	0,03
438	JN-965-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.883	1.121.714	166	OESTE	0,5	26,0	7,6	117	5,4	7,84	2,6	0,9	0,1	0,2	0,10
439	JN-966-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.828	1.120.800	166	OESTE	0,3	18,5	6,9	66	8,9	4,01	2,2	3,3	0,1	0,3	0,06
440	JN-967-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.138	1.121.539	166	OESTE	0,6	20,1	6,5	130	7,4	5,82	2,0	0,9	0,1	0,3	0,06
444	JN-961-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.443	1.123.708	166	OESTE	0,7	75,9	8,4	188	4,3	7,02	3,2	1,6	0,1	0,4	0,19

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUES_TRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ESTE	COORD_OESTE	PLANCHA	ORIGEN_COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
445	JN-962-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.491	1.123.680	166	OESTE	0.6	100.2	8.8	231	2.8	7.91	2.9	0.25	0.1	0.2	0.11
446	JN-963-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.774	1.123.839	166	OESTE	0.7	75.1	9.3	61	3.3	5.76	3.8	2.3	0.1	0.4	0.25
453	JN-970-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.614	1.125.917	166	OESTE	0.5	70.1	7.8	63	2.6	4.37	3.8	1.0	0.1	0.4	0.59
454	JN-971-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.009	1.126.215	166	OESTE	2.1	93.2	10.3	65	5.3	6.99	51.4	11.3	0.1	4.3	0.08
455	JN-972-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.344	1.125.325	166	OESTE	0.6	42.1	7.3	99	4.1	5.07	8.9	0.7	0.05	0.9	0.10
456	JN-973-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.600	1.121.770	166	OESTE	0.5	43.0	9.6	74	4.9	6.28	2.7	3.7	0.1	0.3	0.13
457	JN-974-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.550	1.120.505	166	OESTE	0.6	44.2	11.8	82	6.8	7.89	3.1	4.6	0.1	0.3	0.15
462	JN-979-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.111	1.127.706	166	OESTE	0.5	48.7	9.8	91	7.0	6.38	2.2	3.2	0.2	0.2	0.11
463	JN-980-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.873	1.128.184	166	OESTE	0.5	24.3	10.5	109	4.9	6.55	2.6	2.8	0.1	0.2	0.14
464	JN-981-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.781	1.125.334	166	OESTE	0.4	55.9	7.5	92	19.2	5.43	2.7	3.0	0.2	0.2	0.05
465	JN-982-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.697	1.122.775	166	OESTE	0.6	33.6	7.9	98	26.3	5.01	3.2	2.2	0.2	0.3	0.05
482	JR-220-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.894	1.151.652	166	OESTE	0.2	97.8	5.1	81	10.0	5.04	2.0	3.1	0.1	0.4	0.04
483	JR-221-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.160.409	1.159.476	166	OESTE	0.4	26.9	13.4	146	40.5	4.09	3.2	0.25	0.1	0.4	0.03
484	JR-222-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.160.719	1.158.346	166	OESTE	0.4	26.6	13.5	110	42.0	4.26	3.0	2.7	0.2	0.4	0.02
485	JR-223-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.160.542	1.158.101	166	OESTE	0.3	25.1	13.9	97	39.5	4.01	3.3	6.6	0.2	0.4	0.04
486	JR-224-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.160.631	1.157.719	166	OESTE	0.4	24.7	13.7	69	12.9	2.34	2.8	0.6	0.05	0.2	0.04
487	JR-225-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.160.572	1.157.033	166	OESTE	0.4	24.2	13.9	68	12.4	2.39	2.9	0.25	0.05	0.1	0.04
488	JR-226-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.487	1.157.210	166	OESTE	0.4	23.1	14.6	65	11.8	2.23	2.9	0.25	0.05	0.1	0.02
489	JR-227-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.632	1.156.231	166	OESTE	0.4	25.5	14.4	71	13.3	2.45	2.8	0.25	0.05	0.1	0.04
490	JR-228-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.152.425	1.155.081	166	OESTE	0.4	23.5	12.4	61	12.7	2.24	2.9	0.25	0.1	0.1	0.02
491	JR-229-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.047	1.147.903	166	OESTE	0.5	111.0	5.9	98	12.8	7.51	3.7	3.2	0.2	0.2	0.03
492	JR-230-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.980	1.147.418	166	OESTE	0.8	27.2	5.0	138	21.1	7.51	4.0	0.5	0.2	0.4	0.03
493	JR-231-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.192	1.142.431	166	OESTE	0.8	31.3	9.2	144	14.2	7.35	7.3	2.4	0.2	0.6	0.05
494	JR-232-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.092	1.143.720	166	OESTE	0.5	39.4	8.1	201	17.1	10.05	3.7	0.25	0.1	0.7	0.37
495	JR-233-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.713	1.144.936	166	OESTE	0.5	40.3	9.3	116	9.8	6.50	3.2	2.0	0.1	0.3	0.03
496	JR-234-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.966	1.152.635	166	OESTE	0.9	18.2	8.6	93	14.4	4.14	4.3	1.8	0.1	0.3	0.04
497	JR-235-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.936	1.153.622	166	OESTE	0.3	37.9	5.7	111	24.8	5.17	2.9	3.4	0.2	0.2	0.04
498	JR-236-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.148.799	1.154.772	166	OESTE	0.6	33.8	7.7	112	34.1	5.83	6.0	2.4	0.3	0.4	0.04
499	JR-237-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.514	1.155.255	166	OESTE	0.4	31.0	5.6	99	22.5	4.81	3.0	1.9	0.1	0.2	0.03
500	JR-238-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.146.788	1.155.779	166	OESTE	0.5	30.4	7.8	67	33.4	3.66	4.4	0.25	0.1	0.3	0.02
501	JR-239-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.147.282	1.159.227	166	OESTE	0.2	41.7	7.8	69	49.3	4.02	5.2	1.3	0.1	0.2	0.02
502	JR-240-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.410	1.158.195	166	OESTE	0.3	88.7	7.5	97	7.2	6.17	1.8	2.1	0.1	0.2	0.02
503	JR-241-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.145.366	1.156.794	166	OESTE	0.3	20.0	5.8	61	21.2	2.82	2.7	56.3	0.1	0.3	0.03
504	JR-242-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.469	1.158.105	166	OESTE	1.0	59.9	8.3	129	43.2	5.54	5.2	2.4	0.6	0.7	0.06
505	JR-243-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.581	1.159.184	166	OESTE	0.5	21.1	5.8	75	24.1	3.30	3.7	8.9	0.2	0.3	0.04
506	JR-245-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.125.699	1.132.070	166	OESTE	0.7	77.8	13.3	138	35.6	4.25	4.6	4.0	0.3	1.0	0.19
507	JR-246-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.125.105	1.133.362	166	OESTE	0.8	22.9	4.7	100	20.6	1.63	4.1	843.9	0.5	0.6	0.06
508	JR-247-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.125.727	1.133.189	166	OESTE	0.7	60.4	10.9	114	29.7	3.63	4.6	19.2	0.2	0.8	0.15
509	JR-248-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.126.463	1.132.250	166	OESTE	0.7	60.7	10.9	127	37.4	3.46	3.5	1.9	0.2	0.6	0.07
510	JR-249-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.126.742	1.132.980	166	OESTE	0.5	30.7	10.8	87	20.4	4.02	4.6	0.25	0.1	0.4	0.03
511	JR-250-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.278	1.133.164	166	OESTE	0.2	31.5	6.5	69	27.6	2.54	1.5	1.7	0.1	0.3	0.05

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUESTRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ESTE	COORD_OESTE	PLANCHA	ORIGEN_COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
512	JR-251-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.916	1.133.652	166	OESTE	0,8	50,8	10,6	76	25,9	3,66	8,7	4,3	0,1	0,6	0,05
532	MA-005-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.167.476	1.139.688	166	OESTE	1,2	67,9	11,1	118	96,5	3,34	4,2	10,8	0,5	0,7	0,10
533	MA-006-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.167.495	1.138.975	166	OESTE	1,2	67,6	16,9	110	82,9	3,46	5,7	0,7	0,7	1,1	0,10
534	MA-007-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.167.582	1.138.421	166	OESTE	0,8	81,7	9,4	106	52,1	3,74	8,3	27,4	0,7	1,4	0,08
535	MA-008-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.167.702	1.137.674	166	OESTE	0,9	70,2	8,0	93	46,1	3,68	9,7	6,8	0,8	1,3	0,08
536	MA-009-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.168.403	1.135.975	166	OESTE	0,6	53,8	7,7	71	34,8	3,35	7,3	2,3	0,4	1,1	0,19
542	MA-015-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.723	1.137.149	166	OESTE	0,3	80,9	6,6	82	20,8	3,51	3,9	6,9	0,2	1,0	0,05
543	MA-016-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.950	1.137.191	166	OESTE	0,4	96,1	13,4	91	18,7	3,84	5,6	27,0	0,2	1,2	0,08
544	MA-017-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.521	1.137.436	166	OESTE	0,4	101,7	12,5	90	18,6	4,08	7,6	7,1	0,4	1,3	0,09
545	MA-018-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.812	1.135.729	166	OESTE	0,4	25,4	19,2	80	19,5	2,88	4,2	2,6	0,1	0,5	0,09
546	MA-019-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.462	1.133.621	166	OESTE	0,6	40,7	8,0	92	33,8	4,15	4,8	1,3	0,3	0,4	0,06
547	MA-020-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.360	1.132.235	166	OESTE	0,4	47,1	6,5	95	21,9	4,47	3,6	2,4	0,1	0,3	0,04
548	MA-021-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.159	1.130.642	166	OESTE	0,4	48,9	6,2	104	12,1	5,14	1,7	1,1	0,1	0,2	0,02
549	MA-022-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.149	1.128.986	166	OESTE	0,5	72,4	8,7	83	6,6	4,65	2,0	2,0	0,1	0,2	0,03
557	MA-030-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.876	1.126.620	166	OESTE	0,3	51,4	5,6	81	12,9	4,42	2,1	1,3	0,1	0,3	0,01
558	MA-031-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.687	1.126.656	166	OESTE	0,3	93,7	6,1	75	13,1	5,22	2,0	1,0	0,1	0,2	0,02
559	MA-032-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.936	1.126.869	166	OESTE	0,6	76,1	8,1	100	26,1	5,83	3,7	2,5	0,1	0,3	0,02
560	MA-033-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.165.184	1.123.373	166	OESTE	0,2	17,0	6,4	48	19,8	2,12	4,1	0,9	0,1	0,5	0,02
561	MA-034-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.165.235	1.123.316	166	OESTE	0,3	28,2	5,9	54	26,3	2,68	5,4	20,6	0,1	0,2	0,005
562	MA-035-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.458	1.123.681	166	OESTE	0,3	23,4	5,3	41	26,5	2,18	4,3	5,8	0,1	0,3	0,01
563	MA-036-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.919	1.124.704	166	OESTE	0,3	54,5	7,4	68	96,0	2,68	10,4	8,3	0,5	0,5	0,04
564	MA-037-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.790	1.120.163	166	OESTE	1,0	41,1	11,4	108	44,2	3,06	18,1	44,0	1,0	1,3	0,06
565	MA-038-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.830	1.121.049	166	OESTE	0,5	29,3	27,9	195	21,9	3,83	80,0	545,7	2,3	2,0	0,83
566	MA-039-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.571	1.120.050	166	OESTE	0,6	42,8	15,0	102	38,0	4,54	7,3	4,3	0,3	0,6	0,05
601	MA-086-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.161.180	1.088.400	166	OESTE	0,4	13,5	2,4	86	2,5	4,11	0,7	1,1	0,1	0,1	0,01
632	MM-1202-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.143.629	1.145.853	166	OESTE	0,9	29,1	13,6	169	10,6	10,23	23,4	17,4	0,3	1,4	0,05
633	MM-1203-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.964	1.146.819	166	OESTE	0,6	11,4	10,4	162	5,4	6,70	3,9	1,1	0,2	0,4	0,20
634	MM-1204-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.134.795	1.159.562	166	OESTE	0,2	109,0	4,5	66	67,1	6,33	0,8	2,7	0,1	0,1	0,04
635	MM-1205-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.135.956	1.158.247	166	OESTE	0,4	67,1	8,5	90	37,5	6,51	2,9	1,9	0,1	0,3	0,04
636	MM-1206-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.287	1.157.243	166	OESTE	0,3	16,9	5,3	91	2,8	4,39	2,0	0,6	0,2	0,2	0,02
637	MM-1207-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.789	1.156.202	166	OESTE	0,3	85,4	5,2	54	6,4	4,63	3,0	1,8	0,1	0,3	0,04
638	MM-1208-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.551	1.155.022	166	OESTE	0,6	29,2	6,7	73	5,5	3,96	7,4	1,3	0,1	0,5	0,16
639	MM-1209-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.248	1.153.924	166	OESTE	0,5	43,0	6,1	89	6,6	5,01	7,8	1,6	0,1	0,5	0,09
640	MM-1210-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.192	1.152.854	166	OESTE	0,6	48,2	7,6	93	8,6	4,40	7,0	1,2	0,1	0,5	0,09
641	MM-1211-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.037	1.151.620	166	OESTE	0,4	33,2	5,6	133	10,3	8,74	1,6	1,7	0,2	0,2	0,01
642	MM-1212-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.218	1.151.111	166	OESTE	1,2	52,1	8,0	102	34,9	5,24	7,1	0,9	0,2	0,3	0,03
643	MM-1213-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.995	1.151.872	166	OESTE	0,2	111,6	3,2	73	65,8	6,42	0,8	3,5	0,2	0,1	0,04
644	MM-1214-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.051	1.154.730	166	OESTE	0,2	42,4	5,6	63	8,4	3,92	2,6	0,9	0,1	0,4	0,03
645	MM-1215-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.792	1.153.518	166	OESTE	0,4	36,6	6,6	88	9,6	4,63	3,4	0,9	0,1	0,3	0,11
646	MM-1216-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.273	1.152.087	166	OESTE	1,0	60,4	7,6	105	24,2	6,23	4,0	1,3	0,2	0,3	0,02
647	MM-1217-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.041	1.153.910	166	OESTE	0,7	54,4	7,6	104	30,3	5,90	3,5	1,7	0,1	0,3	0,02

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUES_TRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ESTE	COORD_OESTE	PLANCHA	ORIGEN_COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
648	MM-1218-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.951	1.155.041	166	OESTE	0.3	93.5	5.1	82	56.3	5.59	2.1	1.7	0.2	0.2	0.04
649	MM-1219-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.907	1.155.617	166	OESTE	0.3	56.2	6.4	75	37.2	4.21	3.3	2.1	0.2	0.5	0.04
650	MM-1220-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.641	1.156.503	166	OESTE	0.4	43.9	7.1	89	43.0	4.28	4.0	1.8	0.3	0.4	0.03
651	MM-1221-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.343	1.157.375	166	OESTE	0.5	75.8	5.8	68	56.8	5.20	3.1	229.7	0.2	0.5	0.04
652	MM-1222-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.139.190	1.157.517	166	OESTE	0.4	111.5	5.5	72	62.4	5.21	3.4	0.2	0.2	0.5	0.02
653	MM-1223-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.138.685	1.159.529	166	OESTE	1.3	136.8	26.7	233	26.7	5.52	54.7	192.1	1.0	1.8	0.03
654	MM-1224-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.136.720	1.157.812	166	OESTE	0.9	60.4	14.3	91	37.1	5.36	13.6	24.6	0.4	0.9	0.03
655	MM-1225-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.137.837	1.156.776	166	OESTE	0.8	60.0	6.6	88	14.6	6.09	26.7	2.8	0.1	1.8	0.21
656	MM-1226-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.140.728	1.155.280	166	OESTE	1.3	156.2	10.9	89	62.2	5.22	3.1	38.5	0.3	0.8	0.05
657	MM-1227-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.141.549	1.155.971	166	OESTE	0.5	105.8	7.5	82	55.5	5.94	4.0	2.6	0.2	0.4	0.10
658	MM-1228-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.142.358	1.155.647	166	OESTE	0.6	119.8	10.4	86	73.7	5.57	5.1	2.2	0.3	0.5	0.05
659	MM-1229-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.144.334	1.158.888	166	OESTE	0.9	56.9	8.6	121	40.2	4.96	4.8	1.3	0.6	0.7	0.07
660	MM-1230-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.155.208	1.152.015	166	OESTE	0.8	35.5	7.7	88	30.7	4.19	5.3	1.2	0.3	0.4	0.06
661	MM-1231-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.673	1.154.867	166	OESTE	0.4	37.9	16.1	92	20.4	3.67	9.7	4.1	0.2	0.5	0.07
662	MM-1232-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.155.257	1.153.070	166	OESTE	0.7	31.3	7.3	100	19.9	2.82	15.1	1.1	0.4	0.9	0.06
663	MM-1233-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.155.225	1.156.352	166	OESTE	0.3	28.7	16.2	77	18.0	3.12	10.0	0.25	0.1	0.4	0.05
664	MM-1234-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.155.270	1.151.283	166	OESTE	0.6	39.0	7.0	108	35.8	5.00	5.6	1.4	0.3	0.5	0.08
665	MM-1235-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.155.318	1.151.264	166	OESTE	1.2	35.5	6.7	79	33.3	4.04	4.6	1.3	0.2	0.4	0.06
666	MM-1236-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.153.354	1.150.276	166	OESTE	0.7	38.1	7.6	104	37.2	4.10	4.7	0.9	0.3	0.4	0.06
667	MM-1237-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.556	1.150.591	166	OESTE	0.3	16.8	9.8	44	11.2	2.05	3.2	0.25	0.2	0.3	0.01
668	MM-1238-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.159.411	1.152.501	166	OESTE	0.2	84.2	4.7	62	12.1	3.70	1.9	0.8	0.2	1.2	0.03
669	MM-1239-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.159.149	1.153.165	166	OESTE	0.1	78.5	5.4	69	17.6	4.20	1.5	23.9	0.2	0.8	0.04
670	MM-1240-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.982	1.154.959	166	OESTE	0.1	77.1	4.3	63	12.9	3.81	1.8	2.2	0.1	0.7	0.02
671	MM-1241-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.337	1.155.978	166	OESTE	0.3	68.6	9.0	83	22.4	4.13	4.0	7.3	0.3	0.5	0.03
672	MM-1242-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.951	1.156.969	166	OESTE	0.4	86.4	13.2	92	9.3	8.46	7.2	1.1	0.3	1.0	0.07
673	MM-1243-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.740	1.159.395	166	OESTE	0.3	26.9	17.5	86	13.9	3.03	8.3	2.0	0.1	0.4	0.04
674	MM-1244-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.155.610	1.159.624	166	OESTE	0.3	15.5	16.8	98	9.2	2.90	5.1	0.25	0.1	0.3	0.05
675	MM-1245-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.154.829	1.158.341	166	OESTE	0.4	17.7	16.0	76	6.0	2.88	6.4	1.1	0.1	0.3	0.32
676	MM-1246-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.151.573	1.158.268	166	OESTE	0.2	38.9	7.2	64	35.9	4.26	2.0	4.1	0.1	0.4	0.02
677	MM-1247-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.318	1.151.381	166	OESTE	0.2	26.1	28.4	93	26.3	2.96	12.3	6.6	0.1	0.7	0.01
678	MM-1249-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.088	1.151.917	166	OESTE	0.4	56.9	6.8	73	15.8	3.96	5.0	6.3	0.2	0.7	0.01
679	MM-1250-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.623	1.151.960	166	OESTE	0.6	51.5	16.4	115	17.4	3.75	8.4	2.2	0.5	0.7	0.06
680	MM-1251-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.157.199	1.151.331	166	OESTE	0.3	25.0	25.0	85	25.1	2.90	5.8	0.6	0.1	0.5	0.04
681	MM-1252-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.156.863	1.150.563	166	OESTE	0.2	22.5	21.1	80	24.9	3.03	5.1	0.25	0.1	0.4	0.03
682	MM-1253-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.156.854	1.149.933	166	OESTE	0.3	18.4	19.8	71	20.0	2.54	3.7	1.9	0.1	0.3	0.04
683	MM-1254-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.158.478	1.148.743	166	OESTE	0.3	19.9	21.4	72	18.4	2.69	4.4	1.0	0.1	0.4	0.06
684	MM-1255-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.160.631	1.148.282	166	OESTE	0.05	85.2	2.5	55	13.2	2.97	0.8	10.7	0.1	0.4	0.08
685	MM-1256-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.161.479	1.147.820	166	OESTE	0.1	80.1	3.7	62	10.2	3.63	2.0	7.7	0.1	1.9	0.06
686	MM-1257-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.162.219	1.147.054	166	OESTE	0.1	91.6	4.0	66	9.6	4.11	1.8	3.5	0.1	1.9	0.04
687	MM-1258-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.928	1.148.090	166	OESTE	0.1	91.4	4.3	55	9.3	3.55	1.6	52.6	0.1	0.6	0.02
688	MM-1259-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.460	1.147.380	166	OESTE	0.2	73.1	5.5	56	10.8	3.61	1.6	2.7	0.1	0.4	0.06

Figura 1: Base datos de trabajo.

ID_DUNIA_ATG	ID_MUES_TRA	TIPO_MUESTRA	COORD_ESTE	COORD_OESTE	PLANCHA	ORIGEN_COORD	Mo_ppm	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Ni_ppm	Fe_%	As_ppm	Au_ppb	Cd_ppm	Sb_ppm	Hg_ppm
689	MM-1260-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.500	1.145.568	166	OESTE	0.1	106.4	2.6	57	10.1	3.90	1.4	2.6	0.1	1.3	0.02
690	MM-1262-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.163.943	1.144.873	166	OESTE	0.8	125.1	8.4	170	19.1	3.96	4.4	5.3	0.9	1.6	0.08
691	MM-1263-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.571	1.150.123	166	OESTE	0.1	98.7	4.5	64	9.9	4.72	4.2	3.9	0.1	2.1	0.02
692	MM-1264-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.166.646	1.143.481	166	OESTE	0.3	62.0	5.3	49	27.7	2.80	1.0	3.2	0.1	0.2	0.05
693	MM-1265-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.166.095	1.144.177	166	OESTE	0.1	66.6	2.5	33	20.2	2.19	0.6	1.5	0.05	0.2	0.02
694	MM-1266-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.355	1.150.247	166	OESTE	0.4	100.7	7.1	91	22.6	4.18	5.0	2.7	0.3	1.5	0.06
695	MM-1267-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.395	1.150.290	166	OESTE	0.2	67.4	3.0	38	49.4	3.01	1.1	1.5	0.1	0.1	0.04
696	MM-1268-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.571	1.150.123	166	OESTE	0.1	24.1	2.9	31	18.7	1.83	0.7	1.8	0.1	0.1	0.01
697	MM-1269-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.563	1.149.791	166	OESTE	0.2	53.7	6.6	65	35.7	4.28	1.8	3.9	0.2	0.2	0.06
698	MM-1270-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.719	1.149.413	166	OESTE	0.9	152.0	4.4	72	62.0	4.42	1.7	6.7	0.3	0.3	0.09
699	MM-1271-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.698	1.148.958	166	OESTE	0.4	85.7	7.2	107	70.5	6.46	2.3	9.4	0.3	0.3	0.12
700	MM-1272-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.165.719	1.147.487	166	OESTE	0.1	101.8	1.4	50	46.9	4.10	1.0	5.9	0.1	0.3	0.04
701	MM-1273-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.164.425	1.150.873	166	OESTE	0.3	82.1	8.7	105	53.5	7.60	1.6	3.2	0.3	0.4	0.09
706	MM-1282-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.120.825	1.129.615	166	OESTE	0.7	43.9	14.4	115	22.2	4.12	6.1	3.3	0.1	0.8	0.08
707	MM-1283-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.121.135	1.129.174	166	OESTE	0.7	46.6	13.6	193	38.5	4.05	5.0	2.8	0.4	0.8	0.18
708	MM-1284-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.119.671	1.128.584	166	OESTE	0.8	48.4	13.4	125	22.7	3.51	7.5	8.2	0.2	1.1	0.14
709	MM-1285-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.121.977	1.127.698	166	OESTE	0.8	45.6	17.4	131	26.4	4.13	5.8	2.3	0.2	0.7	0.18
710	MM-1286-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.123.338	1.127.977	166	OESTE	0.7	48.7	15.5	137	32.5	4.52	3.7	2.3	0.2	0.6	0.09
711	MM-1287-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.122.603	1.126.131	166	OESTE	0.5	65.1	15.6	129	32.3	4.31	5.7	4.8	0.2	1.1	0.12
712	MM-1288-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.125.794	1.126.770	166	OESTE	0.4	42.6	8.5	78	25.0	2.40	11.0	10.2	0.2	1.1	0.04
713	MM-1289-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.126.071	1.127.752	166	OESTE	0.3	48.1	9.7	88	28.1	2.62	3.1	3.4	0.1	0.7	0.17
714	MM-1291-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.126.887	1.127.933	166	OESTE	0.7	62.6	13.0	134	36.0	4.37	5.0	2.7	0.3	0.8	0.15
715	MM-1292-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.115	1.128.147	166	OESTE	0.4	58.8	8.4	109	28.0	3.32	3.1	2.1	0.1	0.5	0.07
716	MM-1293-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.494	1.126.828	166	OESTE	0.4	44.4	8.8	94	25.6	3.33	2.8	2.2	0.1	0.4	0.07
717	MM-1294-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.128.414	1.126.897	166	OESTE	0.4	46.0	8.8	77	21.2	3.20	3.1	2.9	0.1	0.5	0.10
718	MM-1295-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.119	1.128.746	166	OESTE	0.4	51.0	9.7	99	31.1	3.29	2.6	2.3	0.1	0.4	0.08
719	MM-1296-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.129.189	1.127.656	166	OESTE	0.3	35.0	7.7	56	25.2	3.08	2.1	707.7	0.1	0.2	0.03
720	MM-1297-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130.531	1.128.146	166	OESTE	0.8	95.6	8.8	98	25.8	5.31	9.5	5.9	0.1	1.0	0.05
721	MM-1298-A	SEDIMENTO ACTIVO FINO	1.130.824	1.126.650	166	OESTE	0.4	64.5	7.7	101	34.9	4.52	3.2	88.3	0.1	0.3	0.09

Figura 1: Base datos de trabajo.

C. Análisis de PCA

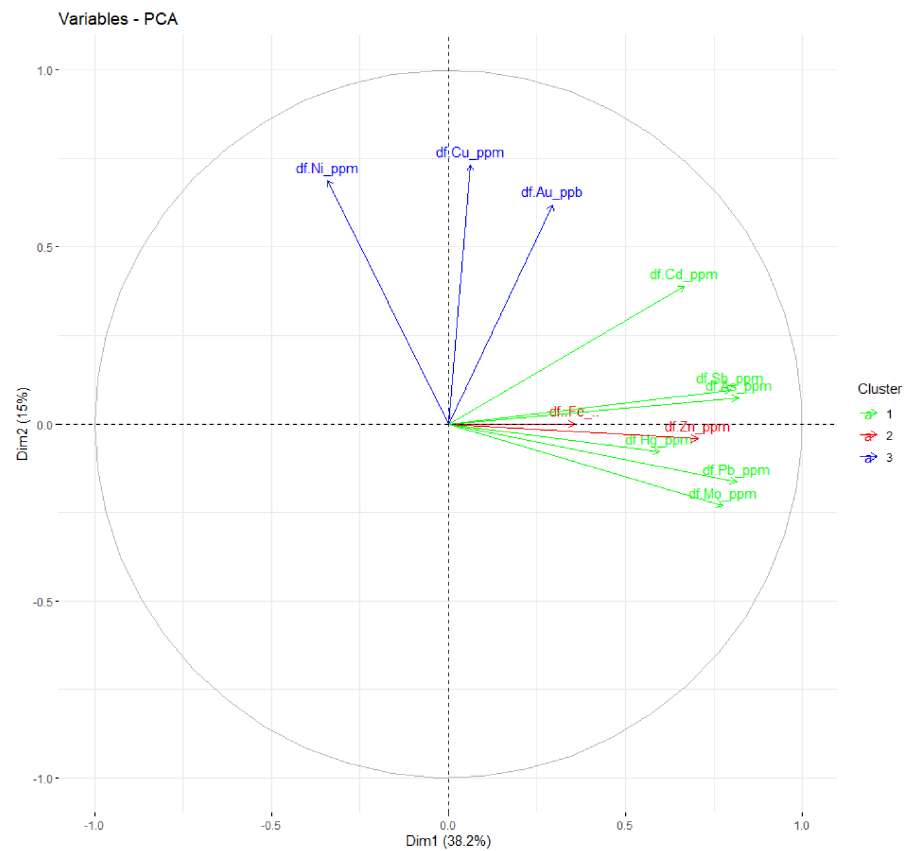


Figura 3: Análisis de conglomerados. Representación de tres grupos de variables del análisis de PCA.

D. Histogramas distribución concentración elementos

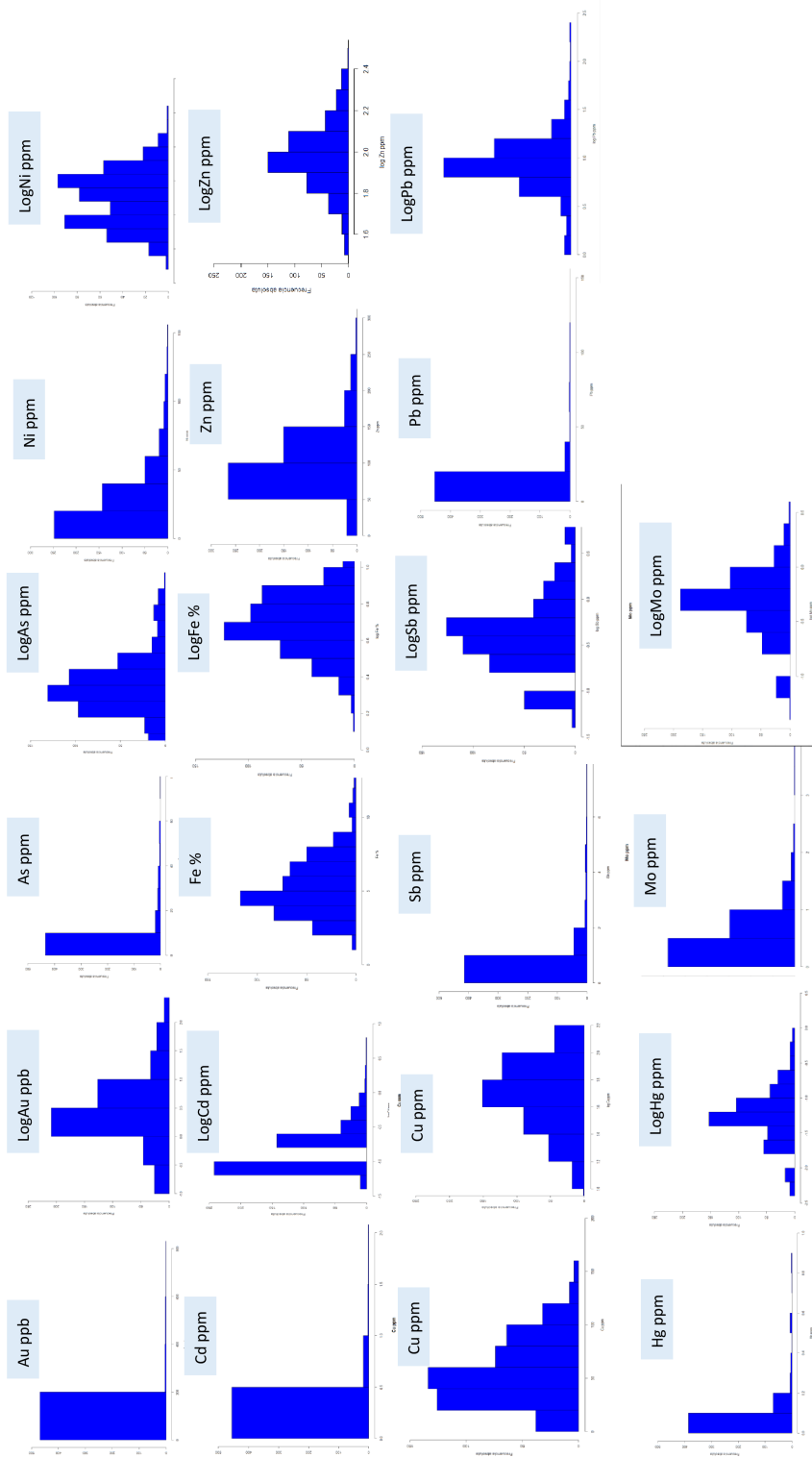


Figura 4: Histogramas distribución concentración elementos y log concentración de elementos.

E. Análisis de Boxplot

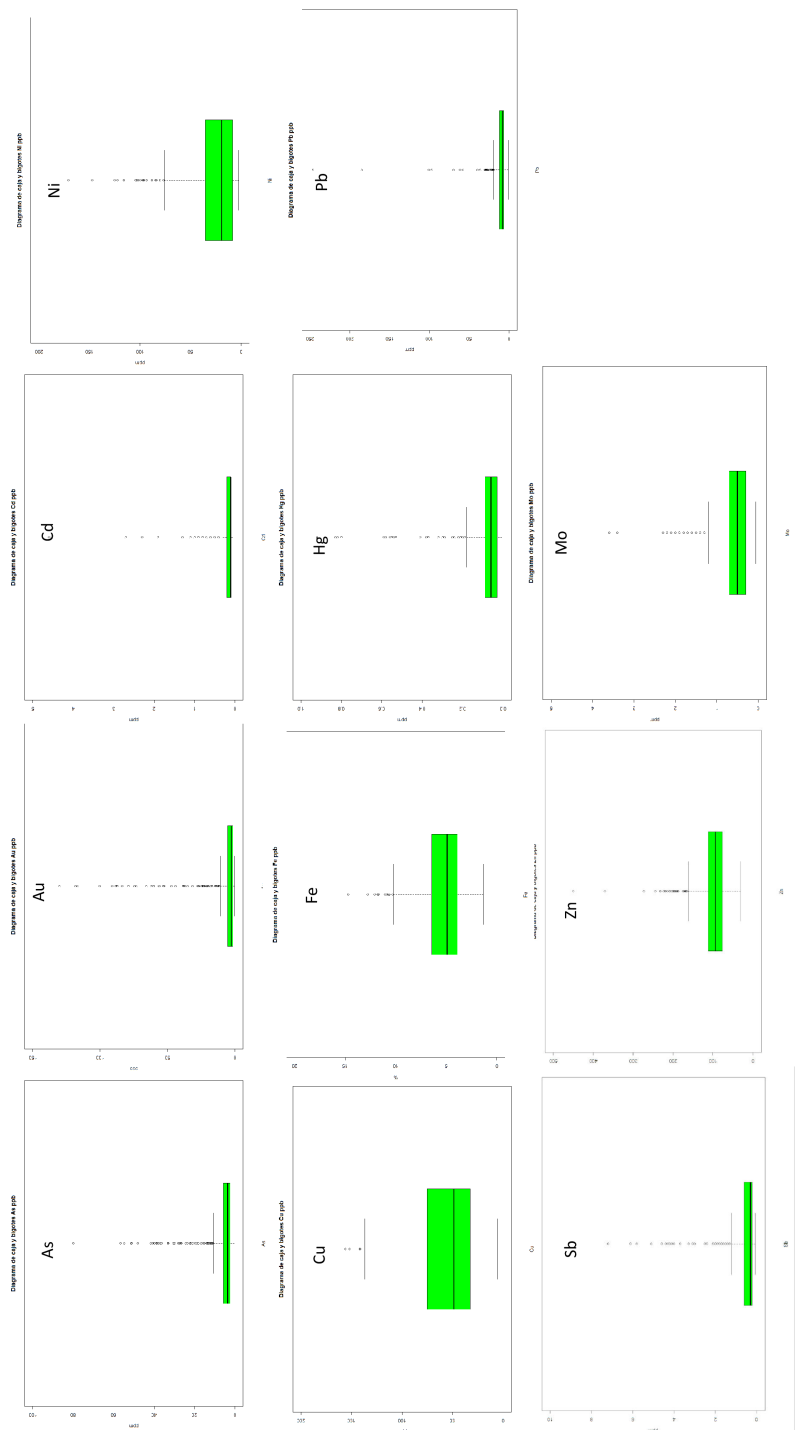


Figura 5: Distribución de las concentraciones en cajas y bigotes para cada uno de los elementos .