

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



T E S I S

**Evaluación geológica y cálculo de reservas minerales de la minera Huinac
en el distrito de Aija departamento de Áncash 2024**

Para optar el título profesional de

Ingeniero Geólogo

Autor:

Bach. Keymer Octavio CHAVEZ HUARANGA

Asesor:

Mg. Eder Guido ROBLES MORALES

Cerro de Pasco – Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



T E S I S

**Evaluación geológica y cálculo de reservas minerales de la minera Huinac
en el distrito de Aija departamento de Áncash 2024**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. José Fermín HINOJOSA DE LA SOTA
PRESIDENTE

Mg. Luis Arturo LAZO PAGAN
MIEMBRO

Mg. Vidal Victor CALSINA COLQUI
MIEMBRO



**Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación**

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 205-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Evaluación geológica y cálculo de reservas minerales de la minera Huinac
en el distrito de Aija departamento de Ancash, 2024**

Apellidos y nombres del tesista:

Bach. CHAVEZ HUARANGA, Keymer Octavio

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg. ROBLES MORALES, Eder Guido

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Geológica

Índice de Similitud

20 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 21 de octubre del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 21.10.2024 10:51:46 -05:00

DEDICATORIA

A Dios por darme la fortaleza de seguir adelante y afrontar todas las dificultades que se presenten en la vida.

A mi madre: Elsa, quien me brindo su apoyo y confianza en cada momento de mi formación universitaria, siendo pilar fundamental en este proceso.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería, escuela de formación profesional de ingeniería geológica por haber sido mi alma mater en mi educación superior.

A mis docentes por darme el conocimiento profesional, técnico y alcanzarme siempre las competencias necesarias para desempeñarme profesionalmente.

A mi madre y hermanos por su permanente apoyo para la consecución de mis objetivos y metas, por ser fuente de inspiración y fuerza para luchar en el día a día y salir adelante.

RESUMEN

La zona de investigación se localiza en el distrito de La Merced, provincia de Aija, departamento de Ancash. El estudio tuvo como objetivo general realizar la evaluación geológica y calcular las reservas mineras, de la misma manera se consideró como objetivos específicos determinar la continuidad y el comportamiento geológico en profundidad y en extensión lateral de las estructuras mineralizadas y la existencia de reservas mineras. La metodología empleada corresponde al tipo descriptivo, mediante una combinación de técnicas de evaluación geológica, incluyendo mapeos geológicos, muestreos de las estructuras, perfiles longitudinales, análisis geoquímicos y mineralógicos y se utilizaron métodos clásicos de estimación de reservas. La población lo constituye el área concesión minera con sus diferentes vetas labores y niveles y su muestra está representado por las siete estructuras mineralizadas. Los resultados muestran la continuidad significativa de las estructuras mineralizadas tanto en profundidad como en extensión lateral, tal como se observan en las diversas secciones longitudinales.

Respecto a la existencia de reservas minerales, los cálculos de reservas indicaron la presencia de reservas significativas en varias secciones de la mina, los análisis geoquímicos mostraron concentraciones económicamente viables de los minerales objetivo. Las conclusiones demuestran que la evaluación geológica y el cálculo de reservas minerales realizados han demostrado la existencia de estructuras mineralizadas continuas y reservas significativas en la unidad minera Huinac.

Palabras claves:

Continuidad geológica, evaluación geológica, estimación de reservas, perfil longitudinal, reservas minerales.

ABSTRACT

The research area is located in the district of La Merced, province of Aija, department of Ancash. The general objective of the study was to carry out the geological evaluation and calculate the mining reserves. In the same way, the specific objectives were considered to determine the continuity and geological behavior in depth and lateral extension of the mineralized structures and the existence of mining reserves. The methodology used corresponds to the descriptive type, through a combination of geological evaluation techniques, including geological mapping, sampling of structures, longitudinal profiles, geochemical and mineralogical analyses, and classic reserve estimation methods were used. The population is made up of the mining concession area with its different working veins and levels and its sample is represented by the seven mineralized structures. The results show the significant continuity of the mineralized structures both in depth and in lateral extension, as observed in the various longitudinal sections. Regarding the existence of mineral reserves, reserve calculations indicated the presence of significant reserves in several sections of the mine, geochemical analyzes showed economically viable concentrations of the target minerals. The conclusions demonstrate that the geological evaluation and calculation of mineral reserves carried out have demonstrated the existence of continuous mineralized structures and significant reserves in the Huinac mining unit.

Keywords: Geological continuity, geological evaluation, longitudinal profile, mineral reserves, reserve estimation,

INTRODUCCIÓN

La minería es una de las actividades económicas más significativas y tradicionales en el Perú, lo cual tiene un impacto significativo en el desarrollo económico del país. En este contexto, la evaluación geológica y el cálculo preciso de reservas minerales son fundamentales para la planificación y ejecución eficiente de la unidad minera.

La unidad minera Huinac, representa un área de gran interés debido a su potencial minero. Para garantizar la viabilidad económica y técnica de las operaciones mineras en esta unidad, es fundamental realizar una evaluación geológica exhaustiva que permita caracterizar las estructuras mineralizadas y determinar la cantidad de reservas disponibles. Este proceso no solo proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, sino que también contribuye a minimizar los riesgos asociados a la explotación minera.

El objetivo principal de esta investigación es realizar la evaluación geológica y calcular las reservas mineras de la unidad minera Huinac. Para alcanzar este objetivo, se plantean dos objetivos específicos: determinar la continuidad y el comportamiento geológico en profundidad y en extensión lateral de las estructuras mineralizadas, así como determinar la existencia de reservas mineras en la unidad minera, con los cuales se interpretan la distribución espacial de las estructuras mineralizados y su potencial explotación. Mediante el uso de técnicas clásicas (método geométrico o clásico), se espera identificar patrones de mineralización que permitan una planificación más efectiva de las actividades mineras. Además, la evaluación de la existencia de reservas mineras proporcionará información valiosa sobre la viabilidad económica del proyecto, asegurando que las inversiones en exploración y desarrollo se realicen de manera informada y estratégica.

La investigación se desarrolla en cuatro (04) capítulos: El Capítulo I contiene planteamiento del problema de investigación. El Capítulo II, el marco teórico de la investigación. En el capítulo III, metodología y técnicas de investigación. En el capítulo IV; se realiza el análisis y discusión de resultados, exponiéndose los resultados a la vez contrastándose con la hipótesis, conclusiones y recomendaciones finales.

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.2. Delimitación temporal.....	2
1.2.3. Delimitación teórica	2
1.3. Formulación del problema	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problemas específicos	2
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio	5
2.1.1.	Antecedentes internacionales	5
2.1.2.	Antecedentes Nacionales	9
2.1.3.	Antecedentes regionales	20
2.2.	Bases teóricas – científicas	21
2.2.1.	Evaluación geológica	21
2.2.2.	Cálculo de reservas minerales	22
2.3.	Definición de términos básicos	36
2.4.	Formulación de hipótesis	39
2.4.1.	Hipótesis general	39
2.4.2.	Hipótesis específicas	39
2.5.	Identificación de variables	39
2.5.1.	Variable independiente.....	39
2.5.2.	Variable dependiente.....	39
2.5.3.	Variable Interviniente.....	40
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	40

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	41
3.2.	Nivel de investigación.....	41
3.3.	Métodos de investigación.....	42
3.4.	Diseño de investigación	42
3.5.	Población y muestra.....	42

3.5.1. Población.....	42
3.5.2. Muestra.....	42
3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos	43
3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	43
3.8. Tratamiento estadístico	45
3.9. Orientación ética filosófica y epistémica	45

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	46
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	47
4.2.1. Continuidad y el comportamiento geológico en profundidad y en extensión lateral de las estructuras mineralizadas	47
4.2.2. Reservas mineras de la unidad minera Huinac	78
4.3. Prueba de hipótesis.....	97
4.3.1. Prueba de hipótesis general	97
4.3.2. Prueba de hipótesis específicas	98
4.4. Discusión de resultados.....	99

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Operacionalización de variables	40
Tabla N° 2: Ruta de accesibilidad de Lima a la mina	46
Tabla N° 3: Columna estratigráfica.....	64
Tabla N° 4: Minerales de la mina.....	67
Tabla N° 5: Simbología de colores para clasificar los recursos de minerales.....	77
Tabla N° 6: Simbología de colores para clasificar las reservas de minerales	78
Tabla N° 7: Formato de envío de los resultados del laboratorio	81
Tabla N° 8: Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Amapola	89
Tabla N° 9: Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Caira	89
Tabla N° 10: Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Don Raul.....	90
Tabla N° 11: Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Esperanza.....	90
Tabla N° 12: Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Madrugada.....	90
Tabla N° 13: Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Papa Francisco	91
Tabla N° 14: Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Pierina.....	91
Tabla N° 15: Cuadro de resumen de la estimación de recursos y reservas	91
Tabla N° 16: Cuadro de balance de recursos y reservas	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Plano de Ubicación de la empresa minera Huinac	45
Figura N° 2: Mapa geológico regional de los alrededores de la mina Huinac	54
Figura N° 3: Fotografía de lutitas negras de la formación Carhuaz	55
Figura N° 4: Fotografía de lutitas negras en interior mina.....	56
Figura N° 5: Fotografía de pizarras blanquecinas de las formaciones Carhuaz.....	61
Figura N° 6: Fotografía de andesita porfirítica gris violáceo	57
Figura N° 7: Fotografía de aglomerados volcánicos	62
Figura N° 8: Fotografía de galena en fragmento de brecha de matriz arcillosa.....	63
Figura N° 9: Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Amapola	69
Figura N° 10: Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Caira	70
Figura N° 11: Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Don Raul	70
Figura N° 12: Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Esperanza	70
Figura N° 13: Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Madrugada.....	70
Figura N° 14: Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Papa Francisco	71
Figura N° 15: Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Pierina	71
Figura N° 16: Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Amapola	71
Figura N° 17: Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Caira	76
Figura N° 18: Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Don Raul	76
Figura N° 19: Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Esperanza	77
Figura N° 20: Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Madrugada.....	77
Figura N° 21: Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Papa Francisco	72
Figura N° 22: Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Pierina.....	78
Figura N° 23: Plano de reservas y recursos de la veta Amapola.....	85
Figura N° 24: Plano de reservas y recursos de la veta Caira.....	87
Figura N° 25: Plano de reservas y recursos de la veta Don Raul	87

Figura N° 26: Plano de reservas y recursos de la veta Esperanza	87
Figura N° 27: Plano de reservas y recursos de la veta Madrugada	88
Figura N° 28: Plano de reservas y recursos de la veta Papa Francisco	88
Figura N° 29: Plano de reservas y recursos de la veta Pierina	93

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Todo país dedicado a la explotación minera tiene la intención de incrementar sus reservas minerales para garantizar la sostenibilidad de una mina, lo cual permitirá realizar una planificación adecuada de las etapas de proceso minero que van desde la prospección hasta el cierre de mina.

En el Perú, la minería es considerada una actividad fundamental, porque según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2021) aportó a la economía nacional entre el 2017 y 2021 el 16% del Producto Bruto Interno Nacional (Ministerio de Energía y Minas, 2016).

Para asegurar la producción de mineral a mediano y largo plazo, toda empresa minera está en la obligación de realizar una evaluación geológica apropiada de su yacimiento, el cual involucra la exploración geológica utilizando diferentes técnicas y de esta manera prolongar su vida útil y de la misma forma llevar un buen control en las ratios de cubicación y reposición del mineral extraído del yacimiento.

En la actualidad, la minera Huinac se encuentra en un plan de expansión minera, esto indica realizar una evaluación geológica detallada de vetas presentes tanto en profundidad y lateralmente para interpretar su comportamiento geológico y con el propósito de resolver el problema de sus reservas mineras a corto y largo plazo para buscar la sostenibilidad de su producción minera.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La minera Huinac se encuentra en la parte norte del Perú, ubicándose en la franja metalogenética numero XVI, en el distrito el distrito de La Merced, provincia de Aija, departamento de Ancash, a unos 25 kilómetros al suroeste de la ciudad de Huaraz.

1.2.2. Delimitación temporal

El desarrollo de la investigación cubrió el periodo de mayo del 2023 hasta mayo del 2024.

1.2.3. Delimitación teórica

Esta investigación se basa en varios conceptos y teorías fundamentales para la evaluación geológica y el cálculo de reservas minerales los cuales contribuirán a la caracterización geológica y estimación de sus reservas mineras.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo realizar la evaluación geológica y el cálculo de reservas mineras de la unidad minera Huinac, en el distrito de Aija departamento de Ancash, 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Será posible determinar la continuidad, el comportamiento geológico en profundidad y lateralmente de las estructuras

mineralizadas de la unidad minera Huinac, en el distrito de Aija departamento de Ancash, 2024?

- b. ¿Será posible obtener información que permita determinar la existencia de reservas mineras de la unidad minera Huinac, en el distrito de Aija departamento de Ancash, 2024?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar la evaluación geológica y calcular las reservas mineras de la unidad minera Huinac, en el distrito de Aija departamento de Ancash.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar la continuidad y el comportamiento geológico en profundidad y en extensión lateral de las estructuras mineralizadas de la unidad minera Huinac, en el distrito de Aija departamento de Ancash.
- b. Determinar la existencia de reservas mineras de la unidad minera Huinac, en el distrito de Aija departamento de Ancash.

1.5. Justificación de la investigación

La investigación se justifica debido a que la evaluación geológica de la minera Huinac es sumamente importante debido a que contribuye al conocimiento geológico de la minera determinando zonas de ocurrencia de mineralización, destacando las formaciones geológicas, las estructuras mineralizadas y su interpretación, empleando diferentes métodos y técnicas para lograr estimar las reservas mineras buscando la sostenibilidad en el tiempo de la empresa minera.

1.6. Limitaciones de la investigación

La investigación está limitada únicamente en la concesión de la unidad minera Huinac, en el cual para la presente investigación no fueron considerados las labores inaccesibles, labores muy antiguas donde hubo colapso, donde fue imposible realizar el muestreo de minerales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Díaz (2019), en su trabajo de investigación "Propuesta de procedimiento para determinar el valor comercial de proyectos mineros". [Tesis de maestría, Universidad de Chile, facultad de ciencias Físicas y Matemáticas, departamento de Ingeniería Industrial.] Repositorio institucional. El objetivo es que las empresas y personas naturales que invierten capital de riesgo en el negocio minero, que es intrínsecamente de largo plazo, deben definir el valor justo del proyecto minero o activo minero a transar comercialmente, monto asociado a los derechos derivados de la tenencia de concesiones mineras ya sean de exploración o explotación, llamadas pedimentos y pertenencia respectivamente. En los códigos internacionales de valorización de Canadá (CIMVAL), Sudáfrica (SAMVAL) y Australia (MINVAL), nos damos cuenta que existen criterios comunes entre sí y definiciones muy similares que permiten generar una propuesta metodológica transversal, que esté en línea con las mejores prácticas

de la industria a nivel global y el contexto minero en Chile. De acuerdo a estos criterios globales y transversales, en la valorización de un proyecto minero se debe ocupar al menos dos de los tres tipos de enfoques de valorización existentes, los cuales son: de mercado, de ingresos o de costos, de modo de entregar un rango de valor, compuesto por un mínimo y un máximo, que luego la oferta y la demanda, deberán negociar y posteriormente definir en una transacción comercial. Para valorizar activos mineros es importante conocer y definir, con la información trazable y disponible, el estado de desarrollo de un proyecto minero, que es en definitiva lo que determina los enfoques a utilizar, las metodologías asociadas y posteriormente su “valor justo”, siempre considerando en el proceso, análisis de riesgos relevantes tanto en aspectos tecnológicos, legales, medio ambientales, comunitarios y comerciales, que se presentan como barreras a la inversión que podrá definitivamente continuar con la cadena de valor de los activos mineros. Incorporar este conocimiento a las distintas disciplinas del quehacer minero, permite abrir espacios de discusión y mejoras en el entendimiento de cómo dinamizar e incrementar la inversión de la industria, desarrollando proyectos desde sus etapas preliminares de exploración para seguir hacia el descubrimiento de nuevos yacimientos explotables. En Chile existe una gran cantidad de proyectos mineros, a distinto nivel de avance, dados por una inversión histórica importante a través de los años, sin embargo, no existe un protocolo formal que describa el marco general en que el proceso de valorización debiera llevarse a cabo y que perfil de profesional debiese ejecutar esta tarea. La responsabilidad de valorizar un activo minero está muy relacionada a la experiencia relevante en minería y no a la especialidad particular del valuador, ya que puede asesorarse y contar con informes técnicos tales como NI-43101, JORC,

CH20235, etc. Este trabajo, además de proponer un perfil del “Valuador competente calificado” a nivel nacional, presenta una secuencia metodológica simple y transversal, que ocupa enfoques y métodos conocidos, para ser utilizada en el ejercicio de valorizar proyectos o carteras de proyectos, recomendaciones generales y ejercicios prácticos paso a paso.

Muñoz (2014), en su trabajo de investigación “La inversión canadiense en el sector minero de Sonora. Impactos económicos (1990-2012) “. [Tesis de maestría, Universidad De Sonora. división de ciencias Económicas y Administrativas. Departamento de Economía. Posgrado en Integración Económica- México] Repositorio institucional. El objetivo de la presente investigación busca comprobar si la inversión canadiense en el sector minero del estado de Sonora, genera crecimiento económico en el sector, pero no propicia un encadenamiento productivo que promueva la participación regional. Esto se elabora bajo la perspectiva de la integración económica. De esta manera se propone un marco teórico-conceptual para entender el significado de integración económica, destacándose los conceptos relacionados al fenómeno; asimismo, se exploran las diferentes vertientes en las que se analizan los temas relacionados con la actividad e industria minera. Se abordan, de manera general, los efectos producidos por la Inversión Extranjera Directa (IED) en este sector en algunas regiones en el mundo; contextualizando la evolución y aspectos clave para explicar sus tendencias en México; en este sentido, se explica también la trayectoria de la minería moderna en Sonora y sus vínculos integracionistas, resaltando características que tiene la inversión canadiense en el sector minero del estado, haciendo visible la presencia de empresas e intereses de ese país describiendo y cuantificando variables como inversión, comercio, empresas

establecidas y empleos. Por último, abre un apartado de recomendaciones sobre temas necesarios a investigar relacionados con la minería, muy necesario para la posible aplicación en las políticas públicas en torno a la actividad minera.

Muñoz (2012) en su tesis "Modelo de costos para la valorización de planes mineros". [Tesis de maestría, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, departamento de Ingeniería de Minas.] Repositorio institucional. El objetivo es el proceso de planificación minera comienza con un modelo geológico que es necesario valorizar. Para esta valorización se utilizan parámetros económicos fijos y posteriormente se definen las fases de explotación con la secuencia de extracción, con lo que se realiza el plan de producción. Es esperable que el valor económico del plan, en primera instancia, dependa de variables más económicas que netamente técnicas mineras como son el precio de insumos, precio de cobre y subproductos, costos asociados a la mina y planta. En la actualidad en el proceso de valorización, definición de envolvente económica, secuenciamiento y cálculo de programa de producción existe un costo de extracción constante por cada unidad de reserva extraída en el programa de producción. No existe una etapa intermedia de análisis de costos de las fases que definen el plan. Este costo intermedio debe reflejar la realidad operativa de la fase, por lo tanto, ser distinto al costo medio que se utilizó para la valorización de los bloques. El desarrollo para este trabajo surge por la necesidad de poder revisar y definir cómo el diseño geométrico del yacimiento, así como sus fases, impactan en el costo mina del plan minero. Se debe revisar cómo el diseño de fases y el siguiente plan de producción guían el comportamiento del costo, esto ya que la configuración de las fases definirá además los equipos asociados, los que con sus costos entregarán el costo de cada fase y el posterior costo mina del plan. El

objetivo de este trabajo es poder desarrollar un modelo paramétrico que permita determinar para la minería a rajo abierto el costo mina, en función de las principales operaciones de carguío y transporte, para así entender el comportamiento de éste en el tiempo, en función del diseño y cómo se relaciona con el costo definido en un comienzo, para la valorización económica de los bloques. Para esto es necesario identificar las variables a incorporar en el modelo, las que son dinámicas en todo el horizonte tiempo y cambian de acuerdo a la geometría del rajo, mineralización, profundidad de las fases, etc. Finalmente se analiza el comportamiento del costo, en donde resulta fundamental la geometría que se defina para las fases, que son parte del plan de producción, ya que estas incidirán en un amplio rango en el costo mina, con una variación en torno al 50 % respecto del valor medio ocupado para la valorización inicial del yacimiento. Además, se evalúa el efecto en la secuencia de fases y la determinación del pit final en base a la metodología de valorización usando el método tradicional y el método con un modelo de costo variable.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Quispe (2022), en su trabajo de investigación "Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del proyecto Alpacay, Arequipa - Perú" [Tesis de pre grado Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Geología, Geofísica y Minas]. Repositorio institucional. El objetivo del presente trabajo tiene por finalidad dar mayor soporte geológico a los objetivos que tiene la empresa. La unidad Alpacay se encuentra ubicada en el distrito minero de Yanaquihua 308 km al sur – oeste de la ciudad de Arequipa. Esta unidad ha sido minada desde las épocas de los españoles y posteriormente desde los años 70' ha pasado por varias empresas mineras que han realizado

exploraciones y explotación de algunas vetas auríferas más ricas. Los tipos de rocas más comunes que se encuentran en la zona son: sedimentarias, intrusivas y volcánicas. La mineralización se encuentra dentro de la franja Nazca – Ocoña cuyos depósitos son del tipo mesotermal y albergan un gran grupo de vetas con poca potencia y con alto grado de contenido aurífero. Estas vetas mesotermales se caracterizan por presentar minerales como: cuarzo sericita, pirita de textura fina, cuarzo gris y blanquecino, así como también en profundidad se presentan ensambles de pirita – calcopirita – cuarzo que son indicadores de presencia de oro, así como también la oxidación en forma de hematita, limonita y jarosita. La actualización de los recursos minerales para el año 2022, se ha basado tanto en informaciones de muestreo de canales en las labores de interior mina y de taladros diamantinos desde superficie, alrededor de 10,000 m de DDH fueron perforados, aunque estos taladros DDH se realizaron principalmente con el objetivo de corroborar la mineralización de las vetas principales del yacimiento en profundidad. Cabe resaltar que toda la cubicación y estimación de recursos minerales para la unidad minera se realiza de manera convencional o también conocido como el método clásico. Valores económicos en Au para cada veta, zona y tajeo de la mina han tomado en consideración los términos comerciales, promedio de recuperación metalúrgica, y precio del oro a largo plazo. Las Reservas Minerales han sido reportadas por encima de un valor de break-even cut-off calculado para cada veta, basado en un valor de Cut off y costo operativo.

Los Recursos Minerales son categorizados como medido, indicado e inferido. El criterio usado para esta clasificación incluye metodología clásica basada en la ubicación de taladros de sondajes y correlación con laboreos subterráneos tanto de los niveles superiores e inferiores. Minera Yanaquihua

actualmente viene procesando 3,600 Tm/mes, y anualmente viene procesando 43,200 Tn/año, esto permite a Minera Yanaquihua tener un crecimiento sostenible en todo el año 2022. La exploración y desarrollo estarán enfocados en expandir o descubrir nuevos recursos minerales, así como también incrementar la confianza de los recursos inferidos para el 2022, por lo tanto, estos podrían ser incorporados como reservas minerales y extender de esta manera la vida de la mina. La compañía está comprometida con un programa agresivo de exploraciones invirtiendo US\$5.4 millones en el 2022.

Buendía y Valenzuela (2020), en su trabajo de investigación "Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007. Provincia de Jauja, departamento de Junín". [Tesis de pre grado, Universidad Continental. Facultad de Ingeniería]. Repositorio institucional. El objetivo de la investigación fue determinar si es factible o no para continuar con su explotación. Asimismo, el método de la investigación utilizado fue el método deductivo y analítico. En tanto, el tipo de investigación es la aplicada o tecnológica, que es la utilización de los conocimientos en la práctica. Además, el nivel de investigación es descriptivo, también conocido como investigación estadística, pues se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio. Este nivel de Investigación responde a las preguntas: ¿qué, ¿quién, ¿dónde, ¿cuándo y cómo? De la misma manera, el diseño de la investigación es descriptivo, porque se plantean a manera de objetivos. Para esto se dividió el trabajo en capítulos. El capítulo I trata todo lo relacionado al planteamiento del estudio. A su vez, el capítulo II alude el marco teórico. Mientras que el capítulo III menciona la metodología de la investigación. Finalmente, en el capítulo IV se presenta el análisis e interpretación de resultados.

Mamani (2020) en su trabajo de investigación "Proceso de estimación de recursos minerales y aplicación de los métodos geoestadísticos aplicado en los cuerpos mineralizados 1, 2 y 5 en la unidad Cerro Lindo". Cerro Lindo es un yacimiento de sulfuros masivos vulcanogénico emplazado en la cuenca back arc cretácica, relacionado a fallas profundas que han permitido el ingreso de los fluidos hidrotermales en aguas someras. Metalogénicamente, se ubica dentro del grupo Casma, unidad volcánica submarina de edad Albiana (Cretáceo medio) que aflora paralela a la costa, desde el norte del Perú hasta el departamento de Ica. La revolución científico técnica en la geología y la minería, que ha abarcado durante décadas a todo el mundo, se manifiesta en un aumento brusco del ritmo de extracción y utilización de la materia prima los diferentes tipos de mineral. Por este motivo los trabajos de búsqueda, exploración y evaluación económica de yacimientos minerales útiles, constituye una de las tareas más importantes en las empresas y compañías mineras. En la actividad de estimación de recursos minerales útiles "in situ" juega un papel fundamental en el interés de una compañía minera. La estimación de los recursos y reservas es una operación de alta responsabilidad que determina en gran medida el valor industrial de un yacimiento mineral. La estimación puede ser realizada por métodos clásicos y modernos: Por el método clásico se utilizan fundamentalmente valores medios o medias ponderadas para la estimación de bloques definidos convenientemente, por lo que su uso ha estado relacionado con problemas de precisión. Además, la utilización de los métodos clásicos no se recomienda porque aun cuando permiten cuantificar los recursos a escala global, no son adecuados para la caracterización local de los recursos y reservas. Por el método moderno predominan los métodos geoestadísticos, los cuales consisten en el uso de técnicas de regresión é

interpolación, teniendo como premisa fundamental la realización de las estimaciones a partir de las características de variabilidad y correlación espacial de los datos originales. La geoestadística es resultado de la aplicación de la teoría de funciones aleatorias al reconocimiento y estimación de fenómenos naturales, fundamentalmente relacionados con la actividad minera. Es precisamente en esta actividad donde surge se desarrolla y se consolida en los últimos 45 años como ciencia aplicada, dando respuesta a necesidades prácticas y concretas. La cantidad de cálculos que implica el uso de estos métodos hace imprescindible la utilización de medios automatizados para su práctica y desarrollo. En la esfera internacional existen programas informáticos profesionales que aplican estas técnicas modernas a los problemas de estimación de fenómenos naturales en el campo de las ciencias de la Tierra, donde se destacan los referidos softwares para modelamiento y estimación de recursos minerales entre éstos se pueden citar: Datamine, Gemcom, Vulcan, Mine Sight, Surpac, Geostat, Isatis, Leapfrog, etc. Los sistemas antes mencionados implementan la aplicación de los métodos geoestadísticos de forma muy variada, ofreciendo posibilidades en algunos casos limitadas para los especialistas no entrenados en el tema, fundamentalmente en la determinación de los modelos que describen la continuidad espacial en 3D a los datos como: leyes, densidad, mena, litología, alteración, etc. La aplicación de la geoestadística nos facilita determinar mejor en la interpretación de datos en tres dimensiones y la obtención de los parámetros geoestadísticos para luego aplicar en los diferentes procesos de estimación de recursos minerales. Mediante el tratamiento estadístico se hizo el control de calidad con los diferentes procesos de chequeo de muestras de control de calidad y los resultados obtenidos son buenos en el proceso de aseguramiento de la calidad y control de calidad

(QAQC). El modelamiento geológico es esencial para la evaluación de recursos, el diseño, la planificación minera y la definición del proceso metalúrgico a utilizar, dado que determina la extensión volumétrica y distribución espacial de unidades geológicas, geotécnicas y geometalúrgicas que influyen de forma determinante sobre los procesos mencionados. En el yacimiento Cerro Lindo, la mineralización de Zn con altos valores se encuentran en el dominio SPB (Sulfuro primario barítico), dominio SPP (Sulfuro primario pirítico) alberga la mineralización de Cu, Dominio SSM (sulfuro semi-masivo) este dominio está localizado en los laterales o bordes de los dominios SPB y SPP la ocurrencia de la mineralización es Zn, Pb y Ag rellenando fracturas, vetillas, parches y diseminación su ocurrencia no es muy continua. La estimación de los recursos minerales se realizó utilizando diversas técnicas, predominando los métodos estadísticos y geoestadísticos, los cuales tienen en cuenta las características de variabilidad y de correlación espacial de los datos originales. Para el proceso de estimación se aplicó los siguientes estimadores como: kriging, inverso de la distancia y método poligonal los resultados obtenidos tienen coherencia con la geología y la reproducibilidad de las leyes en cada dominio. Los resultados muestran la aplicabilidad del método kriging y la ventaja del uso de los parámetros encontrados en el proceso de estimación, la cual sea posible la inferencia de las relaciones espaciales de las variables. Además, es posible apreciar la influencia positiva que tiene sobre la calidad del modelo la disponibilidad de un número significativo de datos de cada dominio. Cabe destacar, que, al usar el algoritmo estudiado, el impacto relativo del aumento de datos condicionantes es mayor cuando se dispone de un número reducido de ellos, por lo que la decisión de perforar nuevos sondajes debe evaluarse detenidamente

considerando el costo que las campañas de exploración conllevan, especialmente si se cuenta con un modelo geológico conceptual de calidad del cual sea posible inferir estadísticas de patrones representativas en los dominios.

Flores (2020) en su trabajo de tesis "Prospectiva geológica base para el cálculo de reservas de la cantera R.B, Ferreñafe", provincia Homónimos, departamento Lambayeque. [Tesis de pre grado, Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura], Repositorio institucional. El objetivo principal de la investigación tuvo como objetivo realizar un estudio de prospectiva geológica base para determinar la cantidad de recursos de interés económico. La investigación nace de la observación donde se identificó la falta de estudios geológicos para caracterizar y analizar detalladamente las reservas en la cantera R.B, Ferreñafe. Dicha investigación se trabajó con una muestra de 10 trincheras distribuidas a lo largo de toda el área de la cantera utilizando como tipo y diseño de investigación cuantitativo: transaccional o transversal. Así mismo, para el recojo de la información se utilizó métodos como: la observación y análisis documental, junto a instrumentos de guía de observación de campo, guía de observación de laboratorio y guía de análisis documental. Toda la metodología le da realce y seriedad a la investigación. Finalmente, se tuvo como resultado las reservas geológicas de 2, 005,112.08 bm^3 de caolín, 3, 768,196.90 bm^3 de afirmado y 3, 376,107.44 bm^3 de materiales aluviales, el resultado de los ensayos de granulometría es de 10% para piedra base y el 90% es para materiales de granulometría menor de las cuales el 40.7% es para gravas, el 56.0% es para arenas y el 3.30% es para limos-arcilla. Los costos de producción son de 4.05 s. / m^3 de material. Finalmente obteniendo la reserva minera de 2, 005,112.08 m^3 de caolín, 3, 768,196.9 m^3 de afirmado, 1, 236,668.16 m^3 de over,

337,610.744m³ de piedra base, 1, 701,558.15m³ de arena y de limo-arcilla de 100,270.391m³. Haciendo una rentabilidad de 14, 443,430.61 nuevos soles. Los resultados contribuyeron a comprobar la hipótesis que si se determina la prospectiva geológica base entonces se logrará realizar el cálculo de reservas de la cantera R. B, EL trabajo permitió concluir que gracias al método de secciones se pudo realizar el cálculo de reservas determinando una vida útil de 11 años.

Quispe (2010) en su trabajo de investigación " Evaluación geológica de la formación Mogollón en el yacimiento Leones, cuenca Talara-Perú ". [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica]. Repositorio institucional. El yacimiento Leones se encuentra ubicado en el extremo Sur Este del Lote VI, en el distrito de Pariñas, en la provincia de Talara, Departamento de Piura en la costa Noroeste del Perú. La zona de estudio abarca un área aproximada de 12.8 km² con una elevación promedio de 120 m.s.n.m. Se ubica en la parte central Sur de la cuenca Talara, y sus límites geográficos son: hacia el Norte con el yacimiento Jabonillal, y el yacimiento Carrizal, hacia el Sur, con el yacimiento Bodega y Miscelánea Talara; hacia el Este con el Lote IX de Unipetro, y hacia el Oeste con el yacimiento Rio Bravo. La secuencia estratigráfica está conformada por formaciones que van desde el Paleoceno hasta el Reciente, con espesores promedios de 5,500 a 6,000 pies, en el pozo 13229 se encontró una secuencia estratigráfica desde Verdún hasta Balcones con una profundidad de 8,500 pies. Las formaciones que se encontraron en el área son: Chira, Verdún, Pozo, Areniscas Talara, Lutitas Talara, Chacra, Pariñas, Palegreda, Cerro Tanque, Mogollón, San Cristóbal, Basal Salina y Balcones. Las formaciones consideradas como reservorios para este yacimiento son las formaciones Pariñas, Mogollón, y Basal Salina, sin embargo, para todo el

Lote VI y Lote VII también son considerados formaciones reservorios la formación Verdún, miembros Terebrátula y Hélico de la formación Talara, y la formación Mesa. También se puede mencionar las secuencias de arenas de la formación San Cristóbal (miembro Túnel), y algunos desarrollos de arena dentro de la formación Palegredda que también tienen producción de hidrocarburos, pero estas secuencias no son consideradas como reservorio. La formación Mogollón consiste de areniscas masivas, grano medio a grueso hasta conglomerádico, dura a ligeramente dura, calcárea, grano subredondeado a redondeado, en las secuencias de arenas se encuentran intercalaciones de arcillas, compuesta principalmente de cuarzo lechoso a semihialino, minerales oscuros y micas, en la parte intermedia de esta formación se encuentra una lutita de buen espesor que permite la división de la formación en tres miembros: Mogollón Superior (espesor máximo de 1000'), Mogollón Medio (espesor máximo de 120'), y Mogollón Inferior (espesor máximo de 720'). El Mogollón Medio e Inferior son los miembros menos extendidos de la formación, lo que no ocurre con el Mogollón Superior. Para el área de estudio estos miembros son posibles de reconocer, debido a que las lutitas del Mogollón Medio se encuentran presente, pero a menudo ésta no aparece en otras áreas, de manera que el Mogollón Superior e Inferior se encuentren como una sola unidad litológica. Estructuralmente el yacimiento Leones está afectado por eventos tectónicos extensionales, que originan fallas normales y eventos tectónicos compresionales, que originan fallas inversas, estas últimas son responsables de que en el yacimiento Jabonillal se presenten repeticiones en las formaciones al Norte del yacimiento Leones. El análisis estructural se realizó en base a la estratigrafía de la zona, para esto fue necesario usar los registros eléctricos y litológicos de cada pozo. Cabe mencionar

que, debido a la antigüedad de los pozos, gran parte de estos solo cuenta con la curva de Potencial Espontaneo (SP), por este motivo se utilizó esta curva para determinar los topes de las formaciones. El propósito de este análisis es la realización en el área de estudio del mapa estructural a líneas rectas en el tope de la formación Mogollón, con el objeto de encontrar bloques limitados por fallas, que sean favorables al recomendar perforar nuevas ubicaciones de pozos de desarrollo donde el objetivo principal es la formación Mogollón. En base a los resultados de la interpretación estructural del área se puede determinar dos bloques favorables para la perforación de pozos, uno en cada bloque (bloque Q y bloque H), así también se tiene a los bloques A, D y S con posibilidades de encontrar hidrocarburos, estos tienen una segunda prioridad. En cuanto a los riesgos del proyecto se puede mencionar el del tipo estructural, debido a que el área está intensamente fallada, algo que es muy común en toda la cuenca Talara.

El petróleo de este yacimiento es del tipo HCT (High Cold Test), que es equivalente a una gravedad específica promedio de 38° API; siendo la formación generadora de estos hidrocarburos la secuencia lutácea de las rocas Cretácicas de la formación Redondo. La formación Mogollón es una de las formaciones más productivas de los cuales se han extraído grandes cantidades de petróleo en la cuenca Talara, sin embargo, esta situación contrasta en el área de estudio debido a las regulares características petrofísicas que presenta (Porosidad 10%, Saturación de Agua 40% y Permeabilidad de 1 milidarcy). El cálculo de reservas se efectuó utilizando el método volumétrico, obteniéndose en la zona de trabajo un volumen de petróleo original in situ de 97.4 MM Bls, como reserva desarrollada un volumen de 6MM Bls, y un volumen por desarrollar de 4.2MM

Bls; lo que indica que aún es posible continuar con el desarrollo de la formación Mogollón en el yacimiento Leones.

Maque (2007) en su trabajo de investigación "Evaluación y clasificación de recursos minerales en la veta Milagros de la Mina Parcoy, provincia de Pataz departamento de la Libertad". [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica]. Repositorio institucional. Esta investigación se ha realizado bajo las normas del código JORC, Código Australiano que trata sobre Recursos y Reservas de Mena.

El yacimiento se ubica en el Departamento de la Libertad Provincia de Pataz Distrito de la Parcoy, Propiedad de Consorcio Minero Horizonte S.A. (CMHSA) es conocido desde la época pre-hispánica. Artemio Maque autor del presente trabajo de tesis estuvo trabajando desde el año 1999 hasta 2003 donde recopiló la información necesaria para desarrollar el trabajo de tesis. Las datas originales constan de: collar, desviación de sondaje, logueo geológico, muestras por oro y pruebas de densidad en los testigos de perforación diamantina; ubicación de canales y muestras de oro en los canales de muestreo. El proceso de validación consiste en validar los procesos de interpolación antes mencionados, en este proceso se realizan: comparaciones locales y cambio de soporte por un método de estimación no lineal para ver si los recursos estimados son subestimados o sobre estimados. Del mismo modo los resultados del modelo de bloques son comparados con los resultados de las estadísticas de los compósitos, verificando que no existan sesgos muy marcados entre las leyes estimadas del modelo de bloques versus los compósitos o estos valores desagrupados al bloque. El cálculo del sesgo global de las estimaciones es menor al 5% lo cual es aceptable

y óptimo. El reporte resumen del total de recursos estimados: medidos e indicados son se presentan bajo las normas del código JORC.

2.1.3. Antecedentes regionales

Espinoza (2018) en su trabajo de investigación "Estimación de recursos minerales en la mina Santa Fe Buenavista Alta – Casma – Ancash". [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Geológica]. Repositorio institucional. El presente trabajo fue realizado en la Unidad Minera de "Santa Fe" la cual pertenece al grupo de empresas mineras Auro Group, dentro de la concesión minera Don Alfonso # 1. Siendo una mina Subterránea de vetas angostas (0.2 a 2.5m) que produce Oro y Plata ubicado en la parte norte del Perú. El objetivo principal del presente estudio es cuantificar los recursos minerales en la Empresa Inversiones Mineras Santa Fe. El tipo de investigación realizada tiene carácter descriptivo y analítico usando el código JORC australiano. Dicha investigación se trabajó con 1319 muestras geoquímicas 08 Pruebas Metalúrgicas y 06 muestras para gravedad específica. La investigación tuvo como hipótesis general que el uso de la guía estándar del código JORC australiano, permitirá la estimación de recursos minerales en la Empresa Inversiones Mineras Santa Fe. Finalmente se arribaron a los siguientes resultados a setiembre del 2015 la mina Santa Fe cuenta con una Reservas de 75,325TM con 0.27OzAu y 1.65 Oz Ag y la producción durante el año se ha venido incrementado desde 289 a 1184 t/mes.

Quispe (2015) en su trabajo de investigación " Estudio Geológico y evaluación de recursos de la mineralización de tungsteno en el yacimiento de la unidad minera Pasto Bueno, provincia de Pallasca, Región Ancash ". [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Escuela Académico

Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia]. Repositorio institucional. Pasto Bueno se localiza en el extremo norte del batolito de la Cordillera Blanca, dentro de la franja metalogenética de Cu-Mo (Au, W) del Mioceno. Comprende diversas vetas, sub verticales asociadas al stock Cuarzo monzonítico datado como Terciario superior, intruye a las pizarras de la formación Chicama y cuarcitas de la formación Chimú. Desde 1940, la mina ha producido alrededor de 2 300 000 TM de mineral de Tungsteno con una ley media de 0,65% WO₃. Estudios petrográficos y minerográficos muestran una alteración fílica. El greisen, es un evento local de poca expresión y que no es directamente relacionado con la formación de mineral, y que mejor se ajusta a un modelo de depósitos vetas y filones con cuarzo y hubnerita. El cálculo de R&R de la mina se realizó con método tradicional, los datos evaluados en este trabajo con fecha diciembre de 2012 indicaron que la producción fue de 365 TMF, con reservas (probado +probables) en mena y marginal de 96 732 TM con 0,61%. Recursos indicados más inferidos 5 843 307 TM con 0,85%. Interceptos en la veta Loreto con perforación HDD en la parte más profunda del yacimiento, mostraron mineralización a 184 m por debajo de las antiguas operaciones. Estos resultados sugieren que el depósito puede ser aún más profundo y requiere una mayor exploración para un futuro cercano y así pasar los recursos a reservas y ampliar la vida útil de la mina.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Evaluación geológica

La evaluación geológica significa valorar su ubicación, accesibilidad, topografía, condiciones geológicas, climáticas, hidrológicas superficiales y subterráneas. (Dávila, 2011).

2.2.1.1. Mapeo Geológico

El mapeo geológico es el proceso de representar gráficamente las características geológicas de una región sobre un mapa. Se trata de la identificación de unidades litológicas, estructuras geológicas y la relación espacial entre ellas.

- **Tipos de rocas:** Ígneas, sedimentarias y metamórficas.
- **Unidades litológicas:** Definición y delimitación de formaciones geológicas.
- **Estructuras geológicas:** Identificación de fallas, pliegues y otras estructuras importantes. (Martínez, 1981).

2.2.2. Cálculo de reservas minerales

2.2.2.1. Normas de cubicación

Para conseguir un exitoso cálculo de las reservas para cualquier mina, se tiene en consideración los siguientes pasos:

- Muestreo sistemático.
- Corrección de leyes: erráticos, error de muestreo.
- Dilución de leyes: ancho muestra, ancho mínimo explotación, tipo de cajas, sistema de explotación.
- Dimensionar bloques de mineral: criterio geológico y geométrico.
- Inventario de minerales.
- Clasificación de las reservas de minerales: certeza, accesibilidad, valor.
- Determinar reservas minerales.

El cálculo de tonelaje (reservas) se basa en un muestreo, el que figura en los planos a diferentes escalas. Estos planos de muestreo se harán

de galerías, chimeneas, afloramiento y tajos. El muestreo en subterránea es sistemático, estos puntos se toman en toda la trayectoria de la estructura sacando una muestra compósito representativo. Realmente, la gran uniformidad de leyes evita el problema de los valores erráticos, es por esta razón que no se aplica castigo. El muestreo al efectuarlo sobre una veta más o menos uniforme en dureza y en ley, determina que los ensayos tengan poca variación, esto es comprobado por el muestreo de la zona. A diferencia el muestro en afloramiento se ha realizado por trincheras. (Fernández, 2018 Métodos de cubicación)

Determinación de la ley promedia

La ley de cada block está dada por la suma de finos entre la suma de ancho. Entonces la ley de cada block, se calcula a partir de las leyes medias de los frentes expuestos que lo limitan, considerando igualmente que la ley promedio del block está en función a la longitud de sus lados, o sea:

$$Ley\ promedia = \frac{\sum (L \times ancho \times Ley)}{\sum (L \times Ancho)}$$

a) Determinación de ancho promedio

Para determinar el ancho promedio se suma los valores de ancho tomado en el muestreo y se divide entre el número de muestras. En seguida para el ancho de cada block se toman los anchos promedios de los lados que los limitan multiplicadas cada una por las longitudes consideradas (L), la sumatoria de estos productos se divide entre la sumatoria de las longitudes del periodo del block, o sea:

$$Potencia\ media = \frac{\sum (L \times Ancho)}{\sum L}$$

b) Cálculo de área

El área de los blocks se ha determinado por procedimientos geométricos, y resulta de multiplicar el largo por el alto de cada block.

c) Cálculo de volumen

Los volúmenes fueron determinados multiplicando el área obtenida de los blocks por la potencia media de cada uno de ellos. Además, es importante tener un buzamiento, los blocks deben dibujarse sobre el plano de la veta. Asimismo, los blocks regulares se multiplican lado por lado para obtener el área; en los irregulares se aplica el planímetro sobre una sección longitudinal a escala. Entonces el volumen de los blocks se halla de la siguiente manera:

$$\text{volumen} = \text{área} \times \text{potencia media}$$

Y finalmente conociendo el peso específico del mineral, que ha sido obtenido por medios puramente geológicos.

$$\text{tonelaje} = \text{volumen} \times \text{peso específico}$$

Las reservas del mineral se deben calcular sobre la base de toneladas métricas (TM). Una vez analizadas las muestras tomadas y calculadas las leyes medias correspondientes, se procede a la fase de estimación de las reservas del yacimiento. Esta consiste en calcular, con el mínimo error posible, la cantidad de mineral existente en el yacimiento estudiado. Asimismo, las reservas que se estiman en esta fase inicial son las geológicas o in situ. Posteriormente, se tendrán en

cuenta otros condicionamientos, como son los factores de diseño de la explotación, método minero, recuperación, dilución, elementos traza, etc. que definirán las denominadas reservas mineras, que generalmente son inferiores a las primeras.

d) Métodos de estimación de las reservas

Existen dos tipos de métodos, cuya idoneidad depende de las particularidades del yacimiento:

Métodos clásicos o geométricos

- Método de los perfiles
- Método de la triangulación
- Método de los polígonos
- Método de las matrices de bloques
- Método del inverso de la distancia
- Método de los contornos
- Método del reticulado

Métodos geoestadísticos

- Variable regionalizada
- Semivariograma
- Krigeage

2.2.2.2. Clasificación de bloques

➤ Por su accesibilidad

a) Mineral Accesible

Es aquella reserva constituida por bloques minerales que han sido reconocidos y/o desarrollados por labores subterráneas (galerías, chimeneas, subniveles) y/o

complementados por sondajes, que generalmente están listos para entrar a la etapa de preparación y su consiguiente explotación económicamente. Constituyen reservas, cuando su valor está por encima de su costo total de operación.

b) Mineral eventualmente accesible

Es aquella reserva que no se encuentra expedita para su inmediata explotación, y está constituida por bloques minerales que comúnmente se hallan en la parte inferior del nivel más bajo, alejados de labores de desarrollo o con acceso truncado por derrumbes, bóvedas vacías, etc., por lo que requieren la apertura de nuevas labores o de rehabilitación de las existentes antes de iniciar su preparación. Constituyen reservas si sus costos de desarrollo y/o rehabilitación para hacerlas accesibles, están cubiertas por la diferencia del valor de los bloques de mineral y sus costos totales de operación

c) Mineral inaccesible

Es aquel mineral cuya ubicación en el espacio es similar a lo indicado para el mineral eventualmente accesible, pero que requiere de la ejecución de las labores o rehabilitaciones para hacerlos accesibles y que es evidentemente muy costosa. Tal es el caso de bloques aislados (que en conjunto son de poco tonelaje).

Este mineral no constituye reserva mineral, aunque su valor sea de mena o marginal; pero puede ser considerado un recurso mineral si el tonelaje es considerable.

➤ **Por sus valores**

a) Mineral económico (mena)

Su valor excede todos los costos directos (costos de operación, y regalías) y costos indirectos (depreciación anual de equipos, instalaciones, amortizaciones, etc.). Son los probados y probables, los accesibles y/o eventualmente accesibles, económicamente explotables.

b) Mineral marginal

Es el mineral que forma parte de las reservas, que en el momento de su determinación puede ser económicamente explotable. Este mineral, por sí solo no genera utilidades, pero sí ayuda a generarla, al explotarse junto al mineral de mena, pues además los gastos de desarrollo, de infraestructura, de servicios, etc., ya son cubiertos por el mineral de mena.

c) Mineral submarginal

Es aquel mineral no económico cuyo valor solo cubre los costos de producción y las regalías correspondientes, por lo que no debe explotarse aún bajo mejores condiciones previsibles en el mediano plazo, además su

valor no alcanzaría a cubrir los otros gastos. Se requerirá variaciones favorables más allá de lo previsible en los parámetros económicos para transformarse en mineral económicamente explotable

➤ **Por su certeza geológica**

a) Probado

Es aquella reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimados con un alto nivel de confianza. Su estimación se basa en una detallada y confiable información de exploración, muestreo y exámenes obtenida mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores subterráneas y sondajes. Los tonelajes y leyes son estimados sobre la base de los resultados de un detallado muestreo, en los cuales las muestras y mediciones están estrecha y sistemáticamente espaciadas, y en donde los caracteres geológicos están tan bien definidos de modo que el tamaño, forma y contenido de las reservas están bien determinados. En estas reservas no existe virtualmente riesgo de discontinuidad de la mineralización. La categoría de reserva mineral probado implica el más alto grado de confianza y certeza en la estimación, con las expectativas consiguientes que se puedan formar los lectores del informe. En caso de estructuras tabulares y

cuerpos mineralizados elongados, cuando el yacimiento ha sido desarrollado mediante labores subterráneas, para la estimación de reservas, se separa en bloques de mineral. Puede haber bloques de uno (incluye afloramiento) o más caras muestreadas, el cual depende de la cantidad de labores con que se dimensiona cada bloque. Cuando el mineral ha sido desarrollado con una sola labor (incluye afloramiento), la altura del bloque variará de acuerdo con la longitud mineralizada de esa labor o afloramiento. Así para longitudes entre 10 m y 25 m, la altura será de 5 m; para longitudes entre 25 m y 100 m, la altura será el 20% de esa longitud; y para longitudes mayores a 100 m, la altura será de 20 m. Cuando hay dos o más bloques contiguos con valores de mena o de marginal, pero de diferente ley (uno con más leyes que el otro), para definir la altura, se tendrá en cuenta la suma de las longitudes correspondientes. Estas medidas son aplicables si no se tienen sondajes complementarios ni interpretación geológica (estructural, mineralógica y curva de isovalores), ni definición de rangos verticales de la mineralización, ni estudios geoestadísticos, etc. Por ejemplo, si el fracturamiento premineral a lo largo del cual se emplazó la mineralización, tuvo movimiento horizontal o vertical o ambos, el rango vertical de mineralización estaría

relacionado a este aspecto, por lo que las alturas de los bloques de una sola labor estarían supeditado a la interpretación respectiva.

En el caso de cuerpos mineralizados irregulares, desarrollados en un solo nivel sin chimeneas ni sondajes, la altura del bloque estará en relación con la longitud del eje mayor. En caso de no definirse un eje mayor por la irregularidad del cuerpo, la altura será igual a la mitad de la raíz cuadrada del área del cuerpo en ese nivel. Para dos o más labores, considerando los niveles de desarrollo, más información de sondajes complementarios, etc., la altura de los bloques son mayores que en el caso de no haber sondaje, o puede formarse un solo bloque probado entre niveles.

b) Probable

Es aquella reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimados con un razonable nivel de confianza. Su estimación se basa en informaciones de exploración, muestreos y exámenes obtenidos mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores subterráneas y sondajes. Los tonelajes y leyes son estimados sobre la base de los resultados de las muestras que están más espaciadas que en el caso de reservas probadas o inapropiadamente

espaciadas como para confirmar la continuidad geológica y/o de ley, pero este espaciamiento es suficiente como para asumir dicha continuidad.

Asimismo, el grado de confianza y de certeza es lo suficientemente alto para asumir la continuidad, pero el riesgo de discontinuidad es mayor que el del mineral probado. Generalmente (no necesariamente) se delinea en la continuación del mineral probado, con una altura igual o menor que este mineral probado. algunas veces se delimitan, además de dimensionarse en la continuación de bloques probados, o debajo de afloramientos con muestras inapropiadamente pero suficientemente espaciadas, mediante sondajes complementarios, también sistemática y suficientemente espaciados, y en número suficiente, en cuyo caso la altura va a corresponder a la extensión que abarcan los sondajes.

Entonces, el tonelaje se estimará sobre la base de la información del mineral probado correspondiente o de los afloramientos respectivos, y la de los sondajes. La ley se estimará ponderadamente con estas informaciones. Cuando se tienen curvas de isovalores, estas definen los bloques probados, probables, inferidos y potenciales.

c) Medido

Aquella parte de un yacimiento mineral para la cual se puede estimar el tonelaje, el peso específico del mineral, la forma, las características físicas, y el contenido metálico con un significativo nivel de confianza.

d) Indicado

Es aquella parte de un yacimiento mineral, cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con un razonable nivel de confianza.

e) Inferido

Es aquella parte de un recurso mineral, cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con un bajo nivel de confianza.

Es estimado e inferido a partir de evidencias geológicas, y la continuidad geológica y la ley es asumida pero no verificada. Está basado en la información obtenida de afloramientos, trincheras, tajos, labores y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confianza inciertas.

2.2.2.3. Dilución

Es el tonelaje de material extraído por debajo de la ley de corte. Este tonelaje puede ser desmonte netamente o mineral de muy baja ley que no alcanza la ley de corte.

Es la reducción en ley por la cantidad de material por debajo de la ley mínima de corte, o estéril que se mezcla con el mineral económico. Es la operación de agregar estéril al mineral económico para bajar su ley.

2.2.2.4. Inventario de mineral

El inventario de minerales es la estimación cuantitativa de los tonelajes y leyes de un yacimiento de acuerdo con su valor, certeza y accesibilidad que incluye a los minerales de interés económico, como las reservas de minerales y recursos minerales, así como a otros que no lo tienen en el momento de la estimación.

Asimismo, tiene por objeto definir las reservas, recursos de un yacimiento, así como su distribución, a fin de planear su explotación o ampliar la escala de producción para un tiempo determinado cuando se trata de reservas minerales. La estimación de recursos minerales es importante porque con un estudio de factibilidad pueden convertirse en reservas y por lo tanto proceder a su explotación. Igualmente, la importancia radica en que las reservas y recursos minerales pueden garantizar, además de la vida operativa, un mayor financiamiento para una posible ampliación u optimización de la operación con la inversión en compra de equipos de mina o planta.

2.2.2.5. The JORC Code

Fija estándares mínimos para el reporte público de resultados de la exploración, así como recursos y reservas minerales en Australia y New Zelandia.

Entrega un sistema obligatorio de clasificación de estimados de tonelaje y ley de acuerdo con el conocimiento geológico y consideraciones técnico-económicas.

Requiere que los reportes públicos se basen en el trabajo desarrollado por una “persona competente”.

Entrega guías detalladas sobre los criterios que deben ser considerados al preparar informes de resultados de exploración, así como recursos y reservas minerales.

Se aplica a los reportes públicos, preparados para informar a los inversionistas o potenciales inversionistas y sus consejeros

Principios del Código JORC: (Results, E., Resources, M., & Reserves, O. 2013)

Transparencia. La información debe ser presentada claramente, sin ambigüedades.

Materialidad. Los reportes deben contener toda la información razonablemente requerida y esperada.

Competencia. Los reportes públicos deben estar basados en el trabajo realizado por una “persona competente”.

Es común que en los informes de exploración las compañías describan sus resultados en términos de tamaño y tipo del objetivo. Esa información debe ser expresada de tal modo que no pueda ser interpretada erróneamente como un estimado de Recursos o Reservas Minerales.

Los términos de recursos o reservas no pueden ser utilizados en este contexto. Cualquier información relacionada con la cantidad y ley potenciales del objetivo deben ser expresadas en rangos, y debe incluir una explicación detallada del fundamento de dicho estimado, y una frase que explicita que dichos rangos son conceptuales en su naturaleza, que no ha habido suficiente exploración para definir recursos minerales, y que no existe certeza de que la exploración adicional resultará en la determinación de recursos minerales.

2.2.2.6. NI-43-1014

Se ajusta a las definiciones de recursos y reservas minerales del CIM (Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum).

Se requiere que se sigan las guías de buenas prácticas de exploración del CIM.

Toda emisión de información científica y técnica debe basarse en información preparada por una “persona calificada”.

En ciertas circunstancias, se requiere que se emita y se archive un informe técnico preparado por una “persona calificada” como fundamentación para emitir información escrita.

En algunas circunstancias la “persona calificada” debe ser independiente del órgano emisor de la información.

Toda información escrita de naturaleza científica o técnica relacionada con proyectos mineros, debe:

Especificar si una “persona calificada” verificó los datos en que se basa dicha información, incluyendo el muestreo, los análisis y las pruebas.

Describir el programa de aseguramiento de la calidad y las medidas de control de calidad.

Describir la naturaleza y las limitaciones de la verificación.

Explicar cualquier deficiencia encontrada en la verificación.

(Instrumento Nacional 43-101 de canadian securities administrators).

2.3. Definición de términos básicos

Yacimiento mineral.

Parte de la corteza terrestre, en la cual, debido a procesos geológicos, ha habido una acumulación de materia prima mineral, la cual por sus características de cantidad, calidad y condiciones de depósito es redituable su explotación. (Dávila, 2011)

Reservas minerales

Es la parte de un yacimiento mineral, cuya explotación es posible o razonablemente justificable desde el punto de vista económico y legal al momento de su determinación. Para su estimación se considera haberse llevado a cabo evaluaciones apropiadas que podrían incluir estudios de factibilidad en los cuales se tiene en cuenta factores mineros, metalúrgicos, económicos, ambientales, de mercado, sociales y gubernamentales. En la estimación se incluye solamente mineral recuperable y diluido, expresado en tonelaje y leyes. Los términos económicamente minable implican que la extracción de las reservas minerales ha sido demostrada ser viable de inversión (Abanto y Torres, 2011).

Recursos Minerales

Un recurso mineral es una concentración u ocurrencia de material de interés económico intrínseco dentro o fuera de la corteza terrestre, que por la calidad y cantidad haya perspectivas razonables de una eventual explotación económica. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y de continuidad de un recurso mineral son conocidas, estimadas o interpretadas sobre la base de evidencias y conocimientos geológicos específicos. Los recursos minerales se subdividen en orden de confianza geológica decreciente en

categorías de medido, indicado e Inferido. Estas categorías solo indican la certeza. (Abanto y Torres, 2011).

Mineralización

Proceso de sustitución o adición de componentes minerales. || 2. Geol.
Conjunto de minerales susceptibles de ser o no explotados. (Dávila, 2011)

Muestreo

En las operaciones mineras el muestreo es un proceso técnico cuyo objetivo es conocer la riqueza de un yacimiento. Se le define al muestreo como el procedimiento que mediante técnicas establecidas para obtener una pequeña cantidad de mineral o minerales que están presentes en un depósito mineral, de tal manera que la pequeña cantidad de mineral representa del conjunto.

Igualmente, el yacimiento o depósito mineral debería estar representado totalmente por una pequeña cantidad, pero como los yacimientos minerales son irregulares y los contenidos metálicos varían en sus diferentes partes, una sola muestra de cualquier parte del depósito no tendrá la misma proporción de minerales de todo el yacimiento.

Como la naturaleza no ha distribuido los metales uniformemente, la muestra ideal no existe, por eso, hay que tomar varias muestras para buscar el equilibrio entre el número de muestras y la exactitud deseadas, por lo tanto, el muestreo es obtener cantidades de minerales y rocas uniformes a fin de que todas las partes del yacimiento mineral estén convenientemente representadas en el muestreo, la muestra debe ser representativa proporcional pura. (Alfaro,2002).

Geología económica

Es la ciencia que estudia los recursos naturales esencialmente minerales, que el hombre extrae de la tierra para cubrir sus necesidades y comodidades, teniendo en cuenta su rendimiento económico. (Dávila, 2011)

Mapeo

Término usado en geología económica. Se refiere a la evaluación de una ocurrencia o depósito mineral para su explotación. (Dávila, 2011)

Mapeo geológico

Es la representación cartográfica de la información de los afloramientos de las rocas, su edad, las estructuras geológicas, los yacimientos minerales, los yacimientos petrolíferos, es decir, contiene toda la información geológica del área que cubre el mapa. Los mapas geológicos se elaboran mediante una simbología definida en convenciones nacionales e internacionales utilizando líneas y rectas con características específicas y colores determinados de acuerdo con la simbología. (Echeveste,2017).

Litología

Es una descripción de las características físicas de una unidad de roca visible en el afloramiento, en muestras de mano o de núcleo o con microscopía de bajo aumento, tales como color, textura, tamaño de grano o composición. (Dávila, 2011)

Metalotecto

Todo tipo o rasgo geológico que influye en la formación de un depósito mineral, especialmente referido a la roca almacén y al proceso metalogénico.

Un metalotecto es una unidad geológica definida por la presencia de depósitos minerales metálicos de importancia económica. Estas unidades

geológicas se caracterizan por una combinación única de factores geológicos, tectónicos y magmáticos que favorecen la concentración y deposición de minerales metálicos.

Los metalotectos pueden ser definidos en diferentes escalas, desde regiones geográficas hasta depósitos individuales. (Dávila, 2011)

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Considerando los resultados de la evaluación geológica se puede determinar las reservas mineras de la unidad minera Huinac, en el distrito de Aija departamento de Ancash.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a. Las estructuras mineralizadas de la unidad minera Huinac en el distrito de Aija departamento de Ancash, presentan una continuidad y comportamiento geológico favorables tanto en profundidad como en extensión lateral, lo que sugiere la presencia de reservas minerales significativas y económicamente explotables.
- b. Es factible determinar la existencia de reservas mineras de la unidad minera Huinac, en el distrito de Aija departamento de Ancash.

2.5. Identificación de variables

Se analizarán las siguientes variables:

2.5.1. Variable independiente

Evaluación geológica

2.5.2. Variable dependiente

Estimación reservas minerales

2.5.3. Variable Interviniente

- Uso del software de diseño asistido por computadora (CAD)
- Condición geológica del área
- Muestreo geoquímico

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

En la siguiente tabla se detalla la operacional de variables e indicadores:

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable independiente : Evaluación geológica	Es la valoración de las estructuras geológicas, la litología, así como también indicios de prospectos y hallazgos de depósitos mineralizados.(INGEMMET, 2006)	Es obtener información geológica mediante de campañas de exploraciones geológicas, utilizando diferentes técnicas y se considera la campaña de muestreo	Características geológicas	Litología Mineralización Geología estructural	Plano de Mapeo geológico de las labores de exploración y explotación
Variable dependiente: Estimación de reservas minerales	Según Oyarzun (2011), indica que la estimación de reservas es una parte del recurso medido o indicado, económicamente extractivo, con el fin de obtener un volumen en cantidad, estimando leyes y tonelajes correspondientes,	Se obtiene mediante diferentes técnicas clásicas extrapolación de datos delimitando la veta.	Recurso mineral Reserva mineral	Area Volumen Tonelaje Porcentaje de leyes de mineral	Plano de bloques de cubicación Formato de cubicación Formato de muestreo

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El presente estudio se ajusta a una investigación aplicada y descriptiva a la vez. Es descriptiva porque se recoge a detalle la información geológica de las vetas que comprenden la unidad minera Huinac, determinando sus características visibles y comprobables. Asimismo, es aplicada por que se aplica a la solución de problemas específicos como el caso de calcular las reservas minerales del yacimiento.

3.2. Nivel de investigación

Dado objetivo de la tesis, el nivel de investigación más adecuado es aplicativo. Este nivel es apropiado porque el estudio aplica técnicas y metodologías específicas para evaluar geológicamente la mina y calcular sus reservas minerales, con un enfoque en la resolución de problemas prácticos y en la obtención de datos precisos y útiles para la explotación minera.

3.3. Métodos de investigación

El enfoque de investigación se ajusta al método analítico debido a que se distinguen los elementos de un fenómeno y examina de forma adecuada cada uno de ellos de forma separada.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación corresponde a un diseño descriptivo simple no experimental transversal, porque recoge información actualizado de un fenómeno carente de tratamiento, y en un solo tiempo para luego ser analizado e interpretado. Se considera el siguiente diseño:

M \longrightarrow O

Donde:

M: muestra donde se realiza el estudio

O: Información recogida

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está constituida por la concesión de la unidad minera Huinac con sus diferentes vetas labores y niveles.

3.5.2. Muestra

Las muestras geoquímicas los constituyen las vetas en diferentes niveles, las cuales fueron obtenidos de la siguiente manera: 801 muestras veta Don Raúl, 708 muestras veta Amapola, 419 muestras veta Esperanza, 1754 muestras veta Pierina, 738 muestras veta Cairá, 131 muestras veta Papa Francisco y 702 muestras de veta Madrugada. Asimismo, para la toma de muestra se empleó el método No probabilístico.

3.6. Técnicas e instrumento recolección de datos

En la presente investigación se utilizó las siguientes técnicas

Revisión documental

Se fundamenta en la identificación de investigaciones anteriores relacionados al tipo de yacimiento, elaborando las bases teóricas para luego ser discutidas.

Observación de Campo

Consiste en una observación detallada y directa de las características geológicas de la veta tanto superficie como en las labores subterráneas.

- Técnica del mapeo geológico superficial y subterráneo.
- Técnica de logeo geológico de sondajes diamantinos.
- Técnica de muestreo de las labores de exploración y sondajes diamantinos.

Los instrumentos utilizados fueron:

- Plano geológico regional.
- Plano de mapeo geológico por niveles.
- Hojas de muestreo.
- Formato de estimación de recursos y reservas.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se llevará a cabo utilizando el ordenador para el análisis e interpretación de datos geológicos, estableciendo un método apropiado de cubicación. A continuación, se detallan algunos de los procedimientos manuales normalizados.

Mapeo geológico

El cual identifica y describe las unidades litológicas, estructuras geológicas y características mineralógicas en el área de estudio.

Procedimientos manuales normalizados:

- Recolección de datos de campo con brújula geológica y GPS.
- Uso de cuadrículas topográficas para el mapeo en escala apropiada (1:10000 o 1:25000)
- Toma de muestras de rocas para análisis petrográfico y mineralógico.

Muestreo geológico

Las muestras son representativas del mineral para análisis de ley y caracterización geológica.

Procedimientos manuales normalizados:

- Métodos de muestreo de canales sistemáticos o muestro de trincheras.
- Homogeneización de muestras y etiquetado adecuado.
- Conservación de muestras en condiciones óptimas para análisis posterior en laboratorio.

Análisis geoquímicos y mineralógicos

Determina la composición química de las muestras y su contenido metálico.

Procedimientos manuales normalizados:

- Ensayos químicos en laboratorios (usualmente mediante técnicas como absorción atómica o ICP).
- Realización de duplicados de muestras para asegurar la repetitividad de los resultados.

Cálculo de recursos y reservas

Determina el volumen y calidad de las reservas minerales dentro del depósito.

Procedimientos manuales normalizados:

- Método geométrico o clásico para el caso de las estructuras mineralizadas tipo veta
- Aplicación de factores de recuperación, dilución y otros parámetros técnicos y económicos.

3.8. Tratamiento estadístico

Los análisis e interpretación de datos fue realizado en gabinete y en función al avance de la investigación, utilizando la data obtenida en campo con base en evidencias geológicas y resultados de laboratorio de análisis geoquímico de muestras de roca y minerales que serán procesadas, haciendo uso de programas computarizados como hoja de cálculo Excel, en el cual se utiliza parámetros de la estadística descriptiva para realizar gráficos estadísticos y el software AutoCAD para la determinación de las reservas geológicas basados en el código australiano.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La orientación ética en la investigación se fundamentará en la honestidad y la validez científica. Se demostrará con honestidad que toda la información recolectada es auténtica y la validez científica indica que el desarrollo de la investigación se llevara a cabo siguiendo el estricto procedimiento de una investigación metodológica e interpretativa.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Los diversos métodos que se examinaron en el desarrollo de la investigación se detallan a continuación:

Reconocimiento del campo con una inspección inicial tanto en superficie como en interior mina para identificar las unidades geológicas, las estructuras geológicas, zonas mineralizadas, alteraciones hidrotermales y guías geológicas. Seguidamente se realizó el mapeo geológico detallado para comprender la distribución espacial de las unidades litológicas y sus características. A continuación, se realizó el muestreo representativo de las zonas mineralizadas para luego ser enviadas al laboratorio para su análisis. Seguidamente se estimó las reservas basado en los datos recolectados durante el trabajo de campo y el análisis de laboratorio, aplicándose los métodos clásicos, considerando la calidad y cantidad de mineralización encontrada.

En el gabinete se procesó y analizó los resultados obtenidos en campo, pasando por la etapa previa de validación de resultados, así como los planos geológicos, las secciones longitudinales de las vetas y el cálculo de reservas.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

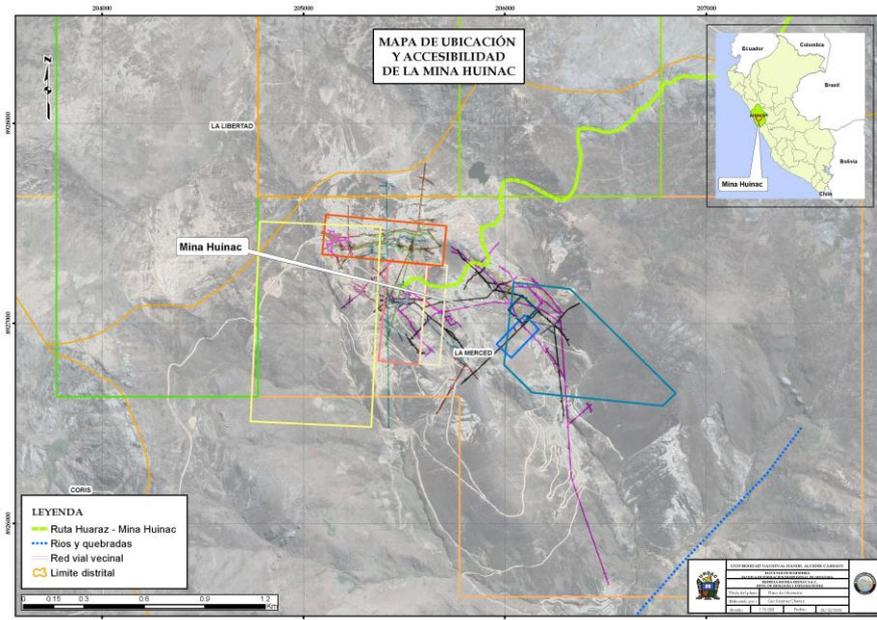
4.2.1. Continuidad y el comportamiento geológico en profundidad y en extensión lateral de las estructuras mineralizadas

4.2.1.1. Ubicación y accesibilidad.

La empresa minera Huinac, se ubica en el distrito de La Merced, provincia de Aija, departamento de Ancash, a unos 25 kilómetros al suroeste de la ciudad de Huaraz. Las labores de trabajo, así como los campamentos y oficinas, se encuentran entre los 3,800 y 4,300 metros sobre el nivel del mar. La empresa minera Huinac. Posee 12 concesiones mineras en la zona donde se desarrolla la actividad minera, la cuales se muestran a continuación:

Figura 1

Plano de ubicación de la empresa minera Huinac.



Fuente. Elaboración propia.

El acceso se realiza desde ciudad de Lima por la Panamericana norte, hasta Pativilca (200 km) continuando por la carretera asfaltada Pativilca hasta Huaraz (205 km), donde están las oficinas de la empresa. Luego se continua a la mina, el acceso es por la carretera asfaltada Huaraz – Casma (14A) hasta la zona denominada Punta Callán, para posteriormente tomar un camino de trocha hacia las instalaciones de la mina, haciendo un total de 62 km de recorrido vial desde la ciudad de Huaraz y desde Lima un total de 467 km hasta la mina.

Tabla 2

Ruta de accesibilidad de Lima a la mina

RUTA	Km	Tipo de Carretera	Horas
Lima - Pativilca	200	Asfaltada	3.0
Pativilca - Huaraz	205	Asfaltada	4.0
Huaraz - Punta Callán	33	Asfaltada	1.0
Punta Callán - Mina Huinac	29	Trocha	1.0
TOTAL	467		9.0

Nota. Elaboración propia

a. Relieve y drenaje

La mina Huinac se encuentra a una altitud promedio de 4,000 m.s.n.m. La topografía del área es abrupto, pronunciada y escarpada (cerros Huinac, Mata Mataballo punta, Huinapunta, Canchon, Macshay, Loncojirca, etc.) cuyas cotas sobrepasan los 4,000 m.s.n.m. Todo este conjunto geomorfológico conforma las laderas cordilleranas, sobre ella se ubican varias lagunas que conforman la principal fuente de suministro de recursos hídricos (laguna Condorcocha, Macshay, Huacras, Yanco, etc.) El drenaje es dendrítico, en la zona discurren las quebradas de Tinto, Huinac,

Montecristo, Joncoruri, Carpa Pampa, Putupaqui, Macshay, etc. las cuales conforman parte la cuenca hidrográfica del río Huarmey.

b. Clima y Vegetación

El clima es de tipo lluvioso, frío; las temperaturas máximas varían de 9°C a 19°C y temperaturas mínimas de -3°C a 3°C. Se caracteriza por ser una estación seca entre mayo y noviembre, lluvioso de diciembre a abril. La vegetación es propia de la región Puna, es pobre debido al frío inclemente, las principales especies vegetales son las siguientes: Puya Raimondi, el Ichu, pajonal, Huagoro, etc.

4.2.1.2. Marco geológico

a. Geología regional.

El depósito de la minera Huinac se encuentra ubicada en el flanco occidental de la cordillera negra, regionalmente los alrededores de la mina están constituidos principalmente por extensos y gruesos depósitos volcánicos, volcanoclásticos denominados como grupo Calipuy inferior y superior depositados desde el Eoceno superior al Mioceno inferior. Tenemos también afloramientos de formaciones pertenecientes al grupo Goyllarisquizga depositados desde el Valanginiano hasta el Aptiano. Los principales eventos estructurales en la región han sido la compresión y plegamiento del basamento sedimentario, seguido por la erupción del volcánico Calipuy el cual se presenta en 4 centros volcánicos en la zona de estudio.

Facies Sedimentarias

Formación Chicama. La litología de la formación es un poco variable, se encuentran presentes estratos de arenisca oscura, las cuales pueden alcanzar más de 600 m de grosor. Esta arenisca tiene un fuerte parecido a la Formación Chimú suprayacente, sin embargo, la litología dominante son las pizarras negras comúnmente piritosas. En ciertos horizontes son abundantes los ammonites y los fragmentos de plantas; también abundan localmente en las pizarras, particularmente cerca de los horizontes de arenisca. WILSON (1967) reportó en esta formación los ammonites *Perisphinctes*, *Berriasella* y *Aspidoceras* los que indican una edad titoneana.

Grupo Goyllarisquizga. Es un conjunto de formaciones que se encuentran distribuido a manera de una franja de orientación similar a la Cordillera de los Andes se divide de la siguiente manera:

Formación Chimú. La formación Chimú consiste principalmente de estratos comunes de areniscas blancas y macizas en capas de 1 a 3 m de espesor y en total la secuencia completa de la unidad puede variar entre 600 m a 100 m. esta formación destaca por su morfología conspicua y coloración blanquecina a blanco rojiza que, en conjunto, se observa algo rojiza clara, destacando las capas de areniscas resistentes a la erosión. Su contacto es concordante sobre la formación Oyón (Chicama) e infrayace a la formación Santa en

contacto similar al anterior. La formación Chimú no contiene fósiles marinos confiables, pero sobreyace a la formación Oyón del Neocomiano e infrayace a las calizas Santa de edad Valanginiano superior. De acuerdo a ello se considera que la formación Chimú es de edad Valanginiano inferior a medio.

Formación Santa. Consiste de calizas de color azul grisáceo con meteorización característica de corteza azulina. Sus estratos tienen grosores de 10 cm a 1 m; puede presentar concreciones de Chert de color gris oscuro a blanco. No es una unidad fosilífera, pero contiene fragmentos de conchas. Su grosor es regularmente constante de 100 a 150 m. Constituye un horizonte marcador útil que se encuentra entre las areniscas Chimú y las lutitas Carhuaz. Los fósiles de las calizas Santa no son estratigráficamente característicos, de acuerdo a WILSON (1967).

Formación Carhuaz. La formación yace concordantemente sobre la formación Santa y es seguida en igual relación por la formación Farrat. Consiste principalmente de limoarcillitas, aunque pueden estar presentes capas de arenisca cuarcífera en la parte central de la unidad. Las limoarcillitas son principalmente de color gris a gris-verde y pueden encontrarse, además, delgadas capas de yeso en la parte inferior de la formación. En base al contenido fosilífero

que se ha encontrado, la familia Carhuaz es considerada de edad Hauteriviana - Barremiano.

Formación Farrat. Las areniscas de la formación Farrat constituyen la unidad más discreta del Grupo Goyllarisquizga, cuyo grosor es mínimo; sin embargo, su peculiaridad litológica hace posible individualizarla como la unidad superior que consiste de cerca de 20 m de arenisca blanca de grano medio que yace directamente sobre la Fm. Carhuaz. La formación Farrat no presenta fósiles, sin embargo, de acuerdo a su posición estratigráfica ya que infrayace a la formación Pariahuanca del Albiano inferior y por otra parte, sobreyace a la formación Carhuaz del Barremiano, se le considera depositada durante el Aptiano.

Facies Volcánicas

Los sedimentos están cubiertos por material volcánico del grupo Calipuy depositados desde el Eoceno superior al Mioceno inferior, La distribución espacial de las estructuras volcánicas (calderas, estratovolcanes y domos) del Grupo Calipuy están controlados por la combinación de sistemas de fallas regionales con rumbo de NO –SE. Dentro del grupo Calipuy se encuentra el volcánico Llama que está conformada por bancos gruesos de brechas piroclásticas andesíticas, gris violáceas a moradas, intercaladas con niveles de tobas ácidas y ocasionalmente conglomerados volcánicos.

La unidad minera Huinac está relacionada según su ubicación con cuatro complejos volcánicos.

Complejo volcánico Huinoc – Alto Ruri

Está compuesto por dos volcanes superpuestos y erosionados, edificados por siete eventos eruptivos. El centro volcánico Huinoc es el más antiguo y comprende los cuatro primeros eventos.

1. Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas gris blanquecinas, porfirítico.
2. Secuencias de flujos de lava andesítica, gris oscura a negra.
3. Depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris claro verdoso, porfirítico, con pómez fibrosas.
4. Depósitos tabulares de flujos de lava andesítica, gris pardusca, porfirítico; cubierto por intercalaciones de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas rico en cristales, gris verdoso, porfirítico.

El centro volcánico Alto Ruri cubre parcialmente al volcán Huinoc, comprende tres eventos:

1. Depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, rico en cristales, gris verdoso, porfirítico, con pómez densas y algunas fibrosas.
2. Depósitos de flujos de lava andesítica, gris azulina, afanítica.

3. Depósitos de flujos de lava andesítica, gris negruzca, porfirítico; cubiertos por flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris claro verdoso, ricos en fragmentos líticos afaníticos.

Los depósitos del centro volcánico Huinoc sobreyacen a los últimos eventos eruptivos del volcán Pupanday e infrayace a los eventos eruptivos del volcán Huarancayoc. Así mismo, los depósitos que conforman la base del volcán Alto Ruri están intruidos por un domo dacíticos que reporta una edad K/Ar de 18.1 ± 1.2 Ma en biotita. De esta manera se le asigna una edad del Oligoceno superior (Huinoc) al Mioceno inferior (Alto Ruri).

Centro volcánico Pupanday

Está constituido por cinco eventos eruptivos.

1. Depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, dacíticos, gris verdosos; cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas rico en cristales, gris parduscos, porfiríticos.
2. Depósitos de flujos de lava andesítica, gris oscura, porfirítica; sobre estas lavas yacen los depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris blanquecinos a verduscos, porfiríticos, con fragmentos líticos lávicos de textura afanítica.
3. Depósitos de flujos de lava andesítica, gris oscura a violácea; cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos

de bloques y cenizas, gris violáceos a verdosos, porfiríticos y monomícticos.

4. Depósitos de flujos de lava andesítica, gris azulina, porfirítica; seguido de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas rico en cristales, gris blanquecino, porfiríticos; y depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris violáceo, porfiríticos, monomícticos.
5. El último evento consiste en depósitos de flujos de lava andesítica, gris azulino, afíricos a porfiríticos; seguido de una secuencia de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas rico en cristales, gris blanquecino, porfiríticos.

Los depósitos del centro volcánico Pupanday sobreyacen en discordancia angular a las rocas de los grupos Chicama y Casma, e infrayacen a las secuencias del Complejo Volcánico Huinoc-Alto Ruri.

Centro volcánico Pucajirca

Está conformado por tres eventos eruptivos.

1. A la base yacen depósitos de flujos de lava andesítica, gris azulino, afanítica; hacia el tope intercalaciones de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas ricos en fragmentos líticos y flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris violáceo, afírica, contienen fragmentos líticos monomícticos.

2. Depósitos de flujos de lava andesítica, gris oscuros, cubiertos por alternancias de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, afírica; flujos piroclásticos de pómez y cenizas, rico en cristales, y flujos piroclásticos de bloques y cenizas, gris claros violáceos.
3. En la base yacen depósitos de lahares cubiertos por depósitos de flujos de lava andesítica, afanítica y por alternancias de depósitos de flujos piroclásticos de pómez y cenizas, gris verdosos, afírica. Por su posición estratigráfica se le atribuye un rango de edad del Eoceno superior – Oligoceno inferior.

Centro volcánico Huarancayoc

Está constituido por cuatro eventos eruptivos:

1. Depósitos de flujos de lava andesítica, cubiertos por intercalaciones de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, flujos de cenizas rico en fragmentos líticos y hacia el tope flujos piroclásticos de bloques y cenizas.
2. Depósitos de flujos de lava andesítica, cubiertos por intercalaciones de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, ricos en cristales y flujos de bloques y cenizas.
3. Depósitos de flujos de lava, cubiertos por depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, flujos piroclásticos de pómez y cenizas ricos en cristales, y finalmente depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas.

4. Intercalación de flujos de lava y flujos piroclásticos de pómez y cenizas, rico en cristales.

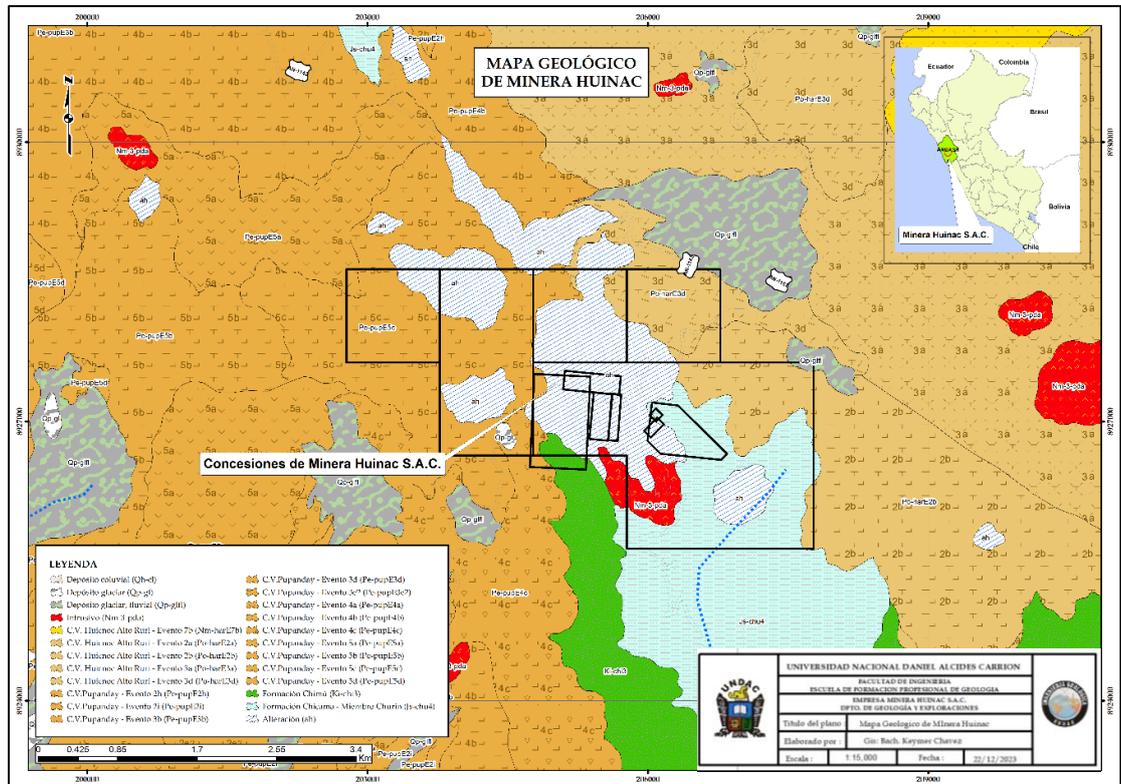
Los depósitos de este centro sobreyacen a los últimos eventos eruptivos del centro volcánico Pucajirca y son coetáneos con los depósitos del centro volcánico Alto Ruri.

El tercer evento eruptivo reporta una edad K/Ar de 14.0 ± 0.5 Ma en muscovita. Por lo tanto, se le puede asignar una edad correspondiente al Mioceno inferior

El contenido de los minerales no ha variado entre los diferentes centros volcánicos ni en el transcurso de la evolución volcanológica. Sin embargo, en la mayoría de los centros volcánicos, muchos cristales de plagioclasas muestran zonaciones que podrían estar ligadas a variaciones físico-químicas ocurridas durante su crecimiento en la cámara magmática, que influyen en el tipo de actividad de un centro volcánico.

Figura 2

Mapa geológico regional de los alrededores de la mina Huinac



Fuente. Elaboración propia.

b. Geología local

Localmente en el área de estudio afloran rocas sedimentarias, rocas ígneas intrusivas y rocas volcánicas, las cuales son descritas a continuación.

Formación Santa. Esta formación es una secuencia marina compuesta por lutitas y calizas intercaladas. En la zona de estudio la formación Santa se compone de una serie estratificada de lutitas negras a gris oscura y calizas negruzcas, que gradan hacia calizas margosas de color gris verdoso en algunas zonas, como se puede observar de la entrada del nivel 4 hasta unos 500 m. La formación Santa tiene interés económico por cuanto en sus niveles calcáreos

se tiene la presencia de zonas mineralizadas de plomo, plata y zinc.

Calizas Bituminosas. Se encuentran al sur del área de estudio, pertenecen a la formación Santa y se encuentran infrayaciendo a la formación Carhuaz. Presentan un color negro oscuro por la presencia de bitumen y pirita diseminada por la alteración regional existente.

Formación Carhuaz. Litológicamente esta formación está constituida por una secuencia de lutitas grises y marrones, se presentan ocasionalmente capas delgadas con calizas negras de grano fino.

Lutitas Bituminosa. Se encuentran presentes al sur del área de estudio, con colores gris y marrón, con esporádicas intercalaciones de calizas. Pertenecen a la formación Carhuaz y se encuentran formando un anticlinal erosionado, cuyo eje tiene rumbo NW-SE y pasa por el medio del área de estudio. Se encuentran metamorfisada en algunas zonas, con pirita diseminada, además de estar fuertemente fracturadas a causa del tectonismo.

Figura 3

Fotografía de lutitas negras de la formación Carhuaz



Fuente. Elaboración propia.

Figura 4

Fotografía de lutitas negras en interior mina



Fuente. Elaboración propia.

Pizarras Blanquecinas. El contacto de las lutitas pertenecientes a la formación Carhuaz, con los intrusivos presentes en el área de estudio, ha generado una pizarra

metamórfica blanquecina, con abundante pirita diseminada y venilleo entrecruzado de pirita y carbonatos. Es la roca caja de muchas de las vetas presentes en el área de estudio, siendo mayor su metamorfismo cerca de las mismas.

Figura 5

Fotografía de pizarras blanquecinas de las formaciones Carhuaz



Fuente. Elaboración propia.

Grupo Calipuy

En la zona de estudio el grupo Calipuy se expresa a través del complejo volcánico Huinoc – Alto Ruri. Está compuesto por dos volcanes superpuestos y erosionados.

Andesitas Porfiríticas. Las andesitas porfiríticas y microporfiríticas pertenecientes a la formación Calipuy, se encuentran presentes en el área de estudio, sobreyaciendo a las lutitas de la formación Carhuaz. Su coloración es entre verdosa y violácea, siendo su pseudo estratificación concordante con los flancos del anticlinal que atraviesa el área.

Figura 6

Fotografía de andesita porfiritica gris violáceo



Fuente. Elaboración propia.

Aglomerados volcánicos. Hacia el este del área de estudio, se encuentran aflorando aglomerados volcánicos, tanto de cuarzo con arenisca y carbonatos, así como un aglomerado formado por fragmentos angulosos de andesita.

Figura 7

Fotografía de aglomerados volcánicos



Fuente. Elaboración propia.

Brechas Piroclásticas. Es la roca caja de la mineralización, son clastos angulosos de lutita negra piritizada, con tamaños

que verían desde centímetros a varios metros, en una matriz arcillosa desagregada. En la brecha también se encuentran bloques de roca argilizada, donde aún se pueden observar relictos de fenocristales de plagioclasas. En base a las observaciones de campo, se ha propuesto que la brecha piroclástica es un flujo piroclástico de bloques y cenizas, asociado a los domos andesíticos presentes en el área, siendo las cenizas alteradas por los flujos hidrotermales a arcillas. Por el tamaño de los bloques, la roca caja se le asignado la denominación de brecha piroclástica.

Figura 8

Fotografía de brecha piroclástica.



Fuente. Elaboración propia.

Depósitos Cuaternarios:

Los depósitos cuaternarios en la zona son muy escasos debido a que son erosionados constantemente por las lluvias, cuya potencia varía de 1 a 2 m en forma muy restringida, estos depósitos son remanentes de los depósitos coluviales y aluviales que se encuentran en toda la zona.

Tabla 3
Columna estratigráfica

COLUMNA ESTRATIGRAFICA											
M.A.	EON	ERA	SISTEMA	EPOCA	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	SIMBOLOGIA			ROCAS INTRUSIVAS		
0.0118	FANEROZOICO	CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	Depósitos eólicos, fluviales, coluviales, aluviales	Q-e	Q-ti	Q-co	Q-al	Nm-pc Póf. Cuarzifero Po-di Diorita Po-gd Granodiorita Pe-da Dacita Pe-an Andesitas Pe-di/to Diorita/Tonalita	
1.8				Pleistoceno	Depósitos fluvioglaciares, glaciares, lagunares	Q-tg	Q-gl				
5.332			Neógeno	Mioceno	Grupo Calipuy	Volcánico Huarangayoc	Nm-vh				
						Volcánico Huinoc-Alto Ruri	Nm-H-ar				
Paleógeno			Oligoceno	Volcánico Pucajirca		Po-vp					
			Eoceno	Volcánico Llama		Pe-vll					
33.9+/- 0.1 55.8+/- 0.2 66.5+/- 0.3		MESOZOICO	Cretáceo	Inferior	Grupo Goyllarisquizga	Volcánico Pupanday	Ki-vp	Ki-g	P-ca		
						Formación Farrat	Ki-f				
						Formación Carhuaz	Ki-ca				
						Formación Santa	Ki-Sa				
							Formación Chimú	Ki-chim			
145.5+/- 4											
161.2+/- 4					Jurásico	Superior	Formación Chicama	Js-chic			

Fuente. Muestra la relación cronoestratigráfica de las unidades geológicas del área de estudio. Datos tomados del departamento de geología minera Huinac (2022)

c. **Geología Económica**

Origen y tipo de Yacimiento:

El yacimiento Huinac corresponde a un yacimiento epitermal de estilo cordillerano, donde las soluciones de origen magmático-hidrotermal, se emplazaron en las cavidades pre – existentes en rocas sedimentarias e intrusivas hipabisales. La mineralización es de origen epigenético a partir de fluidos hidrotermales con alto contenido de plomo, plata, zinc, cobre, etc. con temperaturas que varían desde 100° C hasta 320° C. La mineralización ocurrió dentro de 1 a 2 km de profundidad desde la superficie terrestre.

En compañía minera Huinac, se han cartografiado siete vetas en diferentes niveles (3, 4, 4.1), con afloramientos, en algunos casos proyectados, de varios kilómetros de longitud. La mineralización se desarrolla generalmente en estructuras bien definidas (Veta Amapola, Don Raul, Caira, Esperanza, Madrugada, Papa Francisco, Pierina,).

Mineralización

La mineralización en el yacimiento es polimetálica, principalmente sulfuros, habiendo identificado pirita, galena argentífera, esfalerita y tetraedrita. emplazados dentro las calizas, lutitas y areniscas de las formaciones pertenecientes al grupo Goyllarisquizga.

Las vetas son sub paralelas, separadas entre sí por longitudes de 40 a 50 metros aproximadamente. La mineralización económica se presenta en forma de clavos mineralizados irregulares en longitud y potencia, debiendo suceder lo mismo en profundidad; Estas estructuras están separados entre sí por zonas de adelgazamiento y/o empobrecimiento económico de la veta formando el típico yacimiento en rosario. que es característico de los depósitos epitermales de estilo cordillerano.

Las vetas actualmente en explotación se caracterizan por altos valores de Ag, Zn, Pb y valores económicos de Cu, habiéndose identificado calcita y rodocrosita, rodonita, galena, esfalerita y pirita, la tetraedrita no se aprecia a simple vista. Por el momento se han reconocido 4 estructuras mineralizadas de rumbo preferencial N 35° - 45°W con buzamientos de 70° - 85° NE todos ellos con mineralización similar.

Las texturas de las vetas son bandeadas, coloforme, botroidal, masivas, brechada y en algunos tramos se observan texturas lamelares asociada a los carbonatos. Al SE del área de estudio, se encuentran las vetas polimetálicas actualmente en explotación, son del tipo rosario y se caracterizan por altos valores de Ag, Zn, Pb y valores económicos de Cu.

Mineralogía

La mineralogía de la mina está compuesta por:

Tabla 4

Minerales de la mina

TIPOS DE CLASIFICACIÓN	MINERAL	FÓRMULA
MINERALES DE MENA	Esfalerita	ZnS
	Galena	Pbs
	Galena Argentífera	PbAgS
	Tetraedrita	(Cu,Fe)12As4S13
	Jamesonita	Pb4FeSb6S14
	Proustita	Ag3AsS3
	Pirargirita	Ag3SbS3
	Calcopirita	CuFeS
	Cuarzo	SiO2
	Pirita	FeS2
MINERALES DE GANGA	Calcita	CaCO3
	Rodocrosita	MnCO3
	Arsenopirita	AsFeS
	Malaquita	Cu2CO3(OH)2
	Rodonita	MnSiO3
	Pirrotita	Fe(1-x)S

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Alteración

La alteración hidrotermal influye directamente en las cajas de la mineralización, las principales alteraciones que se presentan son conocidos como la Silicificación, Caolinización y Argilización, los mencionados son variables según las características de la roca, así las rocas sedimentarias presentan mayor Silicificación y Piritización, pero las rocas de origen volcánico presentan mayor Caolinización, Piritización y Silicificación. Por ejemplo, la alteración argílica encontramos en la veta Caira, veta Don Raúl, veta Esperanza; la silicificación en la veta Pierina. Muchas de las alteraciones son producto de las soluciones hidrotermales

con temperaturas altas que entran en contacto con las paredes rocosas dando lugar a cambios físico-químicos, es necesario recalcar que la alteración y la mineralización de la veta no son fenómenos diferentes, son parte del proceso general y más aún ambos se complementan. Los minerales que se forman en un ambiente hidrotermal son el resultado de la precipitación de soluciones acuosas calientes.

La alteración hidrotermal es fuerte, debido a la cercanía de las 4 estructuras mineralizadas que han formado lazos sigmoides, además por la permeabilidad de las rocas que han facilitado la alteración. En esta zona se observa la alteración cuarzo - sericita que ocurre en un rango de pH 5 a 6 a temperaturas sobre los 250° C, en estas áreas se emplazan las principales estructuras mineralizadas, alcanzando valores muy importantes y económicos de plata, zinc, plomo, cobre, oro.

d. Geología Estructural

El área de estudio es atravesada por un anticlinal erosionado, con rumbo NW, se pueden observar los flancos claramente definidos a ambos lados de las quebradas. El yacimiento es principalmente explotado por vetas polimetálicas, las cuales son rellenos de fallas pre-existentes, se pueden reconocer 3 sistemas de estructuras principales:

NW-SE - NE-SW - ENE-WSW

Las fallas y fracturas de tensión y cizalla son las estructuras que han sido favorables para la circulación, deposición y receptáculo de los fluidos hidrotermales mineralizantes. Diques de composición dacítica - andesítica de color gris verdosos, con textura afanítica, en algunos casos se comporta como rocas encajonantes, estos diques tendrían una estrecha relación con la deposición de los fluidos hidrotermales mineralizantes.

En el área de estudio se observa la presencia de estructuras geológicas como son los pliegues, las fallas y las diaclasas.

Pliegues. Las rocas sedimentarias en el área de estudio se presentan plegadas, debido a la acción de las fuerzas tectónicas, donde se observa la presencia de un anticlinal en el cruce 695 N del nivel 4 un tanto disturbado por la presencia de fallas, algunas de alcance regional y por el intrusivo que ha intruido a las rocas sedimentarias, produciendo en forma combinada el fracturamiento de las mismas. El eje del anticlinal tiene un rumbo aproximado N 30° W y el buzamiento de los flancos tienen una inclinación de 65° NE y 60° al SW.

Diaclasas. Las Diaclasas son estructuras geológicas que dividen a las rocas tanto ígneas, . Estas juntas o fracturas se han identificado en el área de estudio afectando a las rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas.

Fallas. Otro de los rasgos estructurales locales es la presencia de fallas pre y post minerales ya que las estructuras mineralizadas se han emplazado en éstas, cuyo rumbo promedio van de N 25° a 60° W, con un buzamiento de 60° a 80° NE o SW, las rocas sedimentarias que se encuentran como rocas encajonantes, han sufrido un proceso de metamorfismo de distintos grados y una alteración hidrotermal como es la piritización y la silicificación, haciendo que esta parte del macizo rocoso sea mucho más estable.

También se ha notado la presencia de fallas pequeñas como de grandes fallas que vienen a ser el resultado de los esfuerzos tectónicos tensionales y compresionales que actuaron en el área, así tenemos la falla que está emplazada en la quebrada Montecristo que tiene un rumbo promedio de N 20° W y un buzamiento de 80° a 85° NE, la falla Huinac que tiene un rumbo de N 30° W y un buzamiento casi vertical, emplazada en la quebrada Huinac, la falla Macchay la que tiene un rumbo de N 35° E y un buzamiento casi vertical emplazada en la quebrada Macchay y otras cuyo rumbo promedio es de N 60° W y buzamiento de 50° SW o NE. La presencia de fallas de diferentes rumbos y buzamientos han traído como consecuencia, que el macizo rocoso sea afectado, especialmente las rocas sedimentarias por tener una edad mucho mayor (cretáceo

inferior), que las rocas ígneas (cretáceo superior – terciario inferior).

4.2.1.3. Características de las estructuras mineralizadas de la unidad minera Huinac

Veta Amapola

Esta estructura mineralizada ha sido reconocida en interior mina en una longitud de 470 metros tanto en el nivel 3, nivel 4 y nivel 8; y está emplazada en una falla pre - mineral, su rumbo promedio es de N 35° a 40° W, con buzamiento de 65° a 78° NE, su potencia promedio es de 0.15 centímetros hasta 1.20 metros con mineralización económica de galena, galena argentífera, esfalerita y freibergita, como minerales de ganga tenemos fundamentalmente a la calcita, rodocrosita, estibina y pirita Dicha estructura mineralizada también presenta un comportamiento estructural de forma lenticular (rosario), tanto en sentido vertical como horizontal.

Veta Caira

La veta Caira ha sido reconocida en una longitud de 250 metros, en interior mina nivel 4 y nivel 4.1, la mineralización económica que presenta son sulfuros de galena argentífera, freibergita y esfalerita y como minerales de ganga se tiene a la pirita, calcita y rodocrosita. El rumbo promedio que presenta es de N 60° a 70° W y un buzamiento de 70° a 80° NE, su potencia varía desde 0.10 hasta 0.60 centímetros, tiene un comportamiento de forma lenticular (rosario) tanto en sentido vertical como horizontal. Esta estructura

mineralizada también ha sido formada en una falla pre-mineral. Es una estructura tensional de la Veta Madrugada.

Veta Don Raúl

La veta don Raúl emplaza en una falla pre-mineral ha sido reconocida en una longitud de 320 metros, en interior mina en el nivel 4 y nivel 8. Con un promedio de ancho de veta de 0.10 m a 0.30 m. tiene un comportamiento de forma lenticular(rosario) tanto en sentido horizontal y vertical. Estructuralmente presenta un rumbo N 32 ° W, con buzamiento de 68° NE a 76° NE. La mineralización económica que presenta son sulfuros de plomo (galena), freibergita y esfalerita y como minerales de ganga se tiene a la pirita, calcita, rejalgar.

Veta Esperanza

La veta esperanza ha sido reconocida en interior mina en una longitud de 195 metros de longitud, en interior mina tanto en el nivel 4, nivel 3 su potencia promedio va desde 0.10 centímetros hasta 0.52 metros, siendo su comportamiento de forma lenticular (rosario) tanto en sentido horizontal y vertical. Estructuralmente presenta un rumbo de S 58° W con un quiebre que pasa tener un rumbo con un buzamiento de 68° a 76° NE. La mineralización económica, es de galena, galena argentífera, esfalerita y poca calcopirita y como minerales de ganga tenemos a la calcita, rodocrosita, pirita. Es una estructura tensional de la Veta Amapola.

Veta Madrugada

La veta Madrugada está emplazada en una falla pre-mineral, ha sido reconocida en interior mina en una longitud de 350 metros de longitud, su potencia promedio va desde 0.10 centímetros hasta 1.20 metros, siendo su comportamiento de forma lenticular (rosario) tanto en sentido horizontal y vertical. Estructuralmente presenta un rumbo de N 47° W con un quiebre que pasa tener un rumbo de N75°W, con un buzamiento de 66° a 75° NE. La mineralización económica, es de galena, galena argentífera, freibergita, esfalerita y poca calcopirita y como minerales de ganga tenemos a la calcita, rodocrosita, pirita y rejalgá. Presenta un zoneamiento de plomo – zinc al inicio, en la parte central es de cobre – plata y nuevamente plomo zinc.

Veta Papa Francisco

La veta Papa Francisco está emplazada en una falla pre-mineral, ha sido reconocida en interior mina en una longitud de 350 metros de longitud, su potencia promedio va desde 0.10 centímetros hasta 0.47 metros, siendo su comportamiento de forma lenticular (rosario) tanto en sentido horizontal y vertical. Estructuralmente presenta un rumbo de N 85° W con un buzamiento sub paralelo de 85° NE. La mineralización económica, es de galena, esfalerita y poca calcopirita y como minerales de ganga tenemos a la calcita, rodocrosita, pirita. Es un simoide de la veta esperanza.

Veta Pierina

Esta estructura mineralizada ha sido reconocida en interior mina en una longitud de 320 metros tanto en el nivel 3, nivel 4 y nivel 4.1; y está

emplazada en una falla pre - mineral, su rumbo promedio es de N 35° a 40° W, con buzamiento de 65° a 75 NE, su potencia promedio es de 0.10 centímetros hasta 2.50 metros con mineralización económica de galena, galena argentífera, esfalerita y freibergita, como minerales de ganga tenemos fundamentalmente a la calcita, rodocrosita y pirita, Dicha estructura mineralizada también presenta un comportamiento estructural de forma lenticular (rosario), tanto en sentido vertical como horizontal, presenta un zoneamiento al inicio y al final de la veta la mineralización es de plomo – zinc y en la central la mineralización es de cobre – plata.

4.2.1.4. Perfiles longitudinales - isopotencias de las estructuras mineralizadas

Figura 9

Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Amapola

En la figura 9 se observa que, el ancho más alto de la veta se encuentra en el nivel 8 hacia el Sur. En la zona norte en el nivel 4 el ancho de la veta disminuye paulatinamente a medida que profundiza. En otras zonas se encuentran algunas curvas de valores altos, pero éstas son de poca magnitud.

Ver en anexo 11.

Figura 10

Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Cairá

En la figura 10 se observa que, el ancho más alto de la veta se encuentra en el nivel 4.1 hacia el norte. Se observa que hacia el lado norte la potencia de la estructura va mejorar. Ver en anexo 12.

Figura 11

Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Don Raul

En la figura 11 se observa que, el ancho más alto de la veta se encuentra en el nivel 4. En la zona sur en el nivel 4 el ancho de la veta disminuye paulatinamente. En otras zonas se encuentran algunas curvas de valores altos, pero éstas son de poca magnitud. Ver en anexo 13.

Figura 12

Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Esperanza

En la figura 12 se observa que, el ancho de la veta de mayor tamaño se encuentra en el nivel 4. Se observa que en el tajo que la potencia de la estructura va mejorar cuando se empieza a profundizar. Ver en anexo 14.

Figura 13

Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Madrugada

En la figura 13 se observa que, el ancho más alto de la veta se encuentra cerca a la falla. Y en relación que se alejando de la falla el ancho de la veta va disminuyendo. Ver en anexo 15.

Figura 14

Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Papa Francisco

En la figura 14 se observa que, el ancho más alto de la veta se encuentra hacia el oeste lo que indica que a esa zona la potencia ira mejorando. Ver en anexo 16.

Figura 15

Perfil longitudinal – isopotencias de la veta Pierina

En la figura 15 se observa que, el ancho más alto de la veta se encuentra en el nivel 4. y distribuye paulatinamente a medida que profundiza. En otras zonas se encuentran algunas curvas de valores altos, pero éstas son de poca magnitud. Ver en anexo 17.

4.2.1.5. Perfiles longitudinales – isovalores geoquímicos de las estructuras mineralizadas

Figura 16

Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Amapola

En la figura 16 se observa que, la concentración de la Ag en el lado norte en el nivel 4 tiene más ley llegando a una ley geológica en promedio de 31.56 Ag (Oz/Tn) lo que indica que a medida que se avance hacia el norte la ley va mejorar. En la zona sur la ley disminuye cerca 12.00 Ag (Oz/Tn). En la zona central no se cuenta con datos de muestreo geológico. Ver en anexo 18.

Figura 17

Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Caira

En la figura 17 se observa que, la concentración de la Ag en el lado sur y a mayor profundidad tiene una ley geológica en promedio de 34.56 Ag (Oz/Tn) lo que indica que a medida que se avance hacia el sur y profundizando la ley va mejorar. En la zona norte la ley geológica disminuye cerca 14.07 Ag (Oz/Tn). Ver en anexo 19.

Figura 18

Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Don Raul

En la figura 18 se observa que, la concentración de la Ag va mejorar a mayor profundidad como se observa en la sección longitudinal, en el nivel 4 tiene un promedio de ley geológica de 33.59 Ag (Oz/Tn) a diferencia de los niveles superiores con ley promedio de 13.9 Ag (Oz/Tn). Ver en anexo 20.

Figura 19

Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Esperanza

En la figura 19 se observa que, la concentración de la Ag va mejorar a mayor profundidad como se observa en la sección longitudinal, en el nivel tiene un promedio de ley geológica de 16.90 Ag (Oz/Tn) a diferencia de los niveles superiores como el nivel 8 con ley promedio de 8.31 Ag (Oz/Tn). Ver en anexo 21.

Figura 20

Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Madrugada

En la figura 20 se observa que, la concentración de la Ag en el lado sur y a mayor profundidad tiene ley geológica en promedio de 64.15 Ag (Oz/Tn) lo que indica que a medida que se avance hacia el sur y profundizando la ley va mejorar. Ver en anexo 22.

Figura 21

Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Papa Francisco

En la figura 21 se observa que, la concentración de la Ag en el nivel 3 va mejorar hacia el norte, al igual que la veta Amapola, ya que la veta Papa Francisco es una tensional. Ver en anexo 23.

Figura 22

Perfil longitudinal – isovalores geoquímicos de la veta Pierina

En la figura 22 se observa que, la concentración de la Ag en el lado norte es mayor el cual tiene ley geológica en promedio de 44.15 Ag (Oz/Tn) lo que indica que a medida que se avance hacia el norte va mejorar a diferencia del lado sur que las leyes son tan buenas. Hay valores altos y bajos en la zona central. Se observa un anticlavo cerca al Tj 4.5 Sur. Ver en anexo 24.

4.2.2. Reservas mineras de la unidad minera Huinac

4.2.2.1. Consideraciones de estimación de recursos y reservas de mineral.

La Estimación de recursos y reservas de mineral tiene por finalidad, conocer la cantidad y calidad de los recursos y reservas de una mina o depósito mineral. Simultáneamente permite definir su distribución, geometría y su valor económico, para planificar el tipo y nivel de producción, así como estimar el tiempo útil de la operación minera.

Los recursos deben ser estimados lo más cercanamente posible a su real y lógica distribución del mineral en el yacimiento y tomando como base criterios de mecánica de formación y emplazamiento de soluciones mineralizantes.

Las reservas deben ser estimadas técnicamente sustentables y adecuadas a la realidad de la mina.

El objetivo fundamental es realizar la mejor estimación de la ley y el tonelaje de los bloques de un cuerpo mineral, así como determinar los errores

probables de la estimación con cierto nivel de confianza. La relevancia de las estimaciones depende de la calidad, cantidad y distribución espacial de las muestras y el grado de continuidad de la mineralización. La cantidad de reservas de un yacimiento, como uno de los factores principales que determinan su viabilidad económica, posee una gran influencia en la vida útil del yacimiento, su producción anual y la decisión final de construir la empresa minera.

Importancia. El inventario de recursos y reservas minerales permite establecer el valor económico de un yacimiento en base a su valor intrínseco con relación a las demandas del mercado.

La estimación de recursos/reservas se considera un proceso continuo que se inicia con la exploración y recopilación de la información, seguida de la interpretación geológica y la estimación de recursos. Posteriormente se consideran los factores modificadores (mineros, metalúrgicos, ambientales, legales etc.) y se arriba a la estimación de reservas. Durante las operaciones de la mina los estimados previamente calculados son modificados por los resultados del control de ley y los estudios de reconciliación.

Los recursos y reservas constituyen el activo más valioso de toda empresa minera y desde ya es el principal respaldo económico de una mina, garantizando negociaciones de financiamiento, créditos y otros.

Las reservas varían en función a los precios del mercado internacional de metales y a los costos de operación que determinan la rentabilidad de la mina.

Criterios de Clasificación.

La información de recursos y reservas minerales incluida en este Inventario ha sido estimada conforme a Definiciones Internacionales establecidos por: The Joint Ore reserves Committee (JORC) of The Australasian Institute of Mining and Metallurgy (MIMM), the Australian Institute of Geoscientists and the Minerals Council of Australia.

Conforme aumenta el conocimiento geológico, es posible que la información de la Exploración existe una relación secuencial entre la información de exploración, recursos y reservas.

- Conforme aumenta la información económica, es posible que parte del total, de un recurso se convierta en una reserva.
- Las flechas de doble sentido entre reservas y la importancia relativa de los criterios sugeridos variarán en cada yacimiento, dependiendo del ambiente geológico, restricciones técnicas, condiciones legales y normas existentes al momento de la evaluación.

Recursos Minerales

Son concentraciones de minerales que existen de manera natural en la corteza terrestre en forma, cantidad y calidad tales que la extracción económica de un producto, a partir de la concentración, sea actual o potencialmente factible. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un recurso mineral se conocen o estiman o interpretan a partir de información, evidencias y conocimiento geológicos específicos, con alguna contribución de otras disciplinas.

Las declaraciones de recursos minerales, generalmente son documentos dinámicos y cambiantes que se ven afectados por la tecnología, la infraestructura, los precios de metales y otros factores. Según cambien estos diversos factores, el material puede entrar o salir de la estimación de Recursos. Las partes de un yacimiento que no tengan perspectivas razonables de extracción económica eventual, no deben incluirse en un Recurso Mineral.

Los recursos minerales se subdividen, en orden de confianza geológica creciente en las categorías de inferido, indicado y medido.

Hecha la clasificación de los recursos minerales, según los lineamientos del Código JORC antes citados, en los planos de este Inventario se utiliza la simbología de colores que se resume en la siguiente tabla.

Tabla 5

Simbología de colores para clasificar los recursos de minerales

TIPO DE RECURSOS	COLOR QUE IDENTIFICA
MEDIO	
INDICADO	
INFERIDO	

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Reserva Mineral

Es la parte económica y legalmente extraíble de un recurso mineral medido o indicado y que incluye materiales de dilución y descuentos por las mermas que pueden ocurrir durante el minado. Requiere haber efectuado evaluaciones que pueden incluir estudios de prefactibilidad o factibilidad considerando los factores de minado, procesamiento, metalurgia, economía,

mercadeo legales, ambientales, sociales y gubernamentales asumidos en forma realista.

El término económico implica que se ha podido establecer o demostrar analíticamente que es posible una extracción o producción rentable, bajo hipótesis definidas de inversión. Las hipótesis deberán ser razonables, incluyendo los supuestos relacionados con los precios y costos que prevalecerán durante la vida del proyecto. La evaluación dinámica de las operaciones implica que un cálculo válido efectuado en un momento dado, puede cambiar significativamente cuando se dispone de nueva información.

En ciertas circunstancias, las reservas minerales previamente reportadas podrían revertir a recursos minerales. Su reclasificación no debe aplicarse cuando se prevé que los cambios serán temporales, de corta duración o cuando la gerencia decide operar a corto plazo en forma no económica. Ejemplos de estas situaciones son la caída del precio del producto que se espera sea de corta duración, emergencia temporal en la mina, huelga de transportes, etc. Se subdividen en orden de confianza creciente en reservas probables y reservas probadas.

De modo similar a los recursos las reservas también se clasifican, en base a los lineamientos del código JORC, en los planos de este Inventario se utiliza la simbología de colores que se resume la siguiente tabla.

Tabla 6

Simbología de colores para clasificar las reservas de minerales

TIPO DE RESERVAS	COLOR QUE IDENTIFICA
PROBADO	
PROBABLE	

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Métodos y cálculos de la estimación de recursos y reservas

Para el desarrollo de este trabajo se emplearon las siguientes normas y criterios para el Cálculo de Recursos y Reservas.

Muestreos y estimación de leyes

El muestreo se realiza en forma sistemática en sentido horizontal y vertical en las diversas labores de la mina como galerías, chimeneas, subniveles, tajos y afloramientos de veta en superficie, considerando que son vetas irregulares.

El método de muestreo es sistemático para vetas con minerales polimetálicos, se muestrea cada dos metros en galerías, cada tres metros en tajos y subniveles, cada metro y medio en chimeneas en los hastiales izquierdos y derechos.

El muestreo se realiza cumpliendo estrictamente el PETS de muestreo tipo canal y su custodia hasta la entrega al laboratorio analítico. Este procedimiento garantiza la obtención de una muestra representativa y está sujeta a controles que permiten medir su calidad.

Todo el canal de muestreo se muestrea teniendo como mínimo 2.5 kg y como máximo 3 kg. Este criterio asegura un valor en ley representativo.

Estimaciones clásicas y Bloques de Cubicación

La forma y dimensión de los bloques de cubicación de recursos y reservas, se delinearón siguiendo el método geométrico o clásico para el caso de las estructuras mineralizadas tipo veta, se ha definido el bloque de mineral considerando el área encerrada entre galerías, niveles, tajos, subniveles, chimeneas. Se han elaborado secciones longitudinales en las vetas y se ha procedido con la elaboración de bloques empleando distintos rangos de leyes y valor de mineral por tonelada, procediendo luego a la confección de bloques con dimensiones variables y niveles de confianza de la información geológica a través de correlaciones e interpretaciones con el empleo de planos geológicos, plano geoquímico ploteando las leyes del muestreo sistemático, y controles de la mineralización.

El resultado de este trabajo es la determinación de bloques de recursos medidos, recursos indicados y recursos inferidos.

Para recurso medido o reserva probada el área del bloque de mineral el contorno está delimitado por labores mineras como galerías, subniveles, chimeneas, piques, ventanas y estocadas que se hayan minado sobre veta con mineralización económica es decir ($L * H$).

Este recurso o reserva se proyecta en profundidad debajo de la galería principal en una distancia de $L/5$ del tramo mineralizado. Para los recursos indicados o reserva probable se adiciona la misma dimensión de ($L/5$). Y para los recursos inferidos se estima ($2L/5$). Si el bloque de mineral

no está delimitado en su totalidad le corresponde (H/2) de la altura de la chimenea.

Laboratorios

Las muestras obtenidas, han sido enviadas al laboratorio de la compañía minera Huinac ubicada en el distrito de Cátac, para su preparación y análisis por los elementos de Au, Pb, Zn, Ag, Cu para la obtención de sus leyes respectivamente.

Tabla 7

Formato de envío de los resultados del laboratorio



ANÁLISIS QUÍMICO POR ABSORCIÓN ATÓMICA
MUESTRAS MINA DEL 21 DE MARZO DEL 2022

LABMH N° 0448

	Cu %	Ag Oz/Tc	Pb %	Zn %	Fe %	As %	Sb %	Au g/TM	Grav. Esp. TM/m3
MHM151321	0.013	0.772	0.292	1.678	3.689	0.108	0.061	0.339	2.753
MHM151421	0.023	2.317	1.787	6.280	7.976	3.168	0.059	0.691	3.571
MHM151521	0.009	0.772	0.767	2.872	6.644	0.474	0.048	0.014	3.077
MHM151621	0.702	9.968	0.335	20.441	26.410	0.377	0.129	0.824	4.523
MHM151721	0.006	0.257	0.021	1.207	0.694	0.019	0.014	0.010	2.590
MHM151821	0.198	3.004	0.494	8.396	28.248	0.194	0.054	1.025	4.326
MHM151921	0.252	4.603	1.010	10.872	29.040	0.230	0.075	0.821	4.082
MHM152021	0.038	0.572	0.330	3.848	10.624	0.091	0.029	0.197	3.175
MHM152121	1.609	17.175	1.079	20.066	16.261	0.533	0.320	0.611	3.980
MHM152221	0.054	0.628	0.162	3.677	6.349	0.088	0.028	0.143	2.884
MHM152321	0.009	0.429	0.080	1.390	5.045	0.074	0.016	0.171	2.803
MHM152421	0.036	1.916	1.604	5.444	6.573	2.676	0.044	1.591	3.466
MHM152521	0.010	0.943	0.918	2.702	8.439	0.774	0.042	0.731	2.899
MHM152621	0.008	0.914	0.144	1.296	3.768	0.124	0.036	0.391	2.740
MHM152721	0.043	5.401	3.355	7.857	13.683	0.803	0.058	2.427	3.554
MHM152821	0.004	0.314	0.052	1.504	0.869	0.032	0.018	0.016	2.632
MHM152921	0.010	0.772	0.312	1.677	5.387	0.239	0.041	0.376	2.857
MHM153021	0.007	0.515	0.069	1.194	3.427	0.092	0.036	0.403	2.764
MHM153121	0.060	3.968	3.233	8.343	11.244	1.014	0.026	3.218	3.704
MHM153221	0.033	2.513	1.783	5.469	8.139	0.632	0.061	2.663	3.424

FECHA DE SACO	---
FECHA DE RECEPCIÓN	21/03/2022
FECHA DE REPORTE	22/03/2022

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Parámetros básicos de estimación de reservas

a. Determinación del ancho promedio(m).

Como media de las potencias en los tramos de los bloques, es decir el promedio de los anchos de muestreo (canal) de la veta del muestreo sistemático practicado en forma correlativa,

adicionando además el promedio de dos o más canales cuando la veta es ancha.

b. Determinación del área real(m²).

La relación entre el área real (S) y el área proyectada (S1) en el plano vertical es:

$$S=S1 \times \text{sen} (\beta)$$

Para el plano horizontal:

$$S=S1 \times \text{cos} (\beta)$$

$$S= S1 \times \text{FB}$$

Donde β es el ángulo de buzamiento del yacimiento

El área proyectada (S1) normalmente es menor que el área real.

Después del levantamiento geológico y los datos proporcionados por la exploración por galerías, chimeneas, piques, subniveles, etc., se representa el yacimiento proyectándolo en un plano conveniente.

La base para la proyección de las vetas y el cálculo del área son las secciones longitudinales y secciones transversales cada 20 metros proporcionados por el área de topografía. En estos planos el geólogo mapea y delimita la geoforma de la mineralización en planta y se proyecta en una Sección Longitudinal, colocando toda la información como: galerías, piques, subniveles, leyes, tipo de mineralización, contactos geológicos, etc. Luego con esta información el geólogo interpreta la mineralización,

tendencias de isovalores, límites de la forma de mineralización como óxidos, mixtos y sulfuros, etc. Y mediante este criterio delimita las categorías según el grado de estudio etc.

c. Determinación del tonelaje (Tm)

El tonelaje resulta de multiplicar el área del bloque por el ancho promedio de la veta y el peso específico. A este resultado se castiga por el factor de concentración (FC) que fluctúa entre 10 a 30% que corresponde a los tramos empobrecidos. El principal parámetro que permite calcular el “contenido metálico” se deduce de la siguiente ecuación básica:

$$CM = S \times m \times d \times C$$

S: Área real de la proyección del cuerpo mineral en un plano determinado.

m: Ancho promedio de la veta mineralizada en la dirección perpendicular al plano de proyección.

D: Peso específico

C: Promedio de ley de la veta (promedio ponderado (ley x potencia)).

De esta ecuación básica se pueden derivar otras fórmulas como:

$V = S \times m$ volumen total ocupado por el yacimiento mineral (m³)

$t = V \times d$ Tonelaje o cantidad de reservas de mineral útil (TMS).

El tonelaje obtenido es a potencia neta veta, no está considerado el ancho de labor, por lo que la dilución es cero.

d. Tonelaje estimado de Mineral:

Longitud de block. - Es la longitud de block muestreado.

Altura del block (real). - Es la longitud vertical real, no altura proyectada.

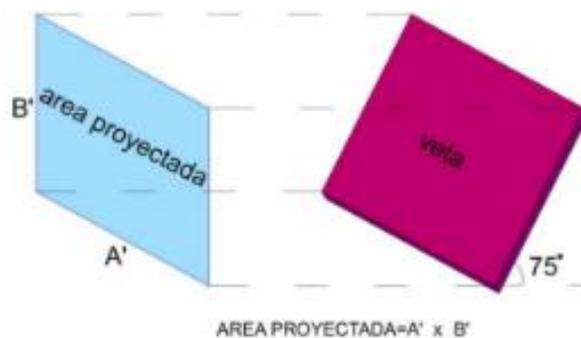
Factor de buzamiento. - Factor de buzamiento, véase formula.

$FB=1/\text{Sen}(\text{Angulo de buzamiento})$

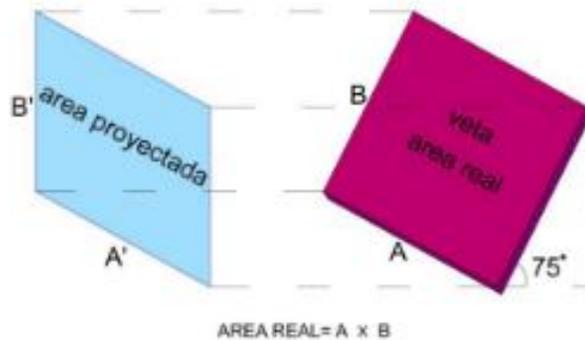
Ancho promedio. Resultado que se obtiene al dividir la suma de todos los anchos por el número de anchos sumandos.

Área proyectada. Es el área proyectada sobre una superficie plana imaginaria perpendicular a las líneas de los límites del block

Área real. Es el área visto perpendicular al plano del block.



AR=Altura real del block x Longitud del block.



Volumen. Es la cantidad de espacio que ocupa el block.

$V = \text{área Real} \times \text{ancho promedio}$.

Peso específico. Es la relación entre el peso del mineral y su volumen

$d = \text{peso de mineral} / \text{volumen}$.

Toneladas. Es el peso en toneladas métricas.

$TMS = d \times \text{volumen de block}$.

Ancho diluido. Es el ancho de contaminación del mineral.

$m = \text{ancho promedio} + \text{dilución}$.

Tonelaje estimado en desmonte

Dilución. Se trata de la contaminación del mineral.

Volumen. Volumen de desmonte.

$V = \text{área} \times \text{dilución}$.

Peso específico. Es la relación entre el peso del mineral y su volumen,

$d = \text{peso de mineral} / \text{volumen}$.

Toneladas. Toneladas de desmonte.

$TMS = v \times \text{peso específico} \times \text{factor de buzamiento}$.

Factor de dilución.

$FD = \text{toneladas de mineral} / \text{tonelada total}$.

% dilución. La fórmula se expresa.

$\%D = 1 - \text{Factor de dilución}$.

Total, toneladas. Toneladas en total.

TMS(Total). Tonelada de mineral + tonelada desmonte

Descripción de tabla sumario

Reservas TMS. Cantidad del mineral disponible.

TMS. total, de toneladas x factor de concentración.

- e. **Factor de concentración.** Es el grado de enriquecimiento que tiene que presentar un elemento con respecto a su concentración normal para que resulte explotable, es decir:

$F_c = \text{Ley de corte} / \text{clark}$

- f. **Factores de cubicación de reservas**

Los recursos medidos e indicados son evaluados económicamente por un equipo de trabajo multidisciplinario para convertir en reservas probado-probables. En este proceso se consideran modificaciones por factores realistas de minado, metalúrgicos, económicos, mercadeo, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran que la extracción es razonablemente viable al momento del informe

g. Dilución de mineral

Se disminuye la dilución debido a que se realiza una clasificación del mineral y pallaqueo en canchas y debido a este proceso se mejora aun la ley en minerales sulfurados principalmente. El proceso consta inicialmente en zarandear el mineral, en la que se obtiene un mineral fino y grueso (Chancho) en el cual se escoge los fragmentos con mineral visto normalmente con sulfuros de galena, calcopirita, pirita y esfalerita. La dilución es mínima llegando a mejorar la ley en un 20%.

4.2.2.2. Planos de reservas y recursos.

Figura 23

Plano de reservas y recursos de la veta Amapola

En la figura 23 se observa que, El bloqueo de recursos y reservas de veta Amapola dio como resultado final la siguiente cantidad de blocks:8 de reservas probado con ley de 7.97 Oz/Tc Ag, 10.04 % Zn, 2.26 % Pb, 0.36 % Cu con 30741 TMS, 9 de reservas probable con ley de 7.37 Oz/Tc Ag, 8.88 % Zn, 1.966 % Pb, 0.33 % Cu con 37843 TMS, 10 de recursos inferido con ley de 6.98 Oz/Tc Ag, 8.997 % Zn, 1.68 % Pb, 0.34 % Cu con 56326 TMS. Ver en anexo 25.

Figura 24

Plano de reservas y recursos de la veta Cairá

En la figura 24 se observa que, El bloqueo de recursos y reservas de veta Cairá dio como resultado final la siguiente cantidad de blocks:8

de reservas probado con ley de 10.42 Oz/Tc Ag, 9.57 % Zn, 4.90 % Pb, 0.21 % Cu con 12431 TMS, 6 de reservas probable con ley de 8.55 Oz/Tc Ag, 8.19 % Zn, 4.07 % Pb, 0.18 % Cu con 8683 TMS, 7 de recursos inferido con ley de 7.04 Oz/Tc Ag, 6.50 % Zn, 3.26 % Pb, 0.13 % Cu con 18094 TMS. Ver en anexo 26.

Figura 25

Plano de reservas y recursos de la veta Don Raul

En la figura 25 se observa que, El bloqueo de recursos y reservas de veta Don Raul dio como resultado final la siguiente cantidad de blocks: 12 de reservas probado con ley de 19.99 Oz/Tc Ag, 9.78 % Zn, 3.96 % Pb, 1.24 % Cu con 32066 TMS, 9 de reservas probable con ley de 18.23 Oz/Tc Ag, 8.56 % Zn, 3.54 % Pb, 1.11 % Cu con 33891 TMS, 8 de recursos inferido con ley de 16.61 Oz/Tc Ag, 7.97 % Zn, 3.24 % Pb, 1.01 % Cu con 30671 TMS. Ver en anexo 27.

Figura 26

Plano de reservas y recursos de la veta Esperanza

En la figura 22 se observa que, El bloqueo de recursos y reservas de veta Esperanza dio como resultado final la siguiente cantidad de blocks: 10 de reservas probado con ley de 8.24 Oz/Tc Ag, 8.39 % Zn, 2.71 % Pb, 0.47 % Cu con 33457 TMS, 11 de reservas probable con ley de 7.88 Oz/Tc Ag, 7.59 % Zn, 2.57 % Pb, 0.45 % Cu con 25490 TMS, 10 de recursos inferido con ley de 6.87 Oz/Tc Ag, 7.01 % Zn, 2.12 % Pb, 0.40 % Cu con 24961 TMS. Ver en anexo 28.

Figura 27

Plano de reservas y recursos de la veta Madrugada

En la figura 27 se observa que, El bloqueo de recursos y reservas de veta Madrugada dio como resultado final la siguiente cantidad de blocks: 5 de reservas probado con ley de 22.42 Oz/Tc Ag, 12.08 % Zn, 7.54 % Pb, 0.58 % Cu con 15818 TMS, 8 de reservas probable con ley de 25.95 Oz/Tc Ag, 12.75 % Zn, 8.85 % Pb, 0.59 % Cu con 15715 TMS, 6 de recursos inferido con ley de 19.36 Oz/Tc Ag, 9.76 % Zn, 6.57 % Pb, 0.46 % Cu con 18065 TMS. Ver en anexo 29.

Figura 28

Plano de reservas y recursos de la veta Papa Francisco

En la figura 28 se observa que, El bloqueo de recursos y reservas de veta Papa Francisco dio como resultado final la siguiente cantidad de blocks: 1 de reservas probado con ley de 12.25 Oz/Tc Ag, 14.18 % Zn, 5.85 % Pb, 0.54 % Cu con 15883 TMS, 2 de reservas probable con ley de 11.02 Oz/Tc Ag, 12.76 % Zn, 5.27 % Pb, 0.49 % Cu con 11420 TMS, 1 de recursos inferido con ley de 9.92 Oz/Tc Ag, 11.48 % Zn, 4.74 % Pb, 0.44 % Cu con 18065 TMS. Ver en anexo 30.

Figura 29

Plano de reservas y recursos de la veta Pierina

En la figura 29 se observa que, El bloqueo de recursos y reservas de veta Pierina dio como resultado final la siguiente cantidad de blocks: 17 de reservas probado con ley de 22.79 Oz/Tc Ag, 13.03 % Zn, 4.58 % Pb, 1.23 % Cu con 101641 TMS, 15 de reservas probable

con ley de 18.63 Oz/Tc Ag, 11.32 % Zn, 3.96 % Pb, 0.95 % Cu con 121311 TMS, 17 de recursos inferido con ley de 16.51 Oz/Tc Ag, 9.70 % Zn, 3.42 % Pb, 0.85 % Cu con 125570 TMS. Ver en anexo 31.

4.2.2.3 Estimación de recursos y reservas

En las siguientes tablas se detallan los resúmenes de los recursos y reservas correspondientes a las vetas interior mina.

Tabla 8

Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Amapola

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA CAIRA											
Categoría	Estatus	Potencia Veta	PE	Fac. Corr.	Tonelaje	Fac. Corr.	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%
RESERVAS	Probado	0.36	3.38	0.85	12431	0.85	1.55	10.42	0.21	4.90	9.57
	Probable	0.29	3.16	0.85	8683	0.85	1.58	8.55	0.18	4.07	8.19
	Sub Total	0.33	3.29	0.85	21114	0.85	1.56	9.65	0.20	4.55	9.00
RECURSOS	Inferido	0.26	2.86	0.85	18094	0.85	1.56	7.04	0.13	3.26	6.50
	Sub Total	0.26	2.86	0.85	18093.57	0.85	1.56	7.04	0.13	3.26	6.50
TOTAL GENERAL		0.30	3.09	0.85	39207	0.85	1.56	8.45	0.17	3.95	7.85

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Tabla 9

Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Caira

CUBICACION GEOLOGICA DE RECURSOS Y RESERVAS VETA AMAPOLA											
Categoría	Estatus	Potencia Veta	PE	Fac. Corr.	Tonelaje	Fac. Corr.	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%
RESERVAS	Probado	0.41	3.62	0.75	30741	0.75	0.86	7.97	0.36	2.26	10.04
	Probable	0.38	3.29	0.75	37843	0.75	0.81	7.37	0.33	1.96	8.88
	Sub Total	0.39	3.43	0.75	68584	0.75	0.83	7.64	0.34	2.10	9.40
RECURSOS	Inferido	0.33	3.17	0.75	56326	0.75	0.61	6.98	0.34	1.68	8.97
	Sub Total	0.33	3.17	0.75	56326	0.75	0.61	6.98	0.34	1.68	8.97
TOTAL GENERAL		0.36	3.31	0.75	124910	0.75	0.73	7.34	0.34	1.91	9.21

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Tabla 10

Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Don Raul

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA DON RAUL											
Categoría	Estatus	Potencia Veta	PE	Fac. Corr.	Tonelaje	Fac. Corr.	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%
RESERVAS	Probado	0.36	3.70	0.85	32066	0.85	0.43	19.99	1.24	3.96	9.78
	Probable	0.30	3.32	0.85	33891	0.85	0.35	18.23	1.11	3.54	8.56
	Sub Total	0.33	3.51	0.85	65956	0.85	0.39	19.08	1.17	3.74	9.15
RECURSOS	Inferido	0.26	3.03	0.85	30671	0.85	0.35	16.61	1.01	3.24	7.97
	Sub Total	0.26	3.03	0.85	30671.34	0.85	0.35	16.61	1.01	3.24	7.97
TOTAL GENERAL		0.31	3.36	0.85	96628	0.85	0.38	18.30	1.12	3.58	8.78

Fuente. Datos tomados del Área de Geología Minera Huinac

Tabla 11

Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Esperanza

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA ESPERANZA											
Categoría	Estatus	Pot. Veta	PE	Fac. Corr.	Tonelaje	Fac. Corr.	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%
RESERVAS	Probado	0.57	3.60	0.70	33457	0.85	0.47	8.24	0.47	2.71	8.39
	Probable	0.51	3.21	0.70	25490	0.85	0.44	7.88	0.45	2.57	7.59
	Sub Total	0.54	3.43	0.70	58947	0.85	0.46	8.08	0.46	2.65	8.05
RECURSOS	Inferido	0.44	2.90	0.70	24961	0.85	0.37	6.87	0.40	2.12	7.01
	Sub Total	0.44	2.90	0.70	24961.44	0.85	0.37	6.87	0.40	2.12	7.01
TOTAL GENERAL		0.51	3.28	0.70	83909	0.85	0.43	7.72	0.44	2.49	7.74

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Tabla 12

Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Madrugada

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA MADRUGADA											
Categoría	Estatus	Pot. Veta	PE	Fac. Corr.	Ton.	Fac. Corr.	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%
RESERVAS	Probado	0.63	3.57	0.85	15818	0.85	1.10	22.42	0.58	7.54	12.08
	Probable	0.51	3.28	0.85	15715	0.85	0.98	25.95	0.59	8.85	12.75
	Sub Total	0.57	3.43	0.85	31534	0.85	1.04	24.18	0.59	8.19	12.41
RECURSOS	Inferido	0.50	2.79	0.85	18065	0.85	0.81	19.36	0.46	6.57	9.76
	Sub Total	0.50	2.79	0.85	18065	0.85	0.81	19.36	0.46	6.57	9.76
TOTAL GENERAL		0.55	3.20	0.85	49598	0.85	0.96	22.42	0.54	7.60	11.45

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Tabla 13

Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Papa Francisco.

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA PAPA FRANCISCO											
Categoría	Estatus	Pot. Veta	PE	Fac. Corr.	Ton.	Fac. Corr.	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%
RESERVAS	Probado	0.51	3.49	0.50	7941	0.70	0.34	8.57	0.38	4.10	9.92
	Probable	0.42	3.14	0.50	7522	0.70	0.31	7.71	0.34	3.69	8.93
	Sub Total	0.47	3.32	0.50	15463	0.70	0.33	8.15	0.36	3.90	9.44
RECURSOS	Inferido	0.37	2.82	0.50	4631	0.70	0.28	6.94	0.31	3.32	8.04
	Sub Total	0.37	2.82	0.50	4631	0.70	0.28	6.94	0.31	3.32	8.04
TOTAL GENERAL		0.45	3.20	0.50	20095	0.70	0.32	7.88	0.35	3.76	9.12

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Tabla 14

Cuadro de cubicación de recursos y reservas de la veta Pierina.

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA PIERINA											
Categoría	Estatus	Pot. Veta	PE	Fac. Corr.	Tonelaje	Fac. Corr.	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%
RESERVAS	Probado	0.72	3.82	0.80	81313	0.85	0.65	19.37	1.04	3.89	11.08
	Probable	0.61	3.37	0.80	97049	0.85	0.70	15.83	0.81	3.36	9.62
	Sub Total	0.66	3.57	0.80	178362	0.85	0.68	17.45	0.92	3.60	10.29
RECURSOS	Inferido	0.54	3.03	0.80	100456	0.85	0.67	14.03	0.72	2.91	8.24
	Sub Total	0.54	3.03	0.80	100456	0.85	0.67	14.03	0.72	2.91	8.24
TOTAL GENERAL		0.62	3.38	0.80	278818	0.85	0.67	16.22	0.84	3.35	9.55

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

Tabla 15

Cuadro de resumen de la estimación de recursos y reservas

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS MINERA HUINAC										
Estatus	Veta	Potencia Veta	PE	Tonelaje	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	
RESERVAS	Probado	0.56	3.68	213767	0.69	15.39	0.78	3.82	10.26	
	Probable	0.49	3.31	226193	0.67	14.03	0.68	3.49	9.25	
Sub Total		0.52	3.49	439960	0.68	14.69	0.73	3.65	9.74	
RECURSOS	Inferido	0.43	3.00	239123	0.66	12.11	0.58	2.96	8.19	
Sub Total		0.43	3.00	239123	0.66	12.11	0.58	2.96	8.19	
TOTAL GENERAL		0.48	3.32	679083	0.67	13.78	0.68	3.41	9.19	

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

4.2.2.3. Balance de recursos y reservas

En la tabla 16, muestra los resultados de cubicación de mineral de recursos y reservas durante el año 2022. Cabe recalcar que esta reinterpretación fue enfocada por el área de geología.

Tabla 16

Cuadro de balance de recursos y reservas

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS MINERA HUINAC													
Categoría	Estatus	Veta	Potencia Veta	PE	Factor Correc.	Tonelaje	Fac. Corr.	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	Eq-Ag (Oz/tc)
RESERVAS	Probado	Amapola	0.41	3.62	0.75	30741	0.75	0.86	7.97	0.36	2.26	10.04	25.37
		Caira	0.36	3.38	0.85	12431	0.85	1.55	10.42	0.21	4.90	9.57	29.90
		Don Raul	0.36	3.70	0.85	32066	0.85	0.43	19.99	1.24	3.96	9.78	39.61
		Esperanza	0.57	3.60	0.70	33457	0.85	0.47	8.24	0.47	2.71	8.39	23.82
		Pierina	0.72	3.82	0.80	81313	0.85	0.65	19.37	1.04	3.89	11.08	40.64
		Madrugada	0.63	3.57	0.85	15818	0.85	1.10	22.42	0.58	7.54	12.08	48.75
		Papa Francisco	0.51	3.49	0.50	7941	0.70	0.34	8.57	0.38	4.10	9.92	27.82
	<i>Sub Total</i>		<i>0.56</i>	<i>3.68</i>	<i>0.78</i>	<i>213767</i>	<i>0.83</i>	<i>0.69</i>	<i>15.39</i>	<i>0.78</i>	<i>3.82</i>	<i>10.26</i>	<i>35.16</i>
	Probable	Amapola	0.38	3.29	0.75	37843	0.75	0.81	7.37	0.33	1.96	8.88	22.72
		Caira	0.29	3.16	0.85	8683	0.85	1.58	8.55	0.18	4.07	8.19	25.08
		Don Raul	0.30	3.32	0.85	33891	0.85	0.35	18.23	1.11	3.54	8.56	35.50
		Esperanza	0.51	3.21	0.70	25490	0.85	0.44	7.88	0.45	2.57	7.59	22.12
		Pierina	0.61	3.37	0.80	97049	0.85	0.70	15.83	0.81	3.36	9.62	34.21
		Madrugada	0.51	3.28	0.85	15715	0.85	0.98	25.95	0.59	8.85	12.75	54.70
		Papa Francisco	0.42	3.14	0.50	7522	0.70	0.31	7.71	0.34	3.69	8.93	25.04
<i>Sub Total</i>		<i>0.49</i>	<i>3.31</i>	<i>0.78</i>	<i>226193</i>	<i>0.83</i>	<i>0.67</i>	<i>14.03</i>	<i>0.68</i>	<i>3.49</i>	<i>9.25</i>	<i>31.89</i>	
Total Reservas		0.52	3.49	0.78	439960	0.83	0.68	14.69	0.73	3.65	9.74	33.48	
RECURSOS	Inferido	Amapola	0.33	3.17	0.75	42244	0.75	0.61	6.98	0.34	1.68	8.97	22.17
		Caira	0.26	2.86	0.85	18094	0.85	1.56	7.04	0.13	3.26	6.50	20.17
		Don Raul	0.26	3.03	0.85	30671	0.85	0.35	16.61	1.01	3.24	7.97	32.62
		Esperanza	0.44	2.90	0.70	24961	0.85	0.37	6.87	0.40	2.12	7.01	19.74
		Pierina	0.54	3.03	0.80	100456	0.85	0.67	14.03	0.72	2.91	8.24	29.83
		Madrugada	0.50	2.79	0.85	18065	0.85	0.81	19.36	0.46	6.57	9.76	41.17
		Papa Francisco	0.37	2.82	0.50	4631	0.70	0.28	6.94	0.31	3.32	8.04	22.54
	<i>Sub Total</i>		<i>0.43</i>	<i>3.00</i>	<i>0.79</i>	<i>239123</i>	<i>0.83</i>	<i>0.66</i>	<i>12.11</i>	<i>0.58</i>	<i>2.96</i>	<i>8.19</i>	<i>27.76</i>
Total Recursos		0.43	3.00	0.79	239123	0.83	0.66	12.11	0.58	2.96	8.19	27.76	
TOTAL GENERAL			0.49	3.32	0.78	679083	0.83	0.67	13.78	0.68	3.41	9.19	31.47

Fuente. Datos tomados del área de geología minera Huinac

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de hipótesis general

La hipótesis general de la investigación consiste en si la evaluación geológica permite calcular de manera precisa las reservas mineras de la unidad minera Huinac. Luego de haber realizado la evaluación geológica a nivel local y de la misma unidad

minera y la aplicación de las diferentes técnicas, los resultados indican que se ha alcanzado a determinar las reservas mineras de la mina, lo cual en general se confirma la hipótesis general planteada.

4.3.2. Prueba de hipótesis específicas

La primera hipótesis específica de la investigación menciona que las estructuras mineralizadas de la unidad minera Huinac, presentan una continuidad y comportamiento geológico favorables tanto en profundidad como en extensión lateral, lo que sugiere la presencia de reservas minerales significativas y económicamente explotables. Al realizar los estudios geológicos que incluyen mapeos geológicos, muestreos de estructuras mineralizadas y secciones longitudinales de las diferentes vetas se demostró que las estructuras mineralizadas muestran continuidad y comportamiento geológico favorables tanto en profundidad como en extensión lateral.

La segunda hipótesis específica que se planteó considera que es factible determinar la existencia de reservas mineras de la unidad minera Huinac. Se utilizó el método clásico de estimación de reservas, como el método de bloques y el método de polígono, para calcular las reservas mineras. Por lo tanto, se realizó la estimación de reservas entre probados y probables de las diferentes estructuras mineralizadas se obtuvieron leyes promedio como el caso de una de las vetas más importante como amapola: Veta Amapola 194910 TM @ 0.36m 0.73 Au Gr/Tm, 7.34 Ag Oz/Tm; 0.34 Cu%; 1.91 Pb%; 9.21 Zn%.

4.4. Discusión de resultados

La presente tesis titulada "Evaluación geológica y cálculo de reservas minerales de la minera Huinac en el distrito de Aija, departamento de Ancash, 2024" se centró en dos objetivos específicos clave: (a) determinar la continuidad y el comportamiento geológico en profundidad y en extensión lateral de las estructuras mineralizadas, y (b) determinar la existencia de reservas mineras en la unidad minera Huinac. A continuación, se discuten los resultados obtenidos en relación con estos objetivos.

Los resultados de esta investigación muestran que la continuidad y el comportamiento geológico de las estructuras mineralizadas indican una fuerte continuidad y coherencia en el comportamiento geológico de las estructuras mineralizadas de la unidad minera Huinac. Estos hallazgos son consistentes con estudios geológicos previos, lo que refuerza la validez de los métodos y técnicas utilizados. La continuidad lateral y en profundidad es esencial para la evaluación de reservas, ya que asegura que los cuerpos mineralizados pueden ser modelados con mayor precisión y confianza. Además, la uniformidad en el comportamiento geológico facilita la planificación y el diseño de futuras actividades mineras, reduciendo los riesgos asociados a la explotación. Por otro lado, la investigación de Quispe (2022) quien ejecuto un soporte geológico adecuado, donde identifico que el yacimiento corresponde al mesotermal el cual alberga un gran grupo de vetas con poca potencia y con alto grado de contenido aurífero. En ese sentido se puede precisar que la investigación realizada por Quispe (2022) difiere con el resultado de la presente investigación ya que se determinó que es un depósito hidrotermal de facie

epitermal de estilo cordillerano, de intermedia sulfuración esto se vería confirmado por la presencia de sericita y/o illita. Lo cual indican que existe continuidad lateral y en profundidad.

Por otra parte, la determinación de la existencia de reservas mineras significativas en la unidad minera Huinac es un resultado alentador que subraya el potencial económico. En este estudio, la integración de diversos métodos de evaluación y análisis proporcionó una estimación robusta, reduciendo la incertidumbre asociada a la cuantificación de reservas. Los resultados no solo confirman la existencia de reservas, sino que también resaltan la importancia de la evaluación geológica detallada como fundamento para la planificación estratégica y la toma de decisiones en la minería. Los datos evaluados en esta investigación indicaron que la reserva de producción a fines de setiembre de 2022 fue 439960 Tm con 0.68 Au g/Tm; 14.69 Ag Oz/Tm; 0.73 Cu%; 3.65 Pb%; 9.74 Zn% (probados + probables). Recurso inferido 239123 Tm con 0.66 Au g/Tm; 12.11 Ag Oz/Tm; 0.58 Cu%; 2.96 Pb%; 8.19 Zn% este cálculo de reserva de la mina se realizó con el método tradicional, método que coincide con el estudio realizado por Espinoza (2018).

En conclusión, la evaluación geológica y el cálculo de reservas minerales realizados en esta tesis han demostrado la existencia de estructuras mineralizadas continuas y reservas significativas en la unidad minera Huinac. Estos resultados no solo confirman el potencial económico, sino que también destacan la importancia de una metodología rigurosa y detallada en la evaluación de recursos minerales.

CONCLUSIONES

1. Huinac es un depósito hidrotermal de facie epitermal y estilo cordillerano, de intermedia sulfuración esto se vería confirmado por la presencia de sericita y/o illita en las muestras tomadas.
2. El sistema principal de las estructuras mineralizadas tiene rumbo general de N 35°-45°W con buzamientos de 70° - 85° NE y vertical con tendencia al NE.
3. En la estimación de reservas entre probados y probables de los cuerpos mineralizado se obtuvieron los siguientes resultados:
 - Veta Amapola 30741TM @ 0.41m 0.86 Au Gr/Tm, 7.97 Ag Oz/Tm; 0.36 Cu%; 2.26 Pb%; 10.04 Zn%; 25.37 Eq-Ag Oz/Tm.
 - Veta Cairá 12431TM @ 0.36m 1.55 Au Gr/Tm, 10.42 Ag Oz/Tm; 0.21 Cu%; 4.9 Pb%; 9.57 Zn%; 29.90 Eq-Ag Oz/Tm.
 - Veta Don Raul 32066TM @ 0.36m 0.34 Au Gr/Tm, 19.99 Ag Oz/Tm; 1.24 Cu%; 3.96 Pb%; 9.78 Zn%; 39.61 Eq-Ag Oz/Tm.
 - Veta Esperanza 33457TM @ 0.57m 0.47 Au Gr/Tm, 8.24 Ag Oz/Tm; 0.47 Cu%; 2.71 Pb%; 8.39 Zn%; 23.82 Eq-Ag Oz/Tm.
 - Veta Madrugada 15818TM @ 0.63m 1.10 Au Gr/Tm, 22.42 Ag Oz/Tm; 0.58 Cu%; 7.54 Pb%; 12.08 Zn%; 48.75 Eq-Ag Oz/Tm.
 - Veta Papa Francisco 7941TM @ 0.51m 0.34 Au Gr/Tm, 8.57 Ag Oz/Tm; 0.38 Cu%; 4.10 Pb%; 9.92 Zn%; 27.87 Eq-Ag Oz/Tm.
 - Veta Pierina 81313TM @ 0.72m 0.65 Au Gr/Tm, 19.37 Ag Oz/Tm; 1.04 Cu%; 3.89 Pb%; 11.08 Zn%; 40.64 Eq-Ag Oz/Tm.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con el muestreo sistemático por las zonas donde falta el muestreo.
2. Reconocimiento integral del prospecto minero Huinac.
3. Alineamiento y exploración de las estructuras mineralizadas cubiertas por material cuaternario y vegetación.
4. Realizar un estudio de exploraciones a mayor detalle de la veta Don Raul por los resultados obtenidos según el cálculo de estimación de reservas y recursos.
5. Se recomienda la utilización del software Leapfrog (Modelamiento Geológico 3D) para hacer un modelamiento a corto plazo o largo plazo, que nos ayudara a poder interpretar la zona de estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buendía, C. y Valenzuela, G. (2020). Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del prospecto minero Chaupiloma 2007. [Tesis de pre grado, Universidad Continental. Facultad de Ingeniería]. Repositorio institucional.
- Diaz, D. (2019). Propuesta de procedimiento para determinar el valor comercial de proyectos mineros. [Tesis de Maestría, Universidad De Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial.] Repositorio institucional.
- Espinoza (2018) "Estimación de recursos minerales en la mina Santa Fe Buenavista Alta – Casma – Ancash". [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Escuela de formación profesional de Ingeniería Geológica]. Repositorio institucional.
- Flores, E. (2020). Prospectiva geológica base para el cálculo de reservas de la cantera R.B, Ferreñafe. [Tesis de pre grado, Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura]. Repositorio institucional.
- Maque, A. (2007). Evaluación y clasificación de recursos minerales en la veta Milagros de la Mina Parcoy, provincia de Patate departamento de la Libertad. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica]. Repositorio institucional.
- Mamani, L. (2020). Proceso de estimación de recursos minerales y aplicación de los métodos geoestadísticos aplicado en los cuerpos mineralizados 1, 2 y 5 en la unidad Cerro Lindo. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Unidad de Posgrado. Facultad de Geología, Geofísica y Minas]. Repositorio institucional.

Muñoz, G. (2012). Modelo de costos para la valorización de planes mineros. [Tesis de Maestría, Universidad De Chile. Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas, Departamento de Ingenieria de Minas.] Repositorio institucional.

Muñoz, A (2014). La inversión canadiense en el sector minero de Sonora. Impactos económicos (1990-2012). [Tesis de Maestría, Universidad De Sonora. División de Ciencias Economicas y Administrativas. Departamento de Economia. Posgrado en Integración Economica. México] Repositorio institucional.

Quispe, D. (2010). Evaluación geológica de la formación Mogollón en el yacimiento Leones, cuenca Talara-Perú. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica]. Repositorio institucional.

Quispe, R. (2022). Evaluación geológica para el cálculo de reservas y estimación de recursos minerales del proyecto Alpacay, Arequipa – Perú. [Tesis de pre grado Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Geología, Geofísica y Minas]. Repositorio institucional.

Quispe, W. (2015). Estudio Geológico y evaluación de recursos de la mineralización de tungsteno en el yacimiento de la unidad minera Pasto Bueno, provincia de Pallasca, Región Áncash. [Tesis de pre grado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica – Geotecnia]. Repositorio institucional.

ANEXOS

Anexo 1

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA AMAPOLA													
Categoría	Estatus	Block	Largo	Alto	Potencia Veta	PE	Tonelaje	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	
RESERVAS	Probado	AM1	278	50	0.39	3.85	21129	0.96	8.12	0.45	2.07	15.62	
	Probado	AM2	53	20	0.27	3.82	1085	0.71	10.26	0.48	3.58	22.05	
	Probado	AM3	30	40	0.25	3.71	1116	0.39	16.93	0.69	3.68	20.53	
	Probado	AM4	70	27	0.52	3.55	3515	0.00	24.78	1.30	2.00	16.31	
	Probado	AM5	159	36	0.25	3.39	4749	1.62	14.41	0.32	7.28	11.19	
	Probado	AM6	32	61	0.48	3.23	3008	1.82	8.46	0.30	3.68	7.18	
	Probado	AM7	28	23	0.61	3.06	1193	1.75	8.65	0.21	2.46	5.20	
	Probado	AM8	93	35	0.50	3.20	5195	1.95	8.27	0.27	3.14	6.49	
	<i>Sub Total</i>					<i>0.41</i>	<i>3.62</i>	<i>40988</i>	<i>1.14</i>	<i>10.63</i>	<i>0.47</i>	<i>3.01</i>	<i>13.39</i>
	Probable	AM9	93	29	0.55	3.13	4660	1.91	8.34	0.26	3.01	6.25	
	Probable	AM10	93	62	0.49	3.22	9044	1.90	8.34	0.28	3.34	6.74	
	Probable	AM11	120	36	0.22	3.05	2903	1.45	12.97	0.29	6.55	10.07	
	Probable	AM12	278	50	0.36	3.47	17114	0.86	7.30	0.41	1.86	14.06	
	Probable	AM13	60	80	0.30	3.45	4941	0.85	7.40	0.41	1.93	14.34	
	Probable	AM14	60	40	0.23	3.39	1898	0.50	12.28	0.53	3.27	19.15	
	Probable	AM15	60	30	0.35	3.27	2050	0.08	20.60	1.04	2.16	15.59	
	Probable	AM16	60	40	0.47	3.20	3615	0.00	22.31	1.17	1.80	14.68	
Probable	AM17	60	75	0.33	2.89	4233	0.91	8.50	0.38	2.41	10.71		
<i>Sub Total</i>					<i>0.38</i>	<i>3.29</i>	<i>50457</i>	<i>1.07</i>	<i>9.82</i>	<i>0.45</i>	<i>2.61</i>	<i>11.84</i>	
Total Reservas					0.39	3.43	91445	1.10	10.19	0.46	2.79	12.53	
RECURSOS	Inferido	AM18	70	45	0.29	2.64	2442	0.82	7.65	0.34	2.17	9.64	
	Inferido	AM19	70	75	0.40	2.99	6257	0.48	14.99	0.75	2.12	12.57	
	Inferido	AM20	70	50	0.37	3.07	3964	0.03	19.52	1.01	1.74	13.51	
	Inferido	AM21	70	30	0.26	3.16	1739	0.25	14.94	0.71	2.42	15.57	
	Inferido	AM22	70	40	0.24	3.25	2176	0.68	7.88	0.40	2.07	14.11	
	Inferido	AM23	70	100	0.27	3.28	6160	0.77	6.66	0.37	1.73	12.91	
	Inferido	AM24	60	70	0.29	3.29	4058	0.77	6.59	0.36	1.69	12.71	
	Inferido	AM25	278	70	0.32	3.29	20486	0.78	6.57	0.36	1.67	12.65	
	Inferido	AM26	133	36	0.23	3.00	3343	1.55	13.86	0.31	7.00	10.77	
	Inferido	AM27	43	98	0.44	3.05	5701	1.73	7.48	0.25	2.94	5.98	
	<i>Sub Total</i>					<i>0.33</i>	<i>3.17</i>	<i>56326</i>	<i>0.81</i>	<i>9.31</i>	<i>0.45</i>	<i>2.24</i>	<i>11.96</i>
Total Recursos					0.33	3.17	56326	0.81	9.31	0.45	2.24	11.96	
TOTAL GENERAL					0.37	3.33	147771	0.99	9.85	0.45	2.58	12.32	

Fuente. Datos tomados del área de Geología Minera Huinac

Anexo 2

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA CAIRA													
Categoría	Estatus	Block	Largo	Alto	Pot. Veta	PE	Tonelaje	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	
RESERVAS	Probado	CA1	138	30	0.37	3.66	5781.41	1.27	14.65	0.38	7.45	14.93	
	Probado	CA2	36	20	0.39	1.23	340.14	0.37	35.92	0.63	15.82	23.83	
	Probado	CA3	50	25	0.45	3.27	1840.86	1.23	16.30	0.35	7.62	13.95	
	Probado	CA4	72	31	0.36	3.02	2398.68	2.46	7.02	0.09	2.60	5.95	
	Probado	CA5	42	31	0.14	3.02	564.97	3.67	5.40	0.04	1.98	4.40	
	Probado	CA6	68	20	0.37	3.02	1522.91	2.45	7.20	0.09	2.67	6.07	
	Probado	CA7	36	20	0.15	3.02	318.55	3.83	5.20	0.03	1.93	4.44	
	Probado	CA8	20	66	0.36	3.90	1857.39	2.18	10.71	0.14	5.23	9.25	
	<i>Sub Total</i>					<i>0.36</i>	<i>3.38</i>	<i>14625</i>	<i>1.82</i>	<i>12.26</i>	<i>0.25</i>	<i>5.76</i>	<i>11.26</i>
	Probable	CA9	50	24	0.13	2.718	430.04	3.45	4.68	0.03	1.73	4.00	
	Probable	CA10	50	31	0.13	2.72	544.79	3.30	4.86	0.03	1.78	3.96	
	Probable	CA11	79	30	0.26	2.98	1824.05	2.24	7.43	0.09	3.19	6.34	
	Probable	CA12	20	36	0.32	3.51	820.63	1.96	9.64	0.12	4.71	8.33	
	Probable	CA13	148	30	0.33	3.29	4970.51	1.14	13.18	0.35	6.71	13.43	
Probable	CA14	104	20	0.26	3.02	1624.70	2.69	6.85	0.08	2.54	5.79		
<i>Sub Total</i>					<i>0.29</i>	<i>3.16</i>	<i>10215</i>	<i>1.86</i>	<i>10.06</i>	<i>0.21</i>	<i>4.78</i>	<i>9.64</i>	
Total Reservas					0.33	3.29	24840	1.84	11.36	0.23	5.36	10.59	
RECURSOS	Inferido	CA15	154	20	0.23	2.72	1949	2.42	6.17	0.07	2.29	5.21	
	Inferido	CA16	102	20	0.20	2.87	1193	2.85	6.40	0.07	2.37	5.41	
	Inferido	CA17	57	24	0.12	2.45	469	3.10	4.21	0.03	1.56	3.60	
	Inferido	CA18	57	30	0.12	2.45	714	2.97	4.37	0.03	1.60	3.57	
	Inferido	CA19	93	30	0.23	2.68	1966	2.02	6.69	0.08	2.87	5.70	
	Inferido	CA20	158	66	0.26	2.92	8670	1.94	7.30	0.09	3.29	6.26	
	Inferido	CA21	132	50	0.30	2.96	6326	1.03	11.87	0.31	6.03	12.09	
	<i>Sub Total</i>					<i>0.26</i>	<i>2.86</i>	<i>21287</i>	<i>1.83</i>	<i>8.28</i>	<i>0.15</i>	<i>3.83</i>	<i>7.65</i>
Total Recursos					0.26	2.86	21287	1.83	8.28	0.15	3.83	7.65	
TOTAL GENERAL					0.30	3.09	46126	1.84	9.94	0.19	4.65	9.23	

Fuente. Datos tomados del área de Geología Minera Huinac

Anexo 3

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA DON RAUL													
Categoría	Estatus	Block	Largo	Alto	Pot. Veta	PE	Tonelaje	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	
RESERVAS	Probado	DR1	41	40	0.21	3.66	1267	0.89	13.90	0.42	5.17	15.88	
	Probado	DR2	63	40	0.33	3.85	3159	0.60	19.83	0.85	5.71	17.95	
	Probado	DR3	172	40	0.41	3.70	10445	0.55	24.37	1.80	4.30	9.81	
	Probado	DR4	32	40	0.24	3.84	1165	0.62	44.95	2.08	7.75	17.79	
	Probado	DR5	82	18	0.35	3.79	1978	0.54	26.30	1.76	4.46	9.79	
	Probado	DR6	114	17	0.37	3.68	2613	0.49	23.10	1.80	3.86	8.98	
	Probado	DR7	60	40	0.31	3.79	2842	0.43	23.08	1.47	5.03	11.87	
	Probado	DR8	65	20	0.36	3.62	1711	0.27	26.66	1.41	4.83	10.72	
	Probado	DR9	65	60	0.34	3.54	4652	0.25	23.75	1.33	4.36	9.71	
	Probado	DR10	40	36	0.36	3.85	1986	0.42	27.79	1.49	4.52	9.21	
	Probado	DR11	100	24	0.40	3.61	3435	0.57	20.61	1.44	4.03	10.70	
	Probado	DR12	78	24	0.36	3.70	2472	0.69	16.09	0.73	5.11	15.74	
	Sub Total					0.36	3.70	37724	0.51	23.51	1.46	4.66	11.51
	Probable	DR13	104	40	0.24	3.38	3396	0.62	16.32	0.66	5.00	15.62	
	Probable	DR14	204	40	0.29	3.39	8065	0.50	23.79	1.65	4.18	9.55	
	Probable	DR15	40	80	0.29	3.39	3117	0.48	25.76	1.66	4.37	9.94	
	Probable	DR16	82	40	0.31	3.36	3368	0.41	20.78	1.46	4.02	9.44	
	Probable	DR17	142	20	0.30	3.33	2881	0.33	21.98	1.30	4.46	10.30	
	Probable	DR18	142	55	0.30	3.18	7545	0.22	21.37	1.20	3.93	8.74	
	Probable	DR19	100	40	0.32	3.30	4197	0.26	22.78	1.25	4.05	8.82	
	Probable	DR20	100	36	0.34	3.36	4104	0.46	20.92	1.31	3.79	9.14	
Probable	DR21	40	84	0.29	3.29	3199	0.60	16.08	0.91	4.14	12.02		
Sub Total					0.30	3.32	39871	0.41	21.45	1.30	4.17	10.07	
Total Reservas					0.33	3.51	77596	0.46	22.45	1.38	4.41	10.77	
RECURSOS	Inferido	DR22	60	120	0.28	2.99	6096	0.47	16.92	1.02	3.55	9.36	
	Inferido	DR23	60	40	0.24	3.00	1721	0.55	14.58	0.70	4.12	12.48	
	Inferido	DR24	308	50	0.24	3.05	11252	0.48	19.42	1.22	3.98	10.21	
	Inferido	DR25	60	40	0.26	3.05	1908	0.44	21.91	1.48	3.81	8.69	
	Inferido	DR26	60	80	0.26	3.05	3788	0.43	23.18	1.49	3.93	8.95	
	Inferido	DR27	60	115	0.27	2.99	5565	0.29	19.95	1.22	3.71	8.43	
	Inferido	DR28	100	40	0.2949	3.08	3628	0.23	20.96	1.16	3.79	8.36	
	Inferido	DR29	60	40	0.2958	3.00	2127	0.32	19.67	1.15	3.53	8.08	
	Sub Total					0.26	3.03	36084	0.41	19.54	1.19	3.81	9.38
	Total Recursos					0.26	3.03	36084	0.41	19.54	1.19	3.81	9.38
TOTAL GENERAL					0.31	3.36	113680	0.44	21.53	1.32	4.22	10.33	

Fuente. Datos tomados del área de Geología Minera HuinacAnexo 1

Anexo 4

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA ESPERANZA													
Categoría	Estatus	Block	Largo	Alto	Potencia Veta	PE	Tonelaje	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	
RESERVAS	Probado	ES1	130	35	0.54	3.32	8156	0.51	7.28	0.46	2.05	9.46	
	Probado	ES2	58	27	0.50	3.92	3070	0.43	8.78	0.57	1.68	9.50	
	Probado	ES3	89	20	0.51	3.79	3428	0.27	8.87	0.56	1.90	11.53	
	Probado	ES4	221	35	0.67	3.52	18185	0.60	10.81	0.57	3.64	7.87	
	Probado	ES5	37	19	0.66	3.54	1640	0.57	12.24	0.64	3.62	7.55	
	Probado	ES6	61	15	0.69	3.50	2223	0.75	8.31	0.43	3.91	7.23	
	Probado	ES7	18	21	0.39	3.67	535	0.48	24.05	1.32	5.35	13.45	
	Probado	ES8	73	35	0.54	3.64	5014	0.51	7.28	0.46	2.05	9.46	
	Probado	ES29	60	35	0.33	4.01	2772	0.69	11.18	0.67	5.45	18.01	
	Probado	ES30	60	35	0.33	4.01	2772	0.69	11.18	0.67	5.45	18.01	
	Sub Total					0.57	3.60	47795	0.56	9.69	0.55	3.19	9.87
	Probable	ES9	32	87	0.30	3.61	1488	0.62	10.06	0.61	4.91	16.21	
	Probable	ES10	180	35	0.44	3.15	8890	0.50	7.44	0.47	2.62	10.47	
	Probable	ES11	50	38	0.49	2.99	2759	0.46	6.55	0.42	1.85	8.52	
	Probable	ES12	50	47	0.45	3.47	3697	0.31	7.95	0.51	1.61	9.51	
	Probable	ES13	50	57	0.60	3.17	5424	0.54	9.84	0.51	3.27	7.06	
	Probable	ES14	37	15	0.61	3.17	1074	0.61	8.98	0.47	3.41	6.63	
	Probable	ES15	61	20	0.62	3.15	2400	0.68	7.48	0.39	3.52	6.51	
	Probable	ES16	29	53	0.57	3.18	2789	0.63	10.23	0.54	3.77	7.59	
	Probable	ES17	30	57	0.35	3.30	1962	0.43	21.65	1.19	4.81	12.11	
	Probable	ES18	41	35	0.60	3.17	2961	0.54	9.73	0.51	3.27	7.08	
Probable	ES31	89	18	0.58	3.21	2970	0.49	9.45	0.51	3.02	7.61		
Sub Total					0.51	3.21	36415	0.51	9.27	0.53	3.02	8.93	
Total Reservas					0.54	3.43	84210	0.54	9.51	0.54	3.12	9.47	
RECURSOS	Inferido	ES19	176	40	0.39	2.83	8132	0.45	6.70	0.42	2.36	9.42	
	Inferido	ES20	100	35	0.40	2.80	3958	0.44	6.51	0.41	2.20	9.00	
	Inferido	ES21	70	38	0.42	2.94	3286	0.34	6.61	0.42	1.54	8.18	
	Inferido	ES22	70	47	0.41	3.12	4193	0.28	7.15	0.46	1.45	8.56	
	Inferido	ES23	70	18	0.46	3.02	1741	0.35	7.76	0.46	2.02	7.80	
	Inferido	ES24	70	57	0.54	2.85	6151	0.49	8.85	0.46	2.94	6.35	
	Inferido	ES25	70	15	0.54	2.85	1623	0.50	8.73	0.46	2.96	6.29	
	Inferido	ES26	70	20	0.56	2.84	2220	0.59	7.15	0.37	3.13	5.89	
	Inferido	ES27	24	57	0.31	2.97	1870	0.39	19.48	1.07	4.33	10.89	
	Inferido	ES28	32	53	0.45	2.99	2485	0.51	8.86	0.49	3.44	9.12	
Sub Total					0.44	2.90	35659	0.43	8.09	0.47	2.50	8.24	
Total Recursos					0.44	2.90	35659	0.43	8.09	0.47	2.50	8.24	
TOTAL GENERAL					0.51	3.28	119869	0.51	9.09	0.52	2.93	9.10	

Fuente. Datos tomados del área de Geología Minera Huinac

Anexo 5

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA MADRUGADA													
Categoría	Estatus	Block	Largo	Alto	Potencia Veta	PE	Tonelaje	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	
RESERVAS	Probado	MA1	120	25	0.56	3.32	5647	1.37	8.90	0.30	4.17	12.18	
	Probado	MA2	96	20	0.91	3.48	6106	1.05	17.42	0.58	5.21	8.21	
	Probado	MA3	50	39	0.50	3.59	3484	1.53	33.85	0.97	10.28	16.12	
	Probado	MA4	33	30	0.39	4.15	1613	1.36	64.15	1.22	21.93	26.49	
	Probado	MA5	20	54	0.39	4.15	1759	1.36	64.15	1.22	21.93	26.49	
	<i>Sub Total</i>					0.63	3.57	18610	1.29	26.38	0.68	8.87	14.21
	Probable	MA6	125	25	0.50	2.98	4776	1.23	8.01	0.27	3.75	10.96	
	Probable	MA7	92	20	0.82	3.14	4749	0.95	15.68	0.52	4.69	7.39	
	Probable	MA8	50	25	0.45	3.23	1809	1.38	30.46	0.87	9.26	14.51	
	Probable	MA9	23	30	0.35	3.73	911	1.22	57.74	1.10	19.74	23.84	
	Probable	MA10	18	32	0.35	3.73	760	1.22	57.74	1.10	19.74	23.84	
	Probable	MA11	55	40	0.35	3.73	2903	1.22	57.74	1.10	19.74	23.84	
	Probable	MA12	45	54	0.31	3.32	1290	1.09	51.32	0.98	17.54	21.19	
	Probable	MA13	25	105	0.31	3.32	1290	1.09	51.32	0.98	17.54	21.19	
<i>Sub Total</i>					0.51	3.28	18489	1.15	30.52	0.70	10.41	15.01	
Total Reservas					0.57	3.43	37098	1.22	28.44	0.69	9.64	14.61	
RECURSOS	Inferido	MA14	81	50	0.45	2.69	5210	1.11	7.21	0.24	3.38	9.86	
	Inferido	MA15	86	30	0.73	2.82	5438	0.85	14.11	0.47	4.22	6.65	
	Inferido	MA16	30	40	0.74	2.83	2595	0.85	14.16	0.47	4.23	6.67	
	Inferido	MA17	50	31	0.35	2.94	1699	1.13	35.23	0.83	11.44	15.56	
	Inferido	MA18	30	105	0.28	2.99	2750	0.98	46.19	0.88	15.79	19.07	
	Inferido	MA19	80	65	0.25	2.66	3560	0.87	41.06	0.78	14.04	16.95	
	<i>Sub Total</i>					0.50	2.79	21253	0.96	22.78	0.55	7.73	11.49
Total Recursos					0.50	2.79	21253	0.96	22.78	0.55	7.73	11.49	
TOTAL GENERAL					0.55	3.20	58351	1.13	26.38	0.64	8.95	13.47	

Fuente. Datos tomados del área de Geología Minera Huinac

Anexo 6

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA PAPA FRANCISCO													
Categoría	Estatus	Block	Largo	Alto	Potencia Veta	PE	Tonelaje	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	
RESERVAS	Probado	PF1	355	25	0.51	3.49	15883	0.49	12.25	0.54	5.85	14.18	
	<i>Sub Total</i>					0.51	3.49	15883	0.49	12.25	0.54	5.85	14.18
	Probable	PF2	100	25	0.46	3.14	3624	0.44	11.02	0.49	5.27	12.76	
	Probable	PF3	355	25	0.41	3.14	11420	0.44	11.02	0.49	5.27	12.76	
	<i>Sub Total</i>					0.42	3.14	15044	0.44	11.02	0.49	5.27	12.76
Total Reservas					0.47	3.32	30926	0.47	11.65	0.52	5.57	13.49	
RECURSOS	Inferido	PF4	355	25	0.37	2.82	9263	0.40	9.92	0.44	4.74	11.48	
	<i>Sub Total</i>					0.37	2.82	9263	0.40	9.92	0.44	4.74	11.48
	Total Recursos					0.37	2.82	9263	0.40	9.92	0.44	4.74	11.48
TOTAL GENERAL					0.45	3.20	40189	0.45	11.25	0.50	5.38	13.03	

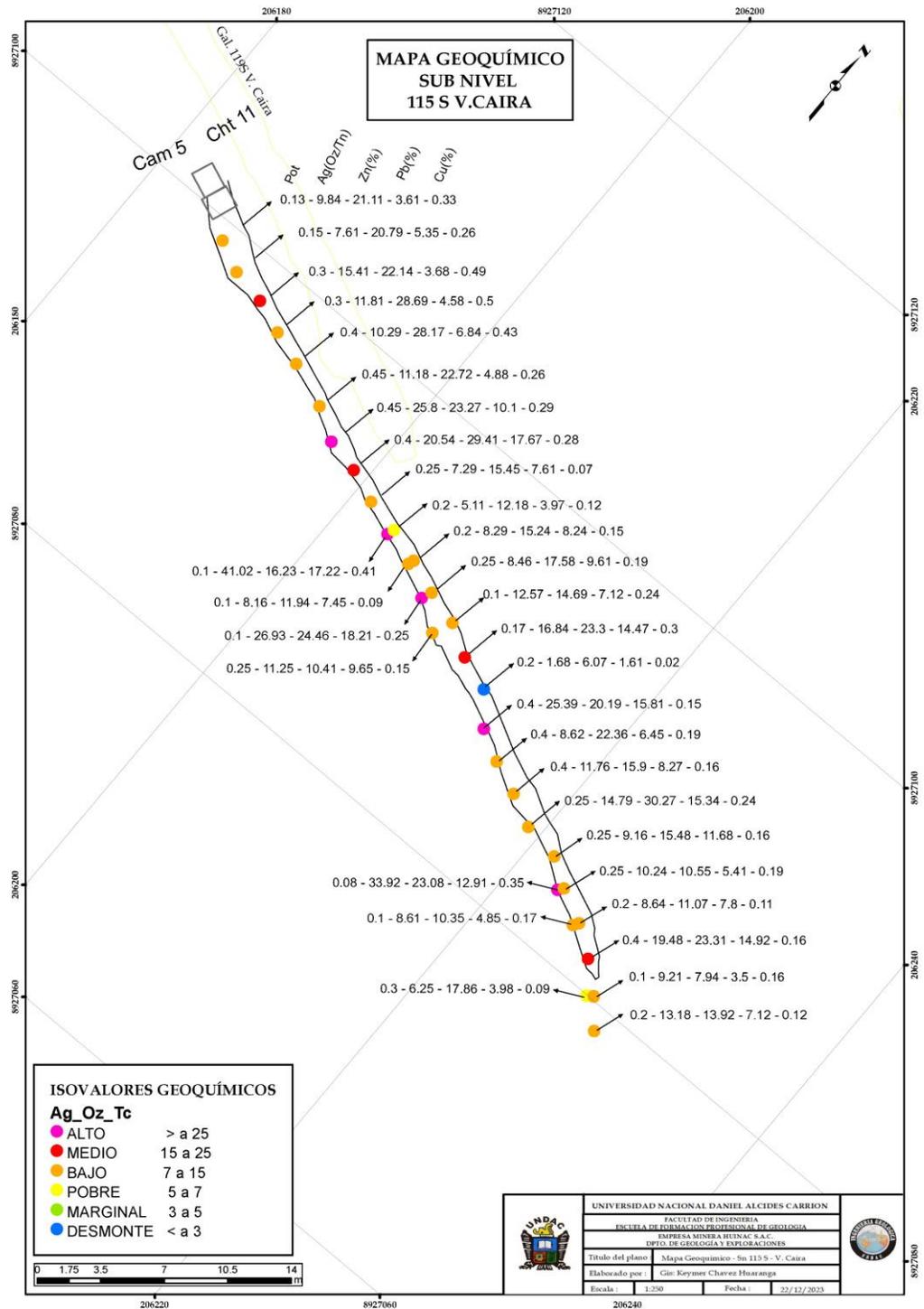
Fuente. Datos tomados del área de Geología Minera Huinac

Anexo 7

CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS VETA PIERINA													
Categoría	Estatus	Block	Largo	Alto	Potencia Veta	PE	Tonelaje	Au g/Tm	Ag Oz/Tc	Cu%	Pb%	Zn%	
RESERVAS	Probado	PI1	76	56	0.28	3.50	4147	1.28	5.89	0.09	4.38	7.25	
	Probado	PI2	83	56	0.67	3.74	11699	0.74	19.90	1.06	6.18	14.55	
	Probado	PI3	110	56	0.81	3.81	19077	0.66	23.06	0.93	6.48	13.86	
	Probado	PI4	87	56	0.85	3.95	16382	0.36	26.52	1.57	3.45	15.55	
	Probado	PI5	48	31	0.57	4.03	3389	0.44	27.73	2.13	3.12	18.56	
	Probado	PI6	80	30	0.88	4.06	8554	0.15	29.66	1.81	3.67	17.87	
	Probado	PI7	51	37	1.03	3.86	7535	0.18	33.21	1.83	4.10	18.01	
	Probado	PI8	80	27	0.83	3.96	7099	0.46	31.43	2.28	0.88	1.75	
	Probado	PI9	75	23	0.40	3.79	2598	1.06	20.37	2.02	0.39	0.91	
	Probado	PI10	36	35	0.55	3.70	2567	0.93	19.07	1.61	0.73	2.44	
	Probado	PI11	42	22	0.57	3.87	2051	1.31	26.09	1.30	2.28	11.66	
	Probado	PI12	38	16	0.45	3.58	970	1.98	22.29	0.38	9.74	19.27	
	Probado	PI13	28	24	0.65	3.32	1444	1.66	7.10	0.11	2.25	3.65	
	Probado	PI14	90	20	0.65	3.19	3701	1.24	3.19	0.03	1.03	1.59	
	Probado	PI15	83	20	0.45	3.54	2638	4.12	16.34	0.12	8.77	10.27	
	Probado	PI16	69	37	0.35	4.18	3757	1.83	15.15	0.28	10.25	21.25	
	Probado	PI17	69	35	0.47	3.56	4032	0.86	16.10	0.49	7.32	17.95	
	<i>Sub Total</i>					<i>0.72</i>	<i>3.82</i>	<i>101641</i>	<i>0.77</i>	<i>22.79</i>	<i>1.23</i>	<i>4.58</i>	<i>13.03</i>
	Probable	PI18	355	70	0.67	3.43	57572	0.57	19.85	0.99	4.75	12.62	
	Probable	PI19	122	27	0.72	3.57	8484	0.33	24.06	1.50	3.05	14.46	
	Probable	PI20	75	82	0.65	3.60	14345	0.34	24.79	1.73	2.66	13.50	
	Probable	PI21	36	30	0.50	3.33	1782	0.84	17.16	1.45	0.66	2.19	
	Probable	PI22	146	33	0.52	3.48	8661	1.18	23.48	1.17	2.05	10.49	
	Probable	PI23	65	27	0.47	3.20	2665	1.00	20.10	1.17	1.52	7.46	
	Probable	PI24	30	24	0.47	3.20	1093	1.00	20.10	1.17	1.52	7.46	
	Probable	PI25	30	33	0.49	2.82	1383	1.26	7.98	0.12	3.28	6.22	
	Probable	PI26	125	34	0.49	2.82	5938	1.26	7.98	0.12	3.28	6.22	
	Probable	PI27	69	26	0.40	3.22	2318	1.78	20.06	0.34	8.76	17.34	
	Probable	PI28	90	20	0.58	2.87	2998	1.12	2.87	0.02	0.93	1.43	
	Probable	PI29	40	73	0.58	2.90	4925	1.22	3.86	0.04	1.24	1.95	
	Probable	PI30	41	19	0.40	3.19	1003	3.70	14.71	0.11	7.89	9.24	
	Probable	PI31	34	40	0.40	3.19	1751	3.70	14.71	0.11	7.89	9.24	
	Probable	PI32	50	112	0.34	3.33	6392	1.64	11.69	0.23	6.75	12.93	
<i>Sub Total</i>					<i>0.61</i>	<i>3.37</i>	<i>121311</i>	<i>0.82</i>	<i>18.63</i>	<i>0.95</i>	<i>3.96</i>	<i>11.32</i>	
Total Reservas					0.66	3.57	222953	0.80	20.53	1.08	4.24	12.10	
RECURSOS	Inferido	PI33	50	70	0.31	2.99	3236	1.48	10.52	0.21	6.07	11.64	
	Inferido	PI34	355	70	0.61	3.09	46634	0.51	17.86	0.89	4.27	11.36	
	Inferido	PI35	50	70	0.61	3.09	6568	0.51	17.86	0.89	4.27	11.36	
	Inferido	PI36	50	231	0.57	3.24	21203	0.43	20.92	1.50	2.06	9.94	
	Inferido	PI37	36	38	0.46	3.11	1964	1.01	20.16	1.10	1.63	8.17	
	Inferido	PI38	146	40	0.46	3.13	8503	1.06	21.13	1.05	1.84	9.44	
	Inferido	PI39	65	40	0.43	2.88	3198	0.90	18.09	1.05	1.37	6.72	
	Inferido	PI40	30	40	0.43	2.88	1476	0.90	18.09	1.05	1.37	6.72	
	Inferido	PI41	30	40	0.44	2.69	1412	1.03	12.00	0.52	2.25	6.09	
	Inferido	PI42	96	40	0.45	2.54	4346	1.13	7.18	0.11	2.95	5.60	
	Inferido	PI43	69	40	0.42	2.64	3075	1.26	10.24	0.17	4.34	8.41	
	Inferido	PI44	90	40	0.45	2.72	4428	1.26	9.33	0.15	3.91	7.53	
	Inferido	PI45	40	40	0.52	2.60	2176	1.06	3.14	0.03	1.01	1.58	
	Inferido	PI46	50	100	0.50	2.66	6587	1.48	5.13	0.05	2.13	2.87	
	Inferido	PI47	50	40	0.36	2.87	2086	3.33	13.24	0.10	7.10	8.32	
	Inferido	PI48	50	72	0.32	2.97	3424	1.87	11.11	0.18	6.30	10.92	
	Inferido	PI49	72	35	0.65	3.21	5257	0.30	21.65	1.35	2.75	13.01	
<i>Sub Total</i>					<i>0.54</i>	<i>3.03</i>	<i>125570</i>	<i>0.79</i>	<i>16.51</i>	<i>0.85</i>	<i>3.42</i>	<i>9.70</i>	
Total Recursos					0.54	3.03	125570	0.79	16.51	0.85	3.42	9.70	
TOTAL GENERAL					0.62	3.38	348523	0.79	19.08	0.99	3.95	11.24	

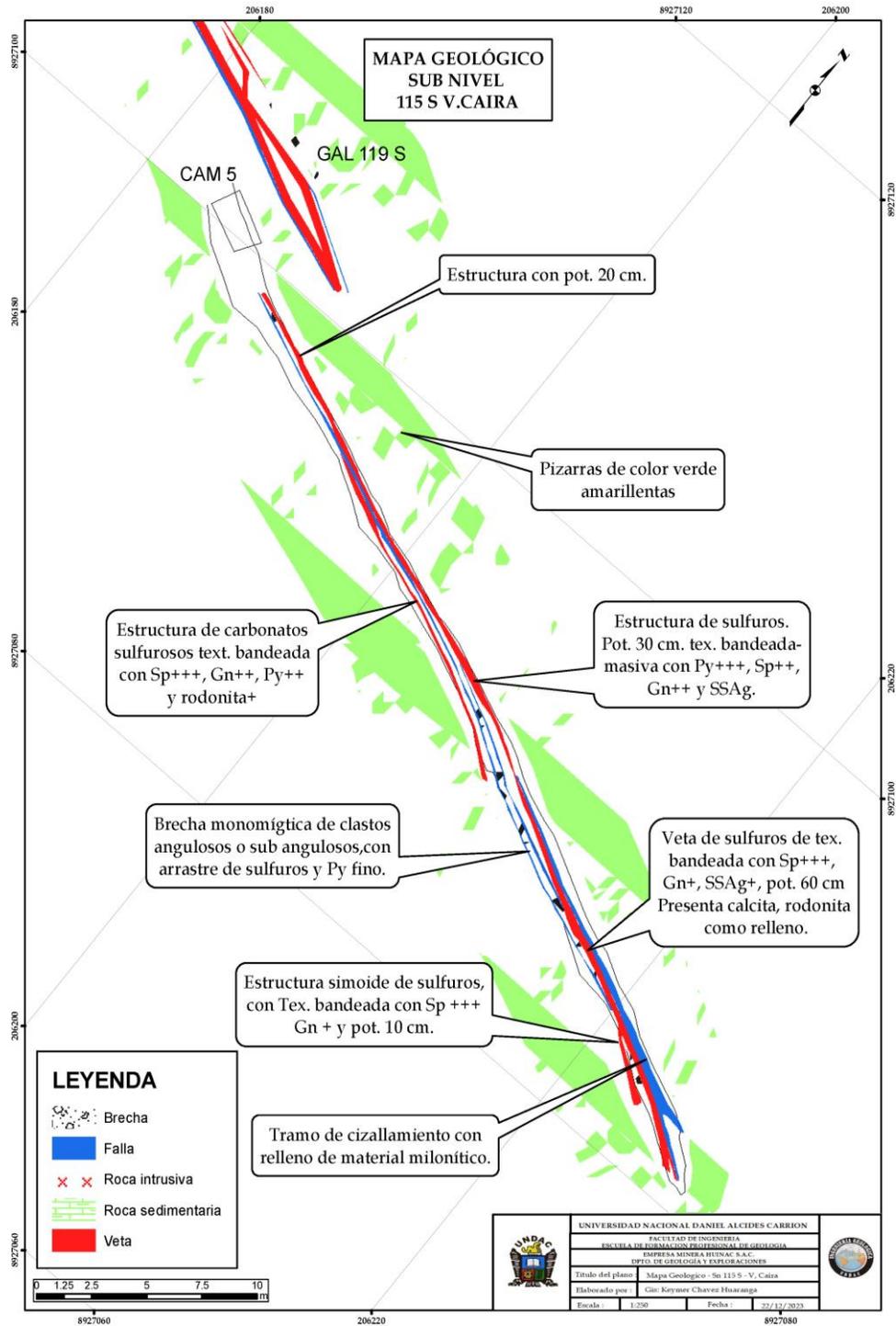
Fuente. Datos tomados del área de Geología Minera Huinac

Anexo 8



Fuente. Elaboración propia.

Anexo 9

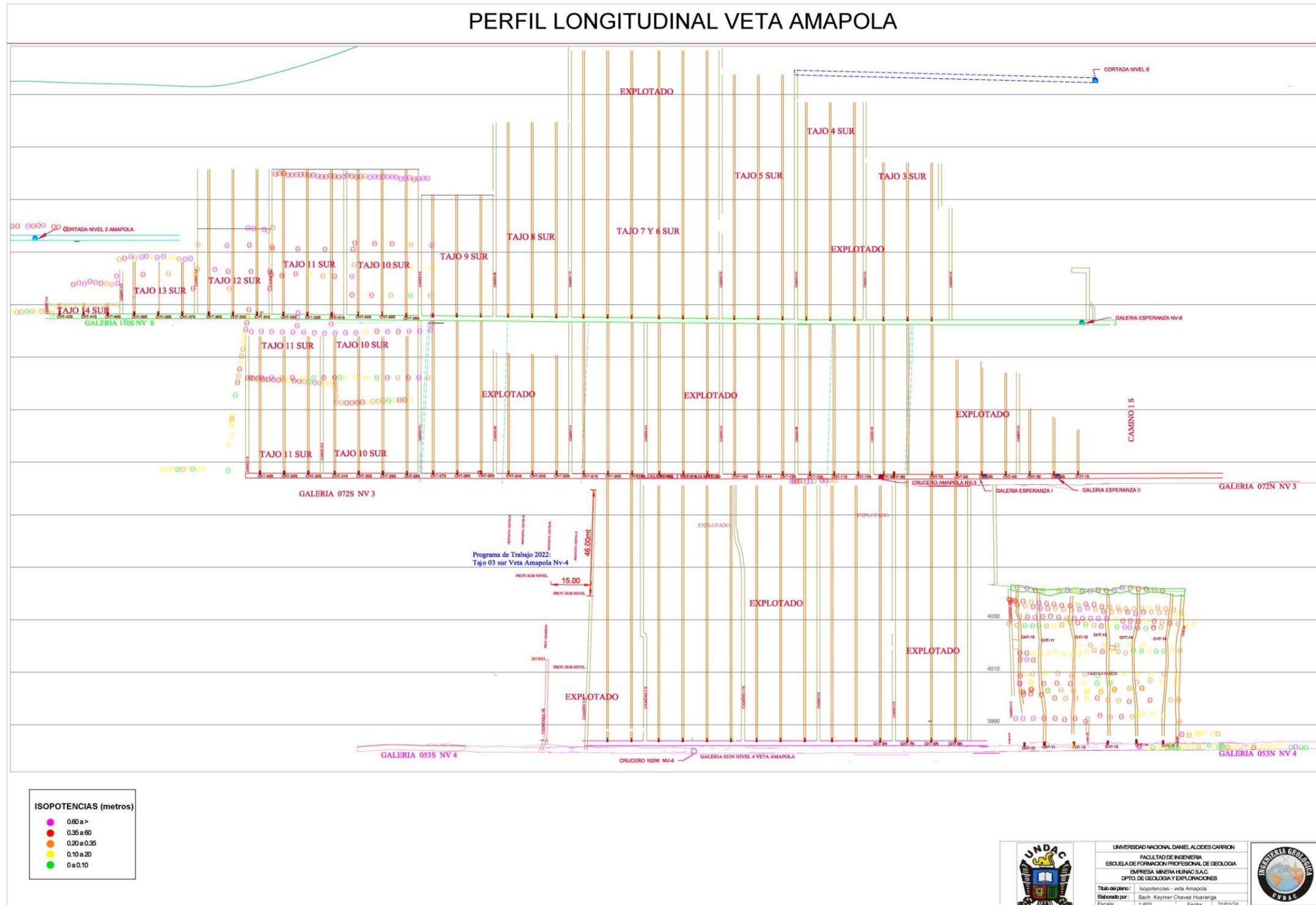


Fuente. Elaboración propia.

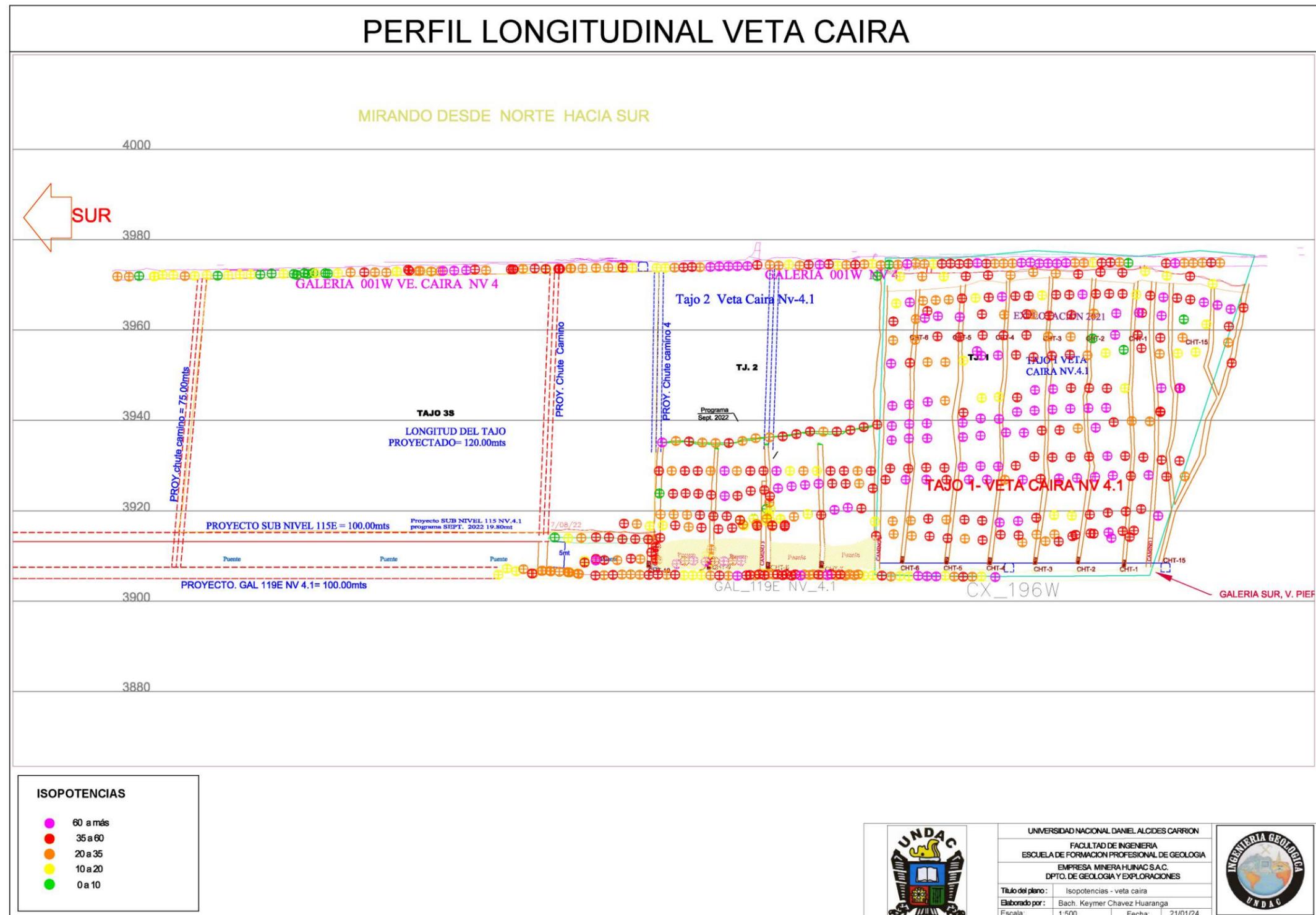
Anexo 10



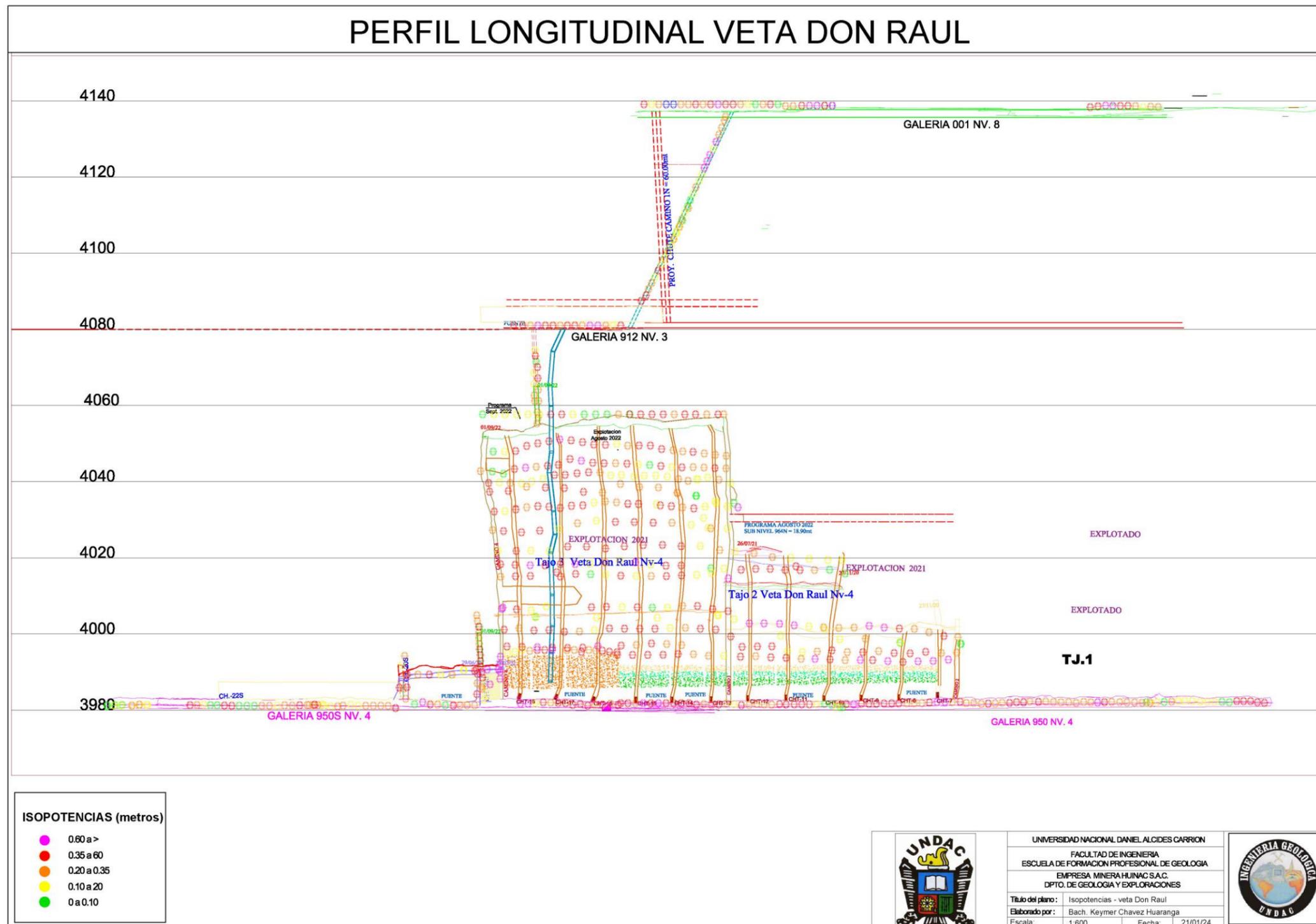
Fuente. Elaboración propia.



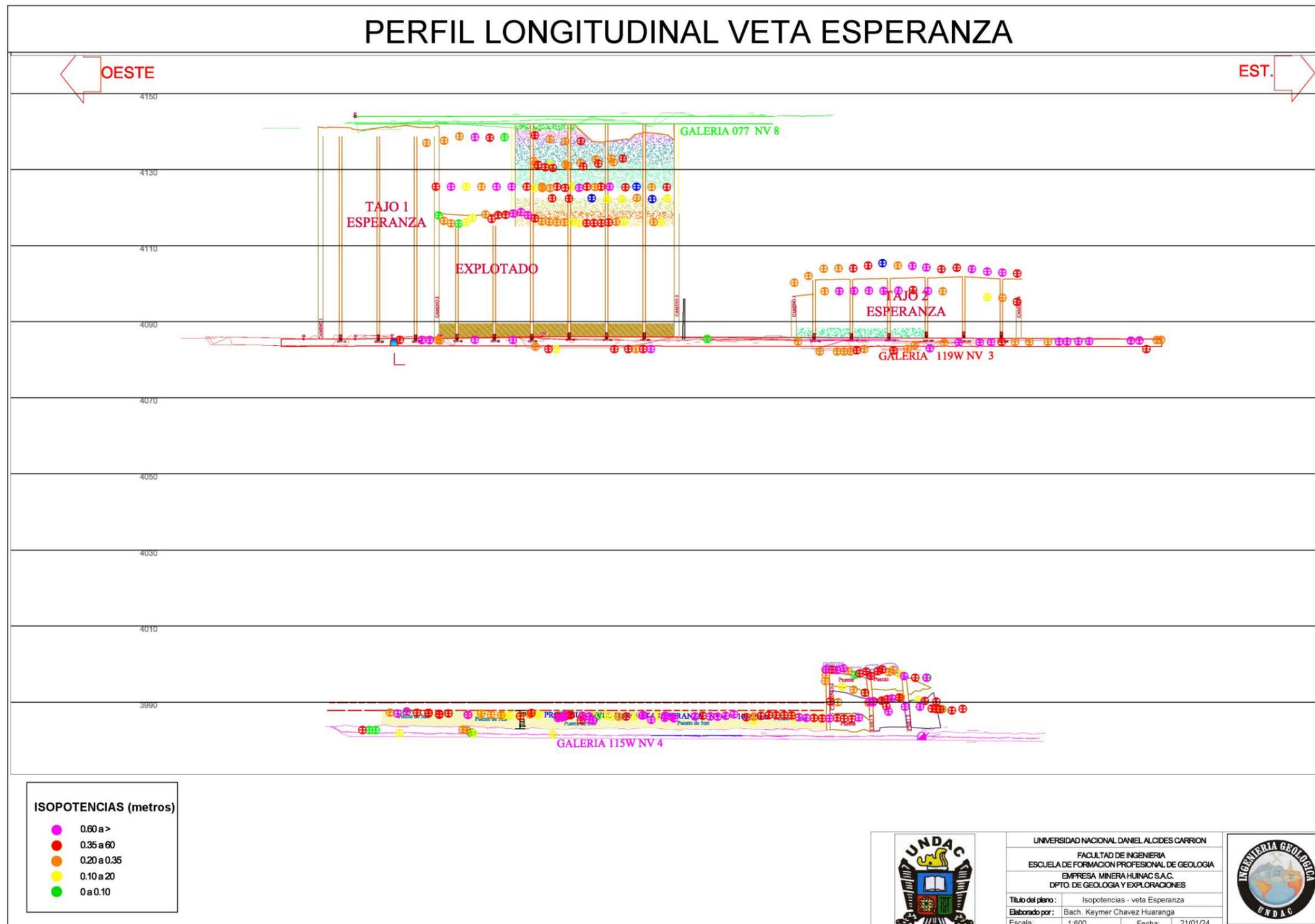
Fuente. Elaboración propia - figura 9 perfil longitudinal- isopotencia de la veta Amapola



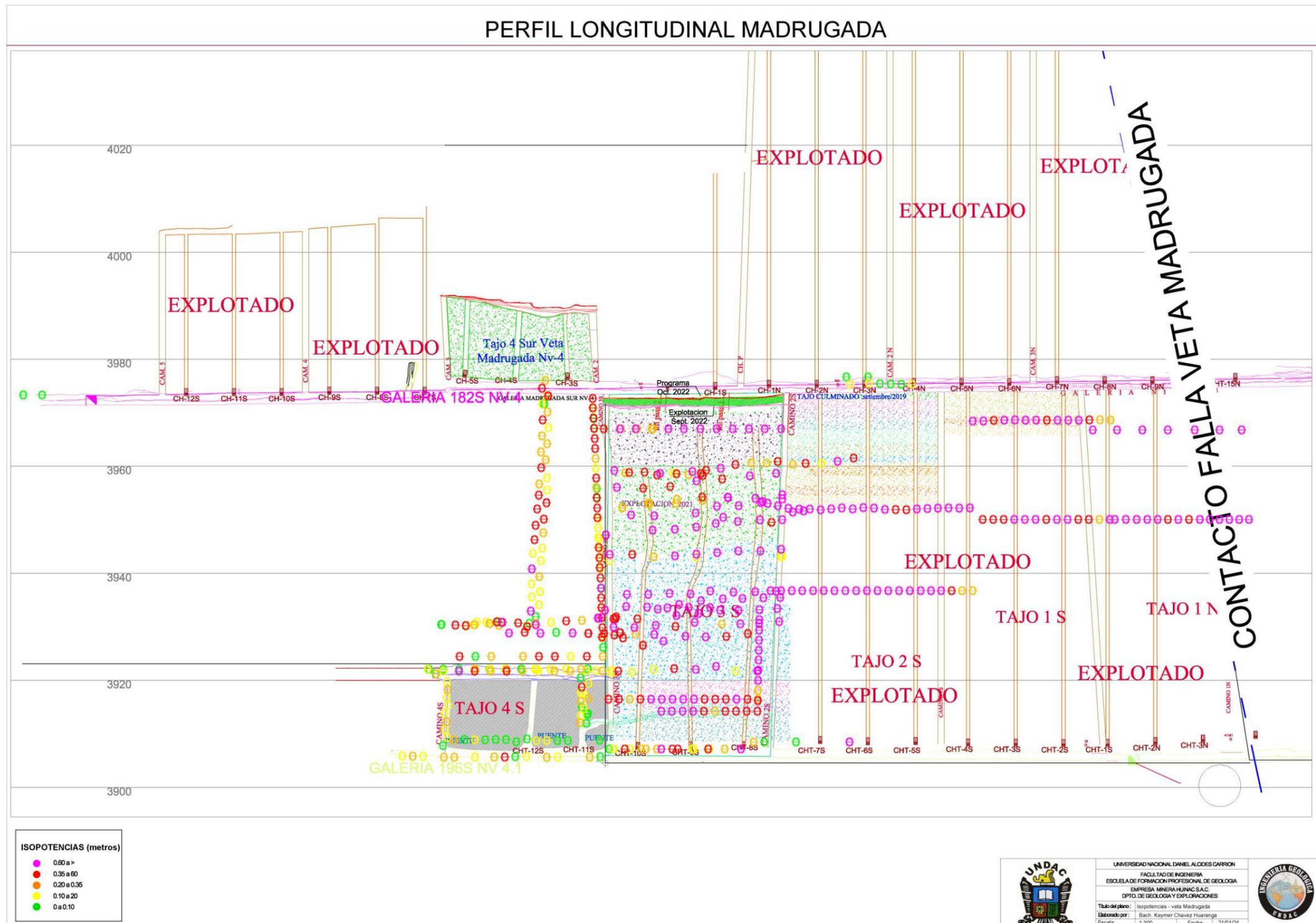
Fuente. Elaboración propia - Figura 10 perfil longitudinal- isopotencia de la veta Caira



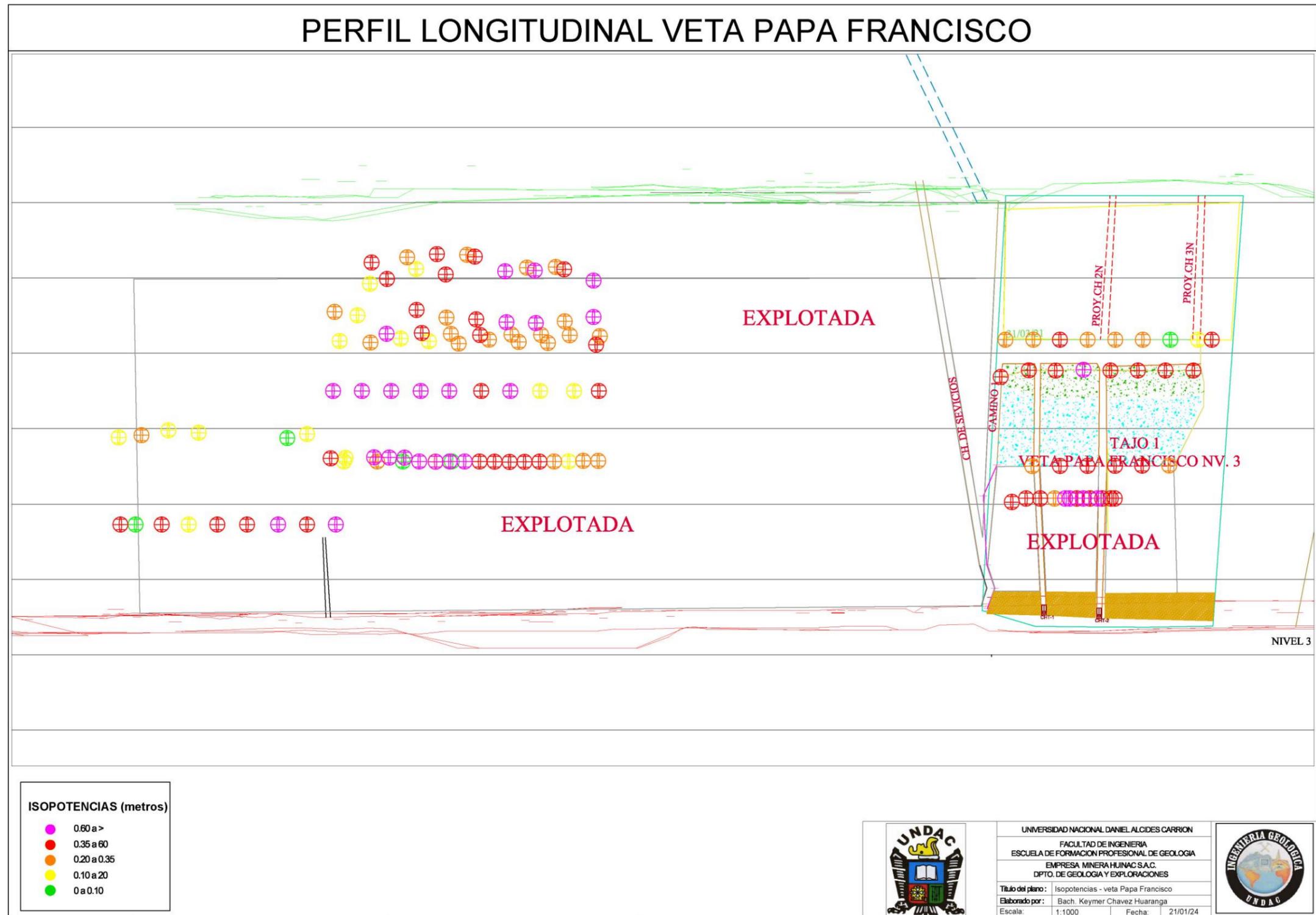
Fuente. Elaboración propia - Figura 11 perfil longitudinal- isopotencia de la veta Don Raul



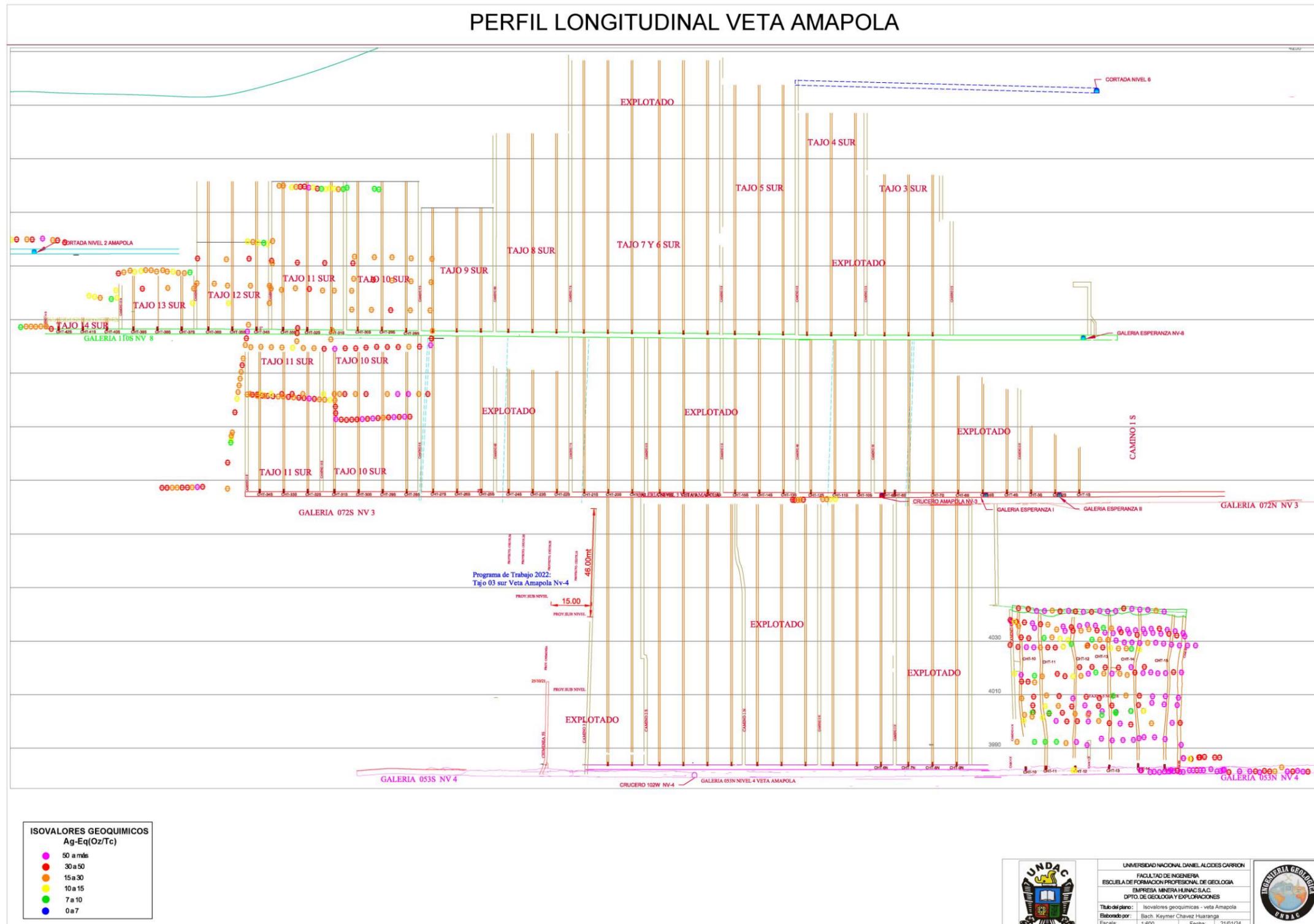
Fuente. Elaboración propia - figura 12 perfil longitudinal- isopotencia de la veta Esperanza



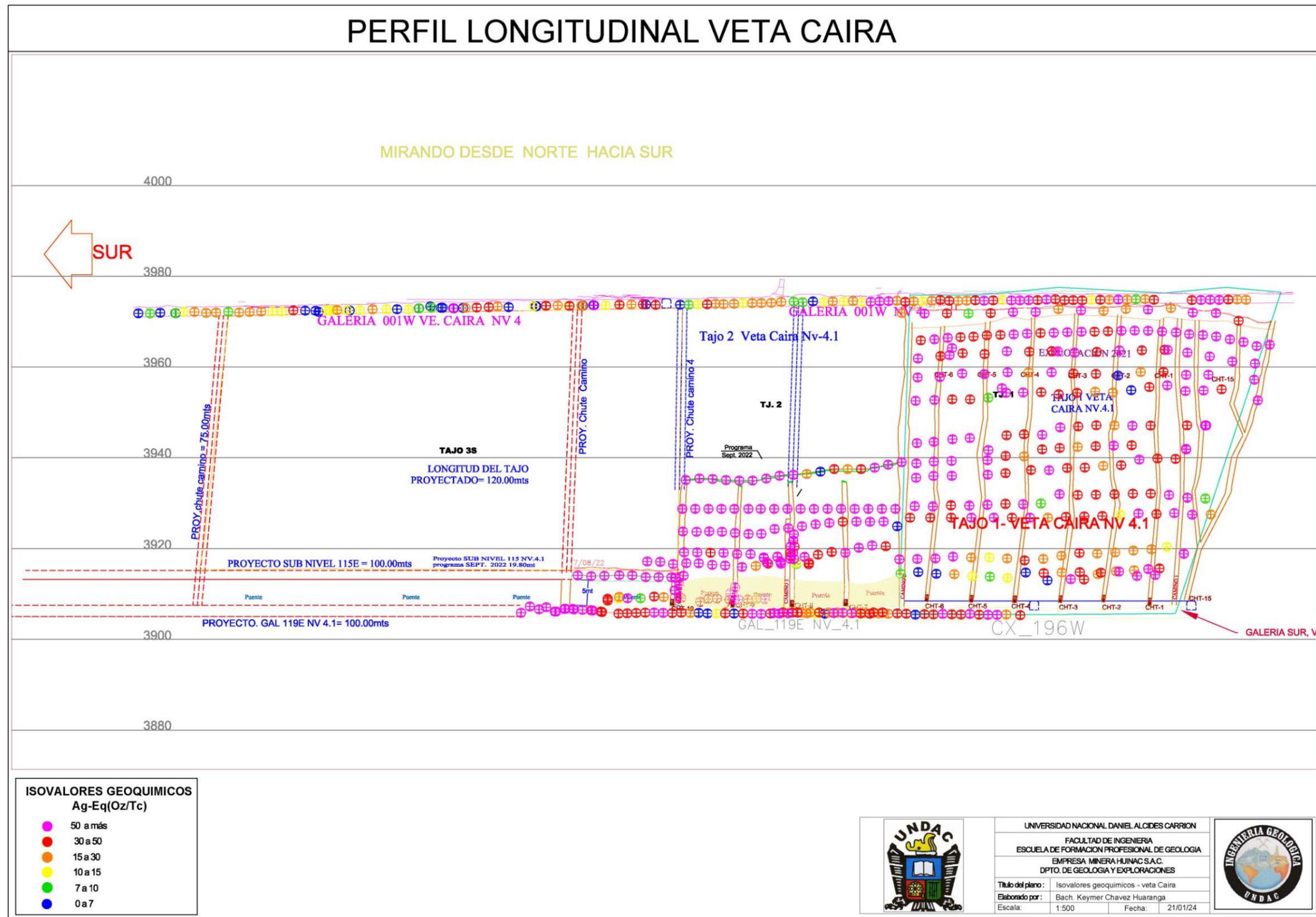
Fuente. Elaboración propia – figura 13 perfil longitudinal - isopotencia de la veta Madrugada



Fuente. Elaboración propia - figura 14 perfil longitudinal - isopotencia de la veta Papa Francisco



Fuente. Elaboración propia - figura 16 perfil longitudinal - isovalores de la veta Amapola



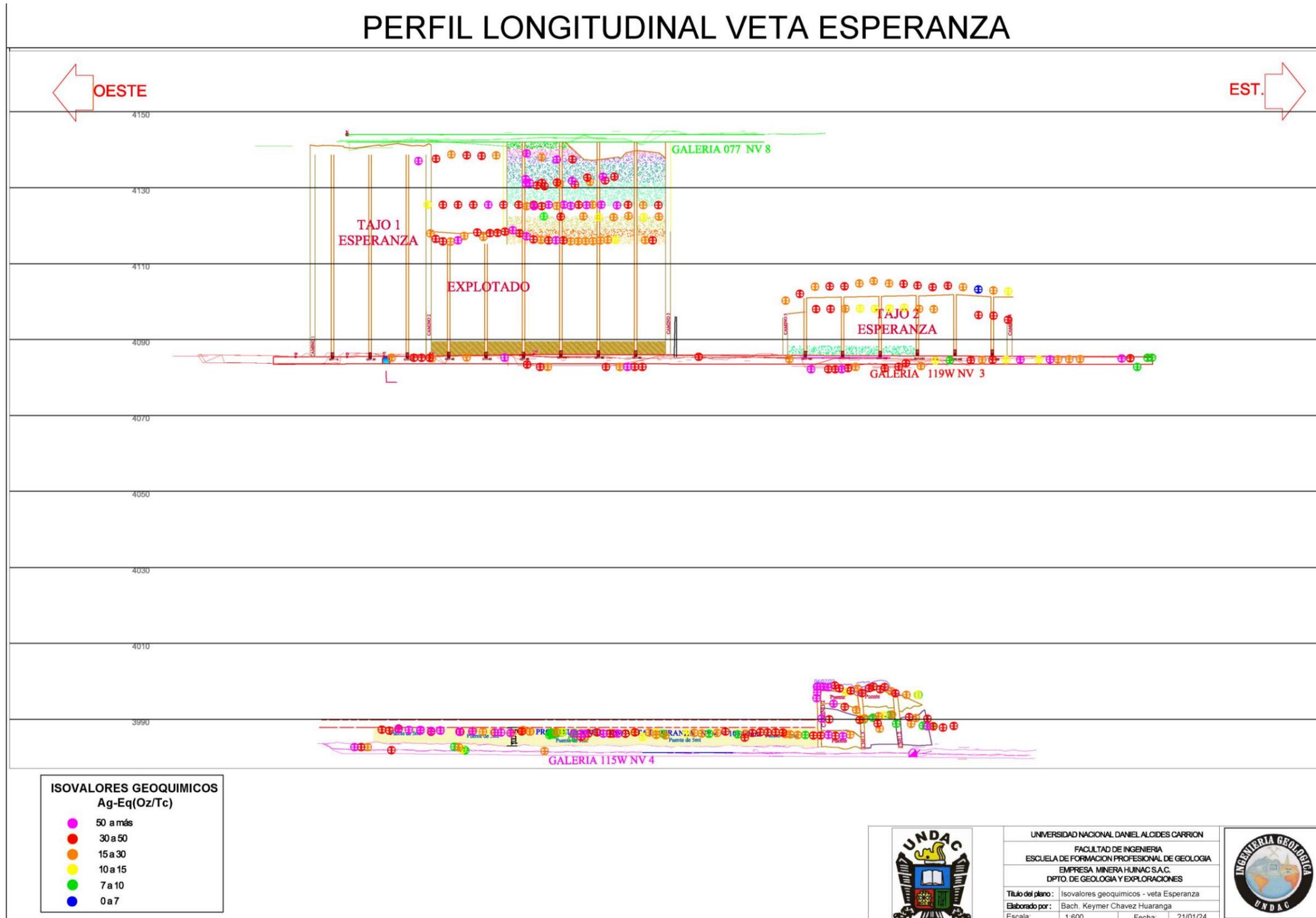
Fuente. Elaboración propia - figura 17 perfil longitudinal- isovalores de la veta Caira

PERFIL LONGITUDINAL VETA DON RAUL

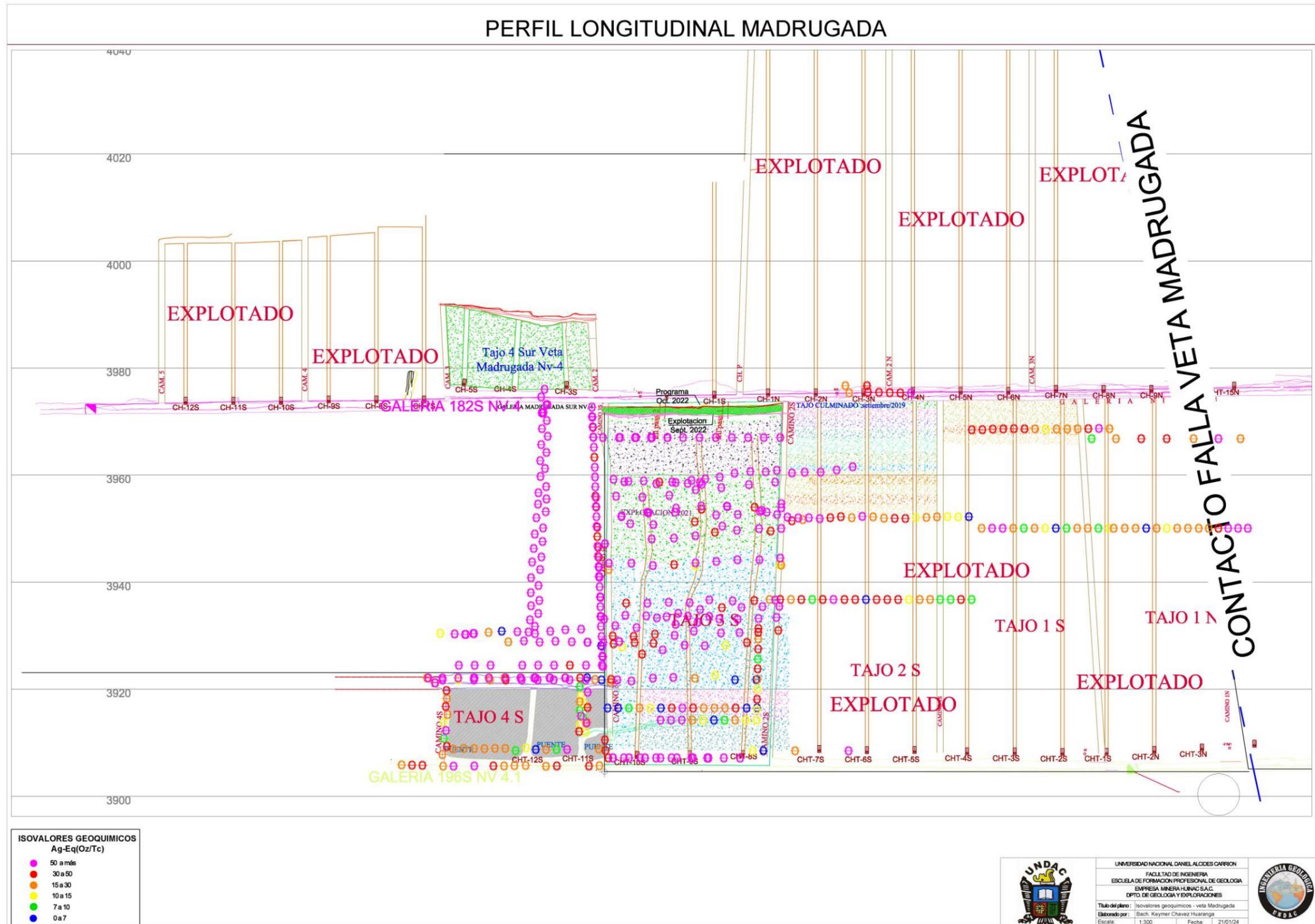


Fuente. Elaboración propia - figura 18 perfil longitudinal - isovalores de la veta Don Raul

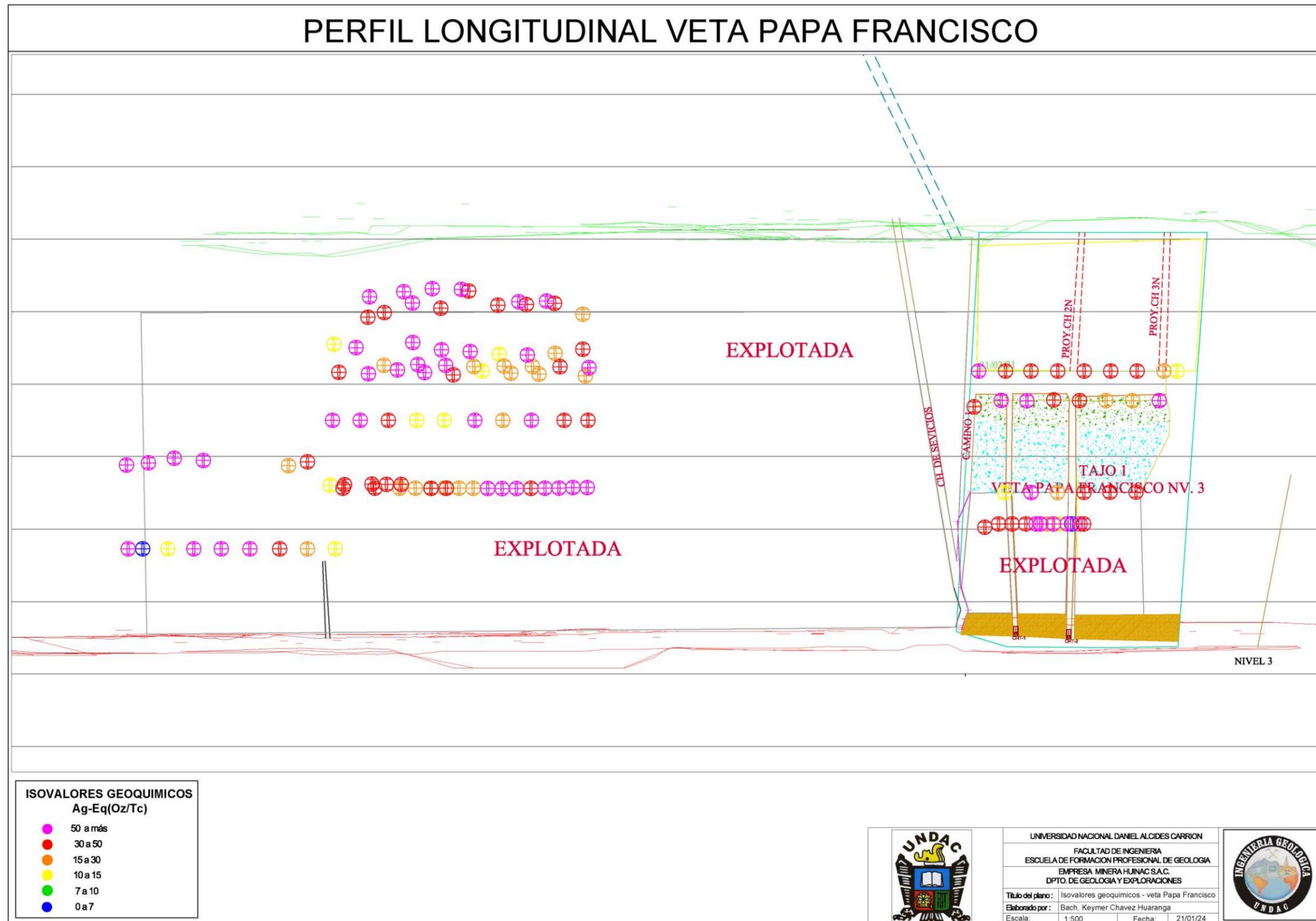
PERFIL LONGITUDINAL VETA ESPERANZA



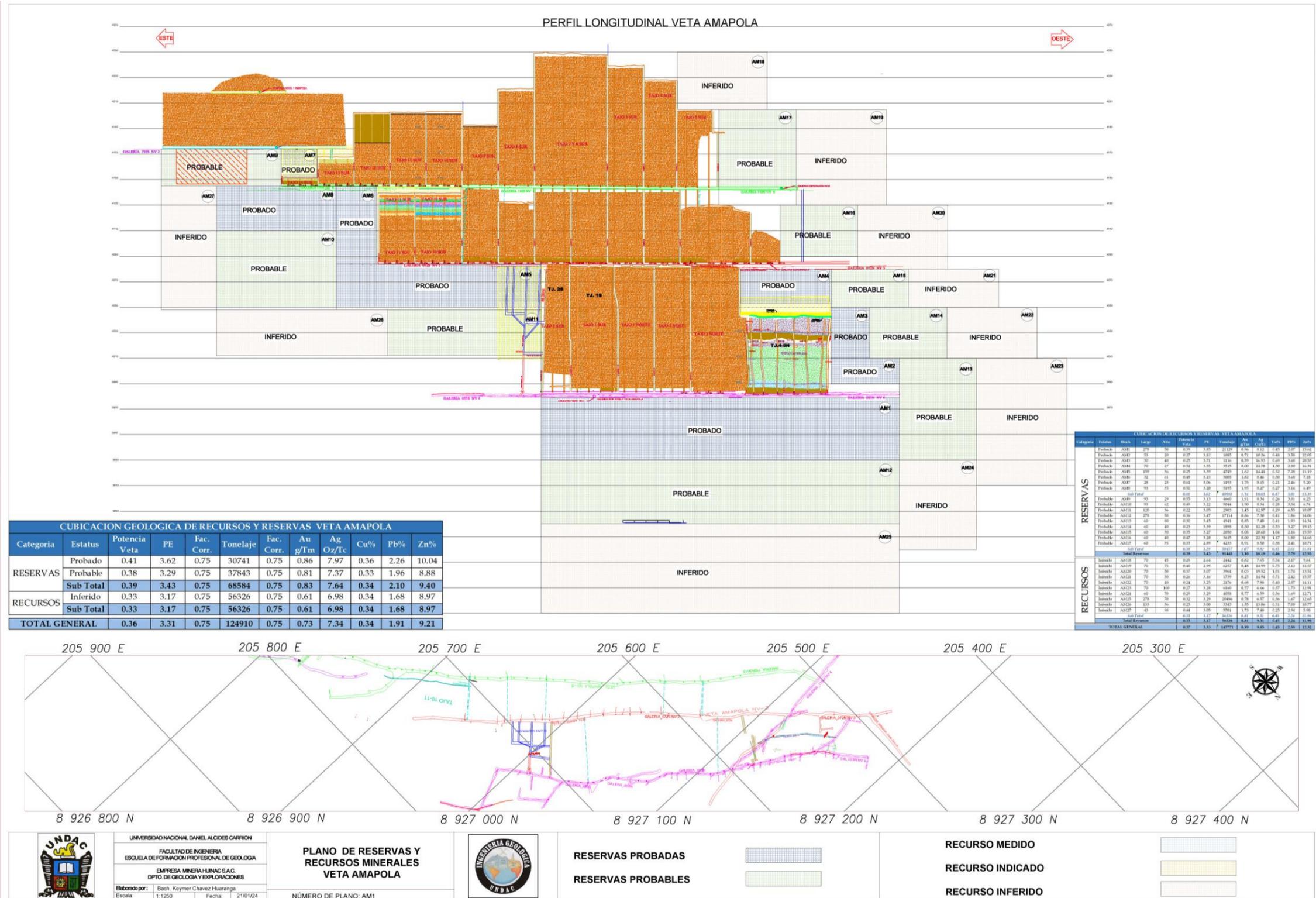
Fuente. Elaboración propia - figura 19 perfil longitudinal - isovalores de la veta Esperanza



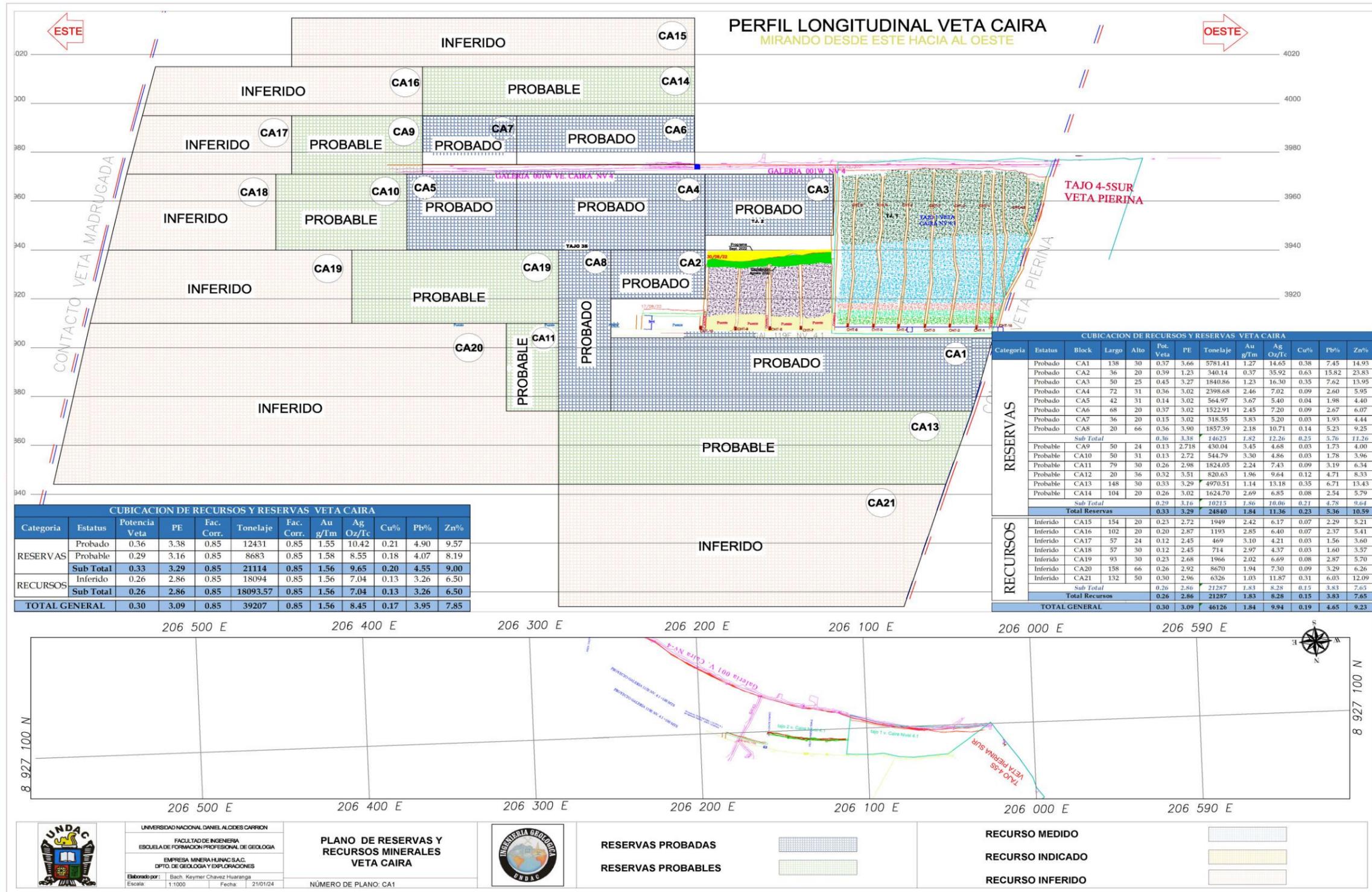
Fuente. Elaboración propia - figura 20 perfil longitudinal - isovalores de la veta Madrugada



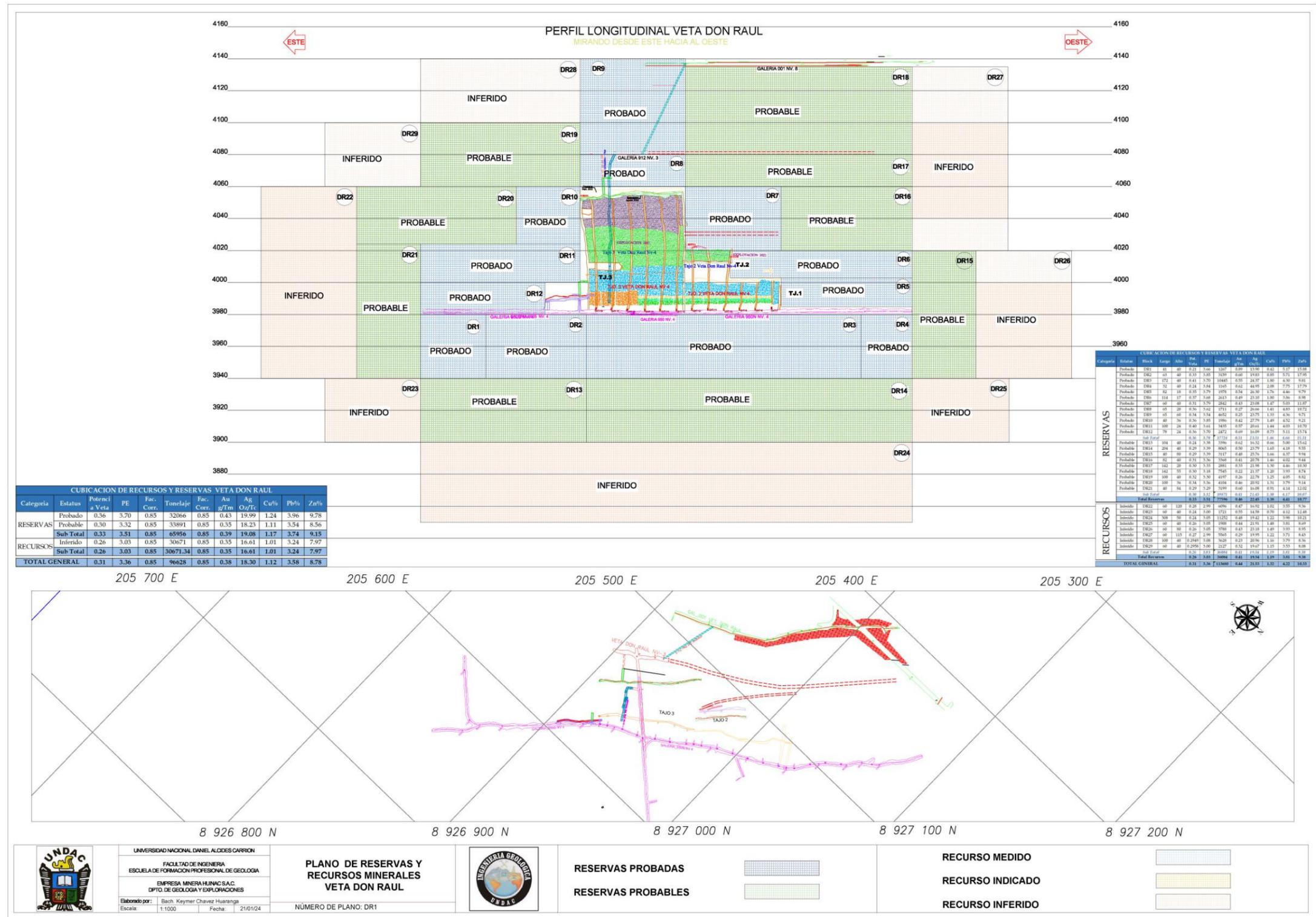
Fuente. Elaboración propia - figura 21 perfil longitudinal - isovalores de la veta Papa Francisco



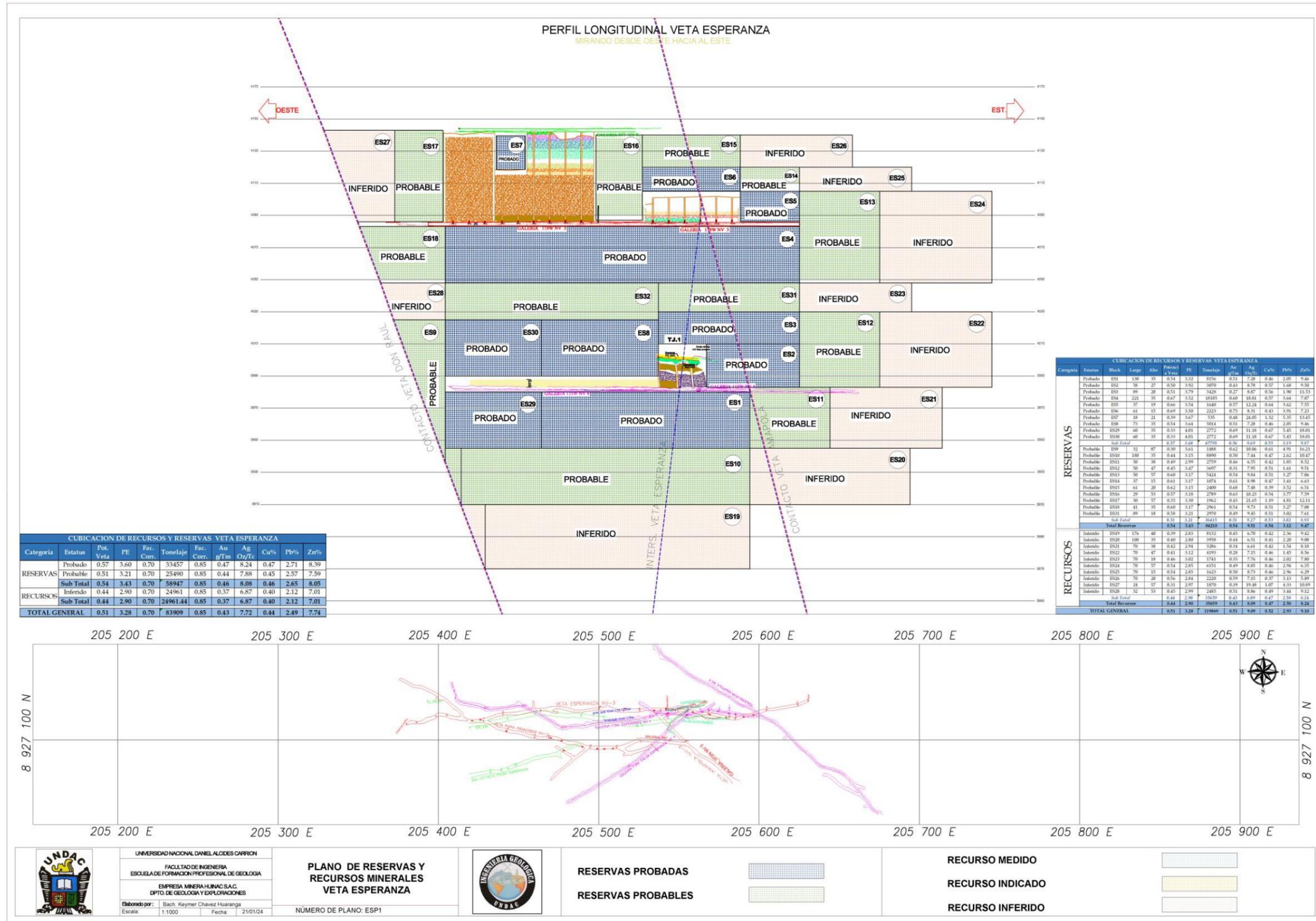
Fuente. Elaboración propia - figura 23 plano de reservas y recursos de la veta Amapola



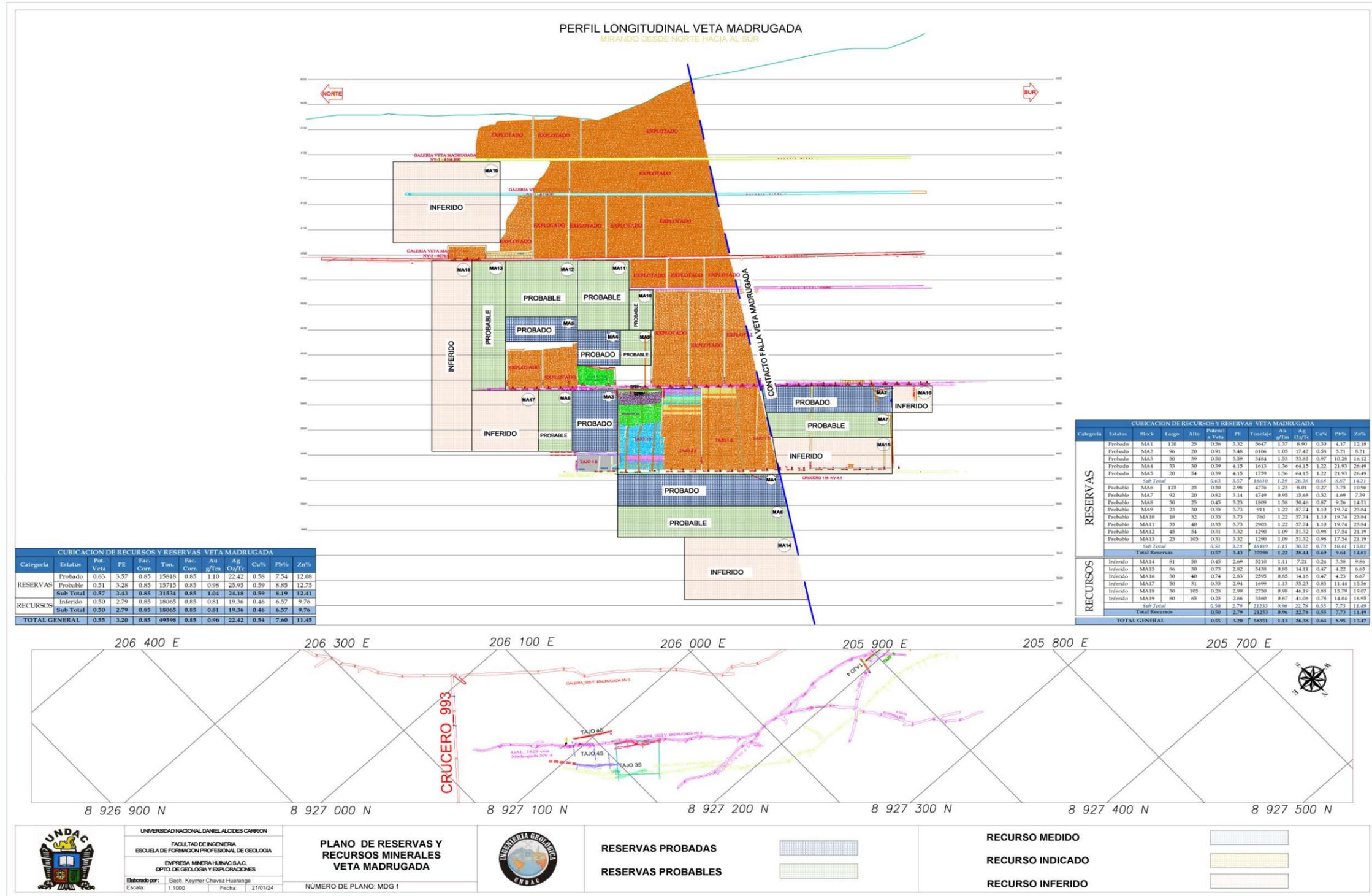
Fuente. Elaboración propia - figura 24 plano de reservas y recursos de la veta Cairá



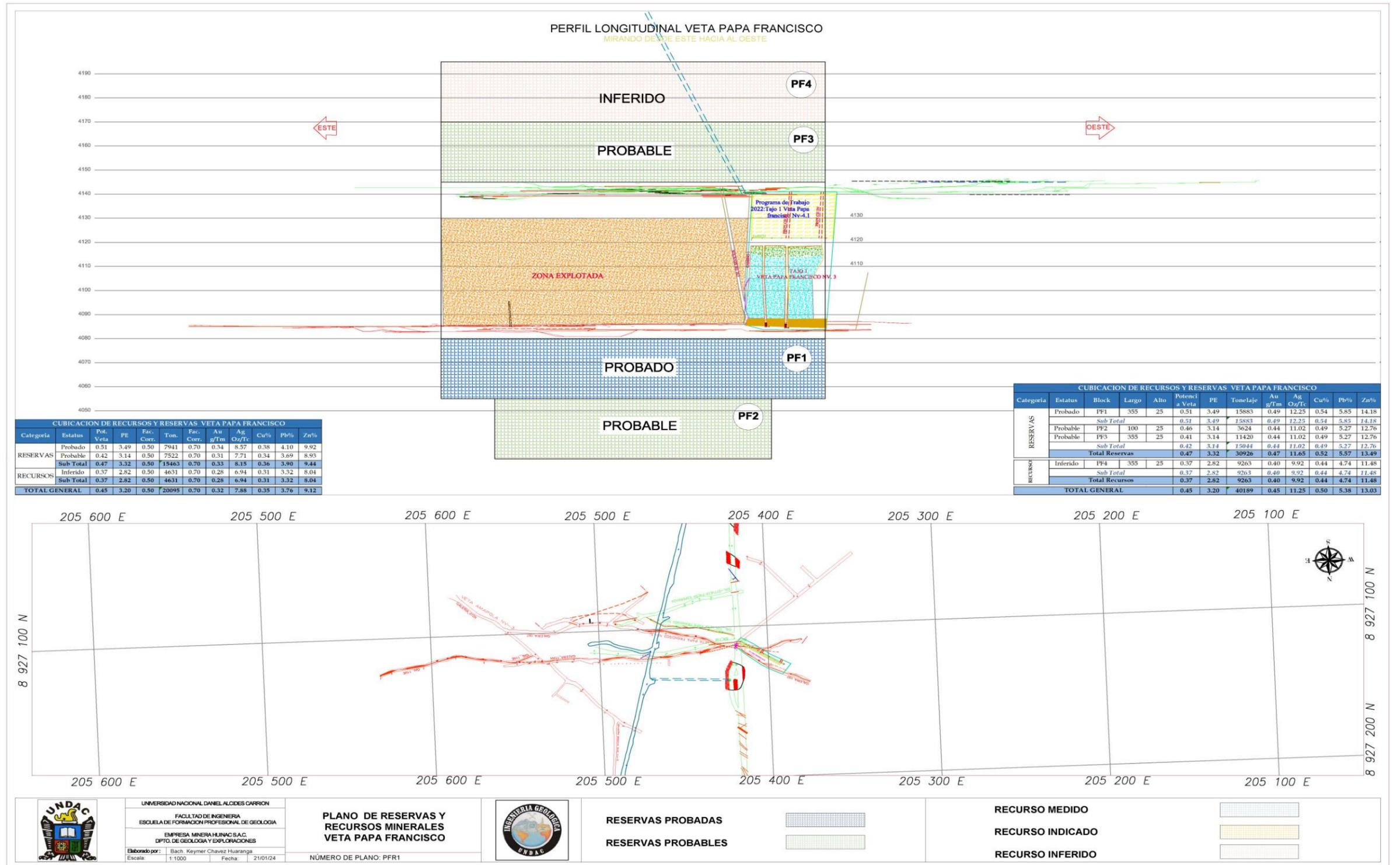
Fuente. Elaboración propia - figura 25 plano de reservas y recursos de la veta Don Raul



Fuente. Elaboración propia - figura 26 plano de reservas y recursos de la veta Esperanza



Fuente. Elaboración propia - figura 27 plano de reservas y recursos de la veta Madrugada



Fuente. Elaboración propia - figura 28 plano de reservas y recursos de la veta Papa Francisco

