

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

**Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA
DE MINAS**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN Y
PROSPECCIÓN DE MINAS

ESTUDIO DE LA “EUROPEAN CRITICAL RAW
MATERIALS ACT” Y SUS POSIBLES
CONSECUENCIAS. CASO DE ESTUDIO DEL
PROYECTO IBERIAN WEST BELT.

UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Titulación: MÁSTER EN INGENIERÍA DE MINAS

ESTUDIO DE LA “EUROPEAN CRITICAL RAW
MATERIALS ACT” Y SUS POSIBLES CONSECUENCIAS.
CASO DE ESTUDIO DEL PROYECTO IBERIAN WEST
BELT.



Realizado por:

Enrique Zamarro Toves

Dirigido por:

Isidro Diego Álvarez

Departamento de Explotación y Prospección de Minas

Índice

Documento 1: Memoria	2
1. Introducción	3
1.1 Objetivos y Alcance	3
1.2 Antecedentes	3
1.3 ECRMA y el Proyecto IBW	10
2. European Critical Raw Materials Act	11
2.1 Materias Primas Estratégicas	12
2.2 Objetivos de la legislación	14
2.3 Disposiciones Generales	14
2.3.1 Definiciones	14
2.3.2 Junta Europea de Materias Primas Críticas	15
2.3.3 Proyectos Estratégicos.....	15
2.3.4 Condiciones facilitadoras.....	18
2.3.5 Campañas de exploración.....	19
2.3.6 Sostenibilidad	19
2.4 Consideraciones sobre las posibles consecuencias de la aplicación de la Ley al caso de España	19
3. El Proyecto IBW	22
3.1 Geología y Mineralización	23
3.1.1 Geología de La Romanera	23
3.1.2 Geología de La Infanta	24
3.1.3 Caracterización del yacimiento	26
3.2 Modelización del yacimiento con el software Recmin	26
3.2.1.1 Modelización del depósito La Romanera	29
3.2.1.2 Modelo de bloques de La Romanera.....	34
3.2.1.3 Estimación de recursos de La Romanera.....	39
3.2.1.4 Modelización de la corta teórica de La Romanera	47
3.2.2.1 Modelización del depósito La Infanta	57
3.2.2.2 Modelo de bloques de La Infanta.....	59
3.2.2.3 Estimación de recursos de La Infanta.....	63
3.2.2.4 Modelización de la corta teórica de La Infanta	70
3.2.3 Recursos del Proyecto IWB	73
Bibliografía	75
Documento 2: Estudio Económico	80
1. Introducción	81
2. Estudio Económico del Proyecto IWB	82
2.1 Primer caso de estudio: Explotación de La Romanera	83
2.2 Segundo caso de estudio: Explotación de La Infanta	84
2.3 Tercer caso de estudio: Explotación de La Romanera y de La Infanta en paralelo	84
2.4 Cuarto caso de estudio: Explotación de La Romanera y La Infanta secuencialmente	85
2.5 Quinto caso de estudio: Explotación de La Romanera y La Infanta secuencialmente	85

3. Conclusiones del Estudio Económico.....	85
<i>Documento 3: Anexo.....</i>	<i>87</i>

Resumen

El presente trabajo busca analizar la propuesta de ley de la Unión Europea sobre minería y recursos mineros denominada “European Critical Raw Materials Act”. Debido a la alta dependencia de la economía de la Unión Europea de terceros países con relación a las materias primas, la Comisión Europea ha lanzado un proyecto de ley para motivar la industria extractiva, procesado y reciclaje europea con el objetivo de abastecerse de materias primas críticas para la economía y reducir la exposición a países externos a la Unión. Se comparará con la actual Ley de Minas aprobada en 1973 en España y los posibles cambios que introducirá la trasposición de la ley europea.

Además, se analizará un caso de estudio sobre un proyecto minero ubicado en la provincia de Huelva. Se realizará, por medio del software de modelización “Recmin”, el análisis del yacimiento, su viabilidad económica y cómo se vería afectado por la ley europea, valorando si los cambios propuestos por la Comisión Europea ayudarán a la realización de proyectos mineros.

Abstract

The present work aims to analyze the proposal of the European Union law on mining and mineral resources called the "European Critical Raw Materials Act". Due to the high dependency of the European Union economy on third countries regarding raw materials, the European Commission has launched a bill to incentivize the European extraction, processing, and recycling industry with the aim of sourcing critical raw materials for the economy and reducing exposure to countries outside the Union. It will be compared with the current Mining Law approved in 1973 in Spain and the possible changes that will be introduced by the transposition of the European Law.

Additionally, a case study on a mining project located in the province of Huelva will be analyzed. Through the modeling software "Recmin", the analysis of the deposit, its economic viability, and how it would be affected by the European Law will be conducted, assessing whether the changes proposed by the European Commission will help in the realization of mining projects.



ESTUDIO DE LA “EUROPEAN CRITICAL RAW
MATERIALS ACT” Y SUS POSIBLES CONSECUENCIAS.
CASO DE ESTUDIO DEL PROYECTO IBERIAN WEST
BELT.

Documento 1: Memoria

1. Introducción

1.1 Objetivos y Alcance

El objetivo del presente trabajo es evaluar la European Critical Raw Materials Act (en adelante ECRMA) propuesta por la Comisión Europea. Primero se analizará la ley comentando los artículos más importantes. Tras ello se comparará con la actual ley vigente en España que es la Ley de Minas de 1973, viendo los posibles puntos que estarían afectados tras la trasposición de la ECRMA. Se destacarán los posibles cambios positivos, siendo estos los que beneficien a la actividad minera, que introduzca la ley europea.

Se estudiará el caso del Proyecto La Romanera y La Infanta, agrupados bajo el nombre de Proyecto IBW (Iberian Belt West), situado en la provincia de Huelva. Gracias al software Recmin se podrá realizar un modelizado del yacimiento con los datos publicados por Emerita Resources, la empresa canadiense que está realizando el proyecto. Se analizará su viabilidad técnica, económica y legislativa, valorando el grado en que la ECRMA puede afectar legislativamente al proyecto.

Si bien sólo se analizará ese proyecto minero, las conclusiones extraídas podrían ser aplicables a los proyectos que queden bajo el paraguas de la ECRMA, en caso de ser extractivos. Como se detallará más adelante, los proyectos de procesado y reciclado se prevé que tengan menos dificultades regulatorias en materia de obtención de permisos, sin por ello verse afectadas por las regulaciones que contemplen el impacto ambiental o contaminación.

Las conclusiones serán necesariamente provisionales, pues las verdaderas consecuencias que la ECRMA pueda tener en la industria extractiva en la Unión Europea vendrán condicionadas por otras cuestiones tanto económicas como políticas y sociales.

1.2 Antecedentes

Según reza la propia ECRMA en sus primeros párrafos, “el acceso a materias primas es esencial para la economía de la Unión Europea, para la transición digital, la seguridad y la defensa”. El Pacto Verde Europeo pretende transformar la economía europea buscando la neutralidad en carbono para 2050. Para ello se requiere de implantar tecnología que sustituya principalmente a los combustibles fósiles, además de desarrollar nueva tecnología que posibilite una transición justa, equitativa y próspera. Para lograr ese objetivo será necesario el uso extensivo de materias primas. Por ello, la Comisión Europea creó en 2008 la “Raw Materials Initiative” (en adelante RMI) (https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/policy-and-strategy-raw-materials_en) con tres objetivos claros:

- Asegurar el suministro de materias primas
- Asegurar el suministro sostenible de materias primas en la Unión Europea

- Asegurar la eficiencia y el reciclado de materias primas

Una de las funciones del RMI es crear una lista de materias primas críticas que se actualiza cada tres años. Para elaborar esta lista se basa en criterios técnicos detallados en sus estudios (Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (European Commission), Grohol, y Veeh 2023). Estas materias primas son aquellas que están sometidas a un gran riesgo de suministro además de una importancia económica destacada. La lista de CRM actualizada a 2023 contiene 34 materias primas, que son las siguientes:

Tabla 1: Lista de materias primas críticas - (CRM 2023)

Lista de Materias Primas Críticas 2023			
Aluminio/bauxita	Espato flúor	Magnesio	Escandio
Antimonio	Feldespatos	Manganeso	Silicio Metal
Arsénico	Galio	Grafito natural	Estroncio
Barita	Germanio	Niobio	Tántalo
Berilio	Hafnio	Fosfatos	Titanio Metal
Bismuto	Helio	Fósforo	Tungsteno
Boro	Tierras raras pesadas	Grupo de metales pesados del platino	Vanadio
Cobalto	Tierras raras ligeras	Cobre	
Carbón coquizable	Litio	Níquel	

En comparación con la lista de 2020 se han añadido seis materias primas: Arsénico, Feldespatos, Helio, Manganeso, Cobre y Níquel. Se ha eliminado el Indio y el caucho natural.

Además de elaborar la lista de materias primas críticas, el RMI se encarga de analizar las importaciones europeas de materias primas. Uno de los parámetros de estudio es la procedencia de esas materias primas y las cuotas de mercado que tiene cada país.

Una de las mayores preocupaciones en relación con la seguridad de suministro para la Comisión Europea es la gran dependencia de China en la importación de materias primas críticas. El discurso realizado por la Presidente de la Comisión Europea Úrsula von der Leyen el 30 de marzo de 2023 («Speech by the President on EU-China Relations», s. f.) hablaba de “reducir el riesgo” del país asiático. De las 34 materias primas críticas catalogadas por el RMI, 21 de ellas son suministrada en su mayoría por China. 11 están suministrada en más de un 70% de las importaciones por un único país entre los que se encuentran Brasil, República Democrática del Congo, Sudáfrica o Rusia. Solo dos materias primas críticas son suministradas en su mayoría por países que pertenecen a la UE: Hafnio, que tiene como principal suministrador Francia con un 76% de las importaciones, y el Estroncio con España como principal suministrador con un 99% de las importaciones. Otros países europeos como Finlandia, Polonia o Bélgica suministran también algunas materias primas críticas como el carbón coquizable, cobre, arsénico y níquel.

Para agrupaciones de materias primas muy necesarias en tecnologías de transición verde, los principales suministradores son los siguientes:

- Tierras raras pesadas: China con un 100%
- Tierras raras ligeras: China con un 85%

Para representarlo de manera gráfica el RMI elabora mapas como el siguiente:

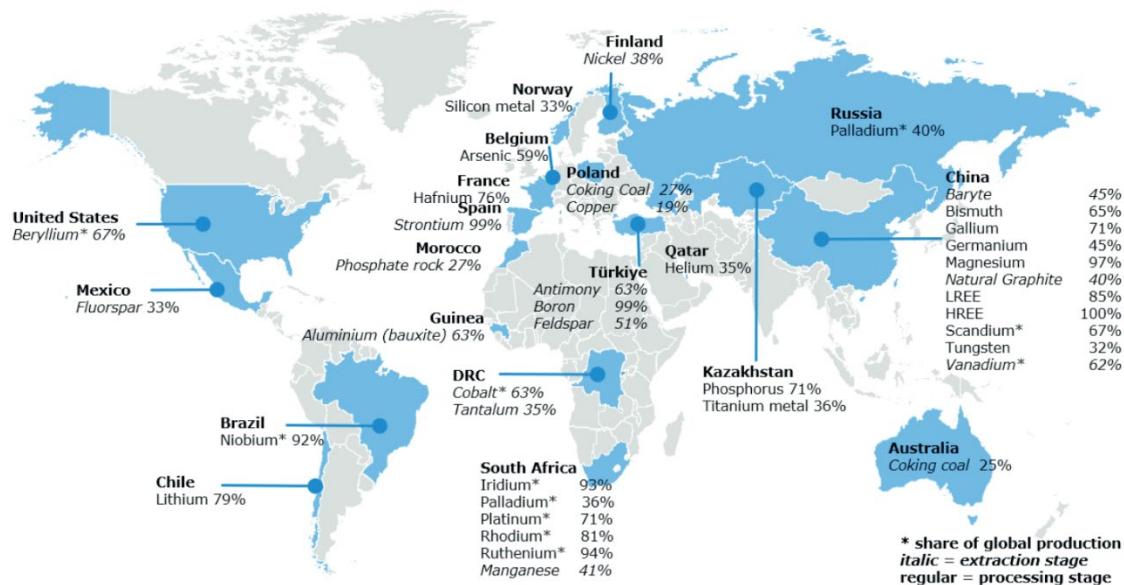


Ilustración 1: Países con mayor cuota de mercado de materias primas críticas en la UE (2023) - Fuente (1)

El riesgo de suministro está influenciado por el índice Herfindahl-Hirschman («Índice de Herfindahl» 2023), el índice de gobernación (The World Bank 2023), regulaciones sobre exportaciones, la dependencia en la importación, la posibilidad de reciclado y el índice de sustitución.

El índice Herfindahl-Hirschman mide la concentración de mercado, en este caso de una materia prima, entre los distintos países exportadores. Si una materia prima está suministrada mayoritariamente por un solo país, el índice recogerá ese riesgo, por ejemplo, en materias primas como tierras raras, boro, estroncio, iridio... El índice de gobernación recoge varios parámetros entre los que se encuentran las libertades individuales, estabilidad política, efectividad del gobierno, control de la corrupción y la confianza en el cumplimiento de la ley. Países como China, República Democrática del Congo, Rusia o Kazajistán tienen un índice muy elevado, justificado por la idiosincrasia de los mismos. Las regulaciones sobre exportaciones recogen tanto aduanas a las exportaciones, limitaciones en tonelaje exportado o prohibiciones a la exportación a determinados países. La dependencia a la importación viene determinada por el % del consumo de una materia prima que es importado desde países no pertenecientes a la UE. La posibilidad de reciclado está determinada por la cantidad de material que puede ser reciclado, evitando así la necesidad de importar nuevo material. Finalmente, el índice de sustitución mide la capacidad de una materia prima de ser sustituida por otra que tiene menor riesgo de suministro.

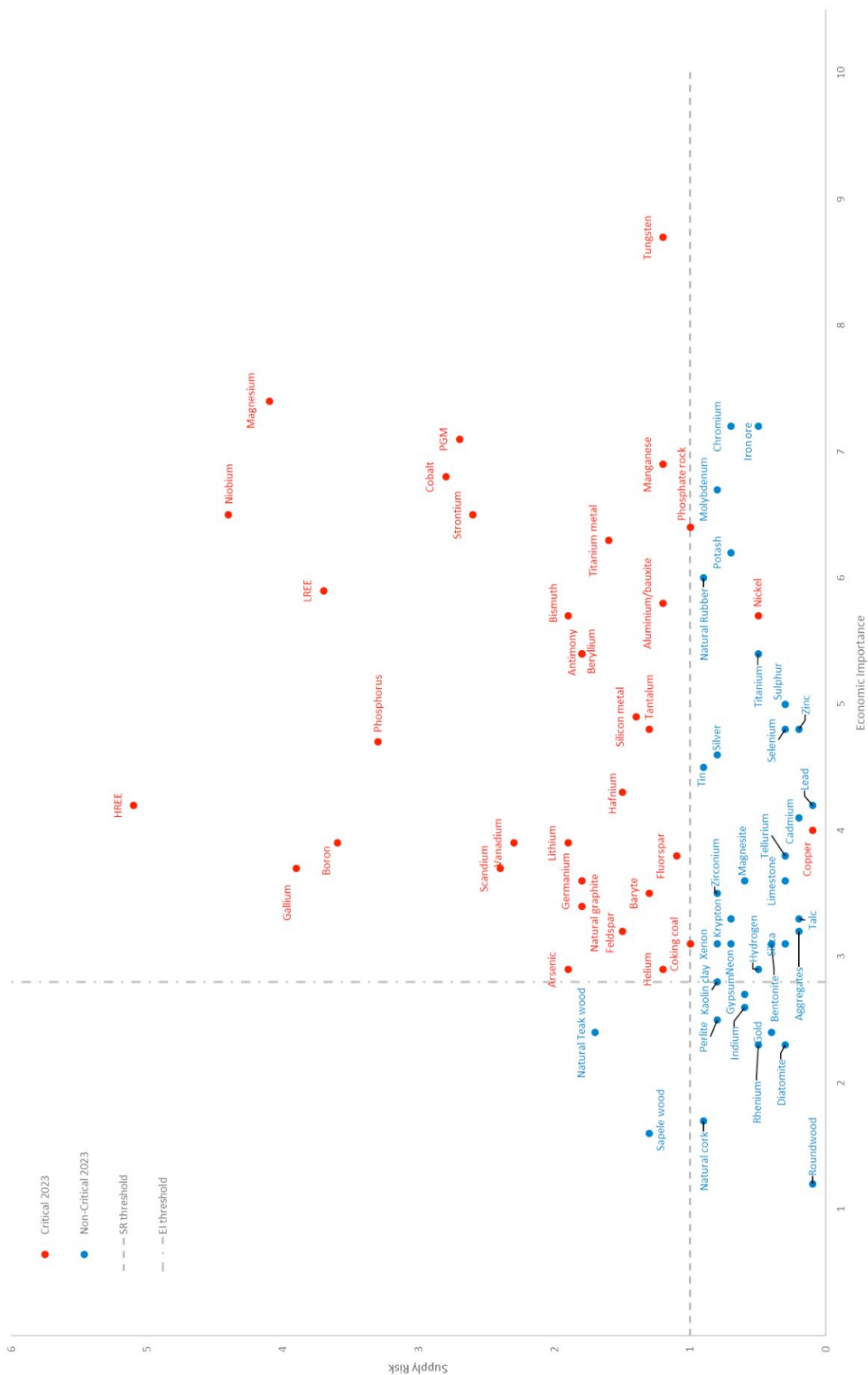


Ilustración 2: Gráfica de las materias primas críticas con relación a su importancia económica y riesgo de suministro – Fuente: (1)

En la Figura 3 se pueden ver las materias primas analizadas por el RMI. Las líneas discontinuas reflejan el límite a partir del cual se considera materia prima crítica. Aquellas que lo superan están reflejadas con el punto rojo. Existen dos materias primas, el cobre y el níquel, que no superan esos límites y que sin embargo sí se consideran CRM. Estos casos se discutirán más adelante debido a que están incluidas en la lista que concierne a la ECRMA.

El RMI considera que el riesgo de suministro superior a 1 supone el límite para que una materia prima pueda pasar a ser crítica. Para poder catalogar una materia prima como crítica también se debe tener en cuenta la importancia económica en el mercado europeo.

Para considerar la importancia económica de una materia prima el RMI analiza los siguientes factores: el porcentaje de consumo de una materia prima dentro de un mismo sector NACE («EUROPA - Competition - List of NACE codes», s. f.), el valor añadido de ese mismo sector NACE y un índice de sustitución. Este último se construye a su vez con parámetros como los materiales sustitutos de esa materia prima, sus aplicaciones, el coste de sustitución y el porcentaje de uso de esa materia prima. En definitiva, la importancia económica viene determinada por la relevancia del sector de la economía en la que se use una determinada materia prima y su transcendencia para la tecnología que requiere dicho sector.

La economía de la Unión Europea está sufriendo una revolución tecnológica en el sector energético debido a la decisión de realizar una transición ecológica recogida dentro del Pacto Europeo por el Clima, firmado en 2019 y que se materializa en los distintos Planes de Energía y Clima que cada Estado Miembro de la Unión debe realizar con unos objetivos muy claros recogidos en la Ley del Clima de la UE (Directorate-General for Communication (European Commission) 2020) y el EU Green Deal (European University Institute et al. 2022):

- Alcanzar la neutralidad en carbono para el año 2050.
- Crear un ambiente predecible para negocios para industrias e inversores.
- Actualizar los objetivos de reducción de emisiones para 2030.
- Crear mecanismos para trazar las emisiones.
- Transicionar a una economía moderna, eficiente y competitiva.

Tras la invasión de Rusia a Ucrania en febrero de 2022 y la correspondiente crisis del gas natural la Unión Europea publicó en mayo de 2022 el REPowerEU Plan (Union 2022). En este plan se incrementan los objetivos de cara a 2030 en energías renovables, implementación de bombas de calor, uso del hidrógeno en sustitución del gas natural, y por tanto su infraestructura, incrementar la producción de biometano y la electrificación del sector del transporte. Todas estas medidas requieren un uso de materias primas no fósiles muy acuciado y, además, las tecnologías requieren de unas materias primas muy concretas. La previsión de la demanda de algunas son las siguientes (Joint Research Centre (European Commission) et al. 2023):

Tabla 2: Aumentos de la demanda de algunas materias primas.

Materia prima	Demanda en 230 respecto a 2020 (veces la demanda de 2020)
Litio	12
Grafito Natural	12
Platino	30
Neodimio y Disprosio	5-6
Cobalto	7
Níquel	8
Silicio Metálico	1.5-2

También se puede visualizar en la siguiente figura:

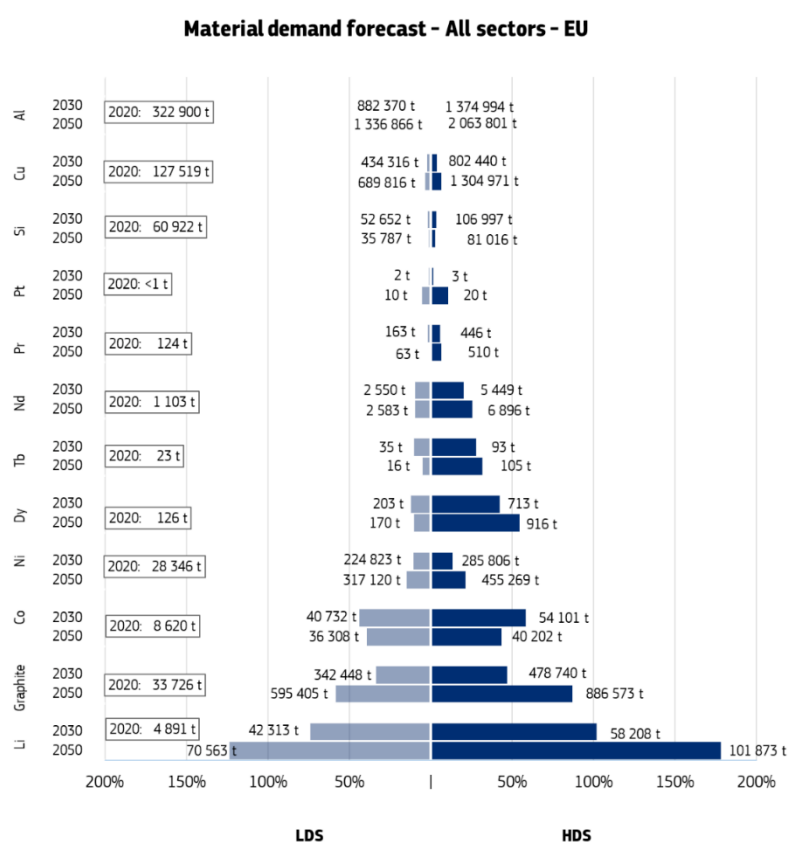


Ilustración 3: Aumento de la demanda de distintas materias primas en la UE. LDS: Low Demand Scenario. HDS: High Demand Scenario – Fuente: (2)

En relación con las materias primas necesarias en determinadas tecnologías necesarias para alcanzar los objetivos propuestos por la UE pueden visualizarse en la siguiente figura:

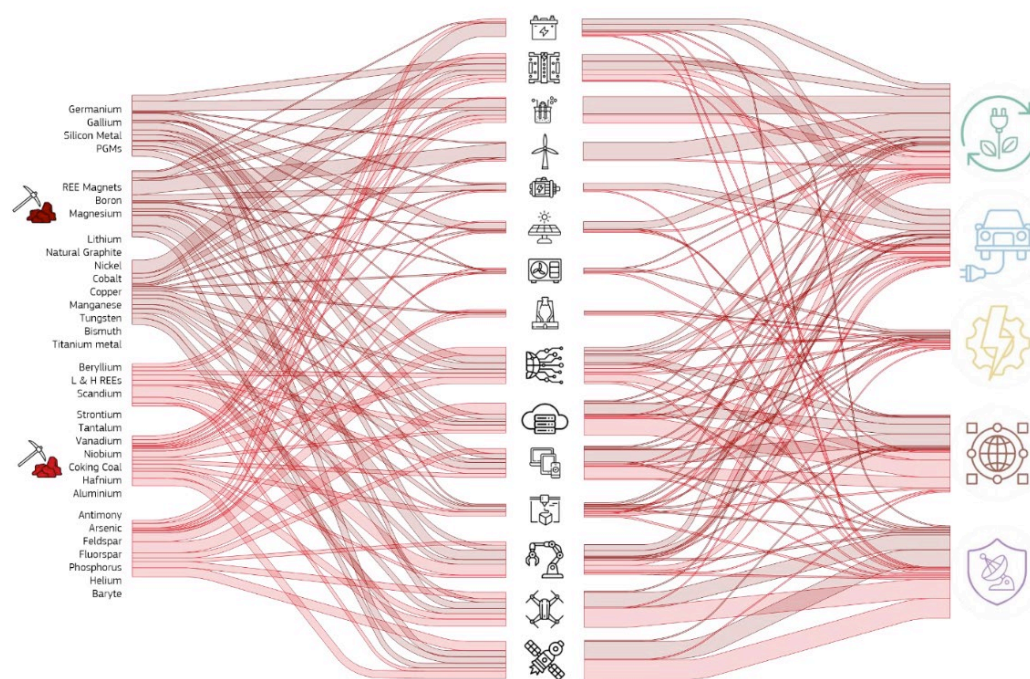


Ilustración 4: Representación de los flujos de materias primas para distintas tecnologías y sectores – Fuente: (2)

Por ejemplo, para las baterías de ion-litio además del litio se requiere cobre, grafito, cobalto, manganeso, titanio, fósforo, aluminio y niobio. Para bombas de calor se requiere níquel, tierras raras, estroncio, manganeso, cobalto, platino... Para los electrolizadores necesarios para la tecnología del hidrógeno se requiere de platino, oro, cobalto, zirconio, plata, titanio, níquel, zinc, vanadio, aluminio... Las turbinas eólicas requieren de hierro, cromo, manganeso, molibdeno, zinc, niobio, aluminio, cobre, tierras raras...

Todas estas tecnologías, y muchas que no se han detallado, son indispensables para los cinco sectores que la UE ha catalogado como estratégicos, que son los siguientes:

- Energía renovable
- Movilidad
- Industria electro intensiva
- Información y comunicación digital (IT)
- Espacio y defensa

En definitiva, la demanda de materias primas minerales se prevé que aumente en proporciones sin precedentes para realizar una transición ya no ecológica, si no económica en la cual la Unión Europea quiere mantener el liderazgo de la tecnología y la innovación. Para mantener ese liderazgo deberá primero asegurarse un suministro seguro y fiable de materias primas muy específicas. Se quiere evitar depender de terceros países que pueda derivar en situaciones como la crisis de 1973 («Crisis del petróleo de 1973» 2024), donde debido a la gran dependencia de la importación del petróleo y sus derivados toda la economía europea y mundial se vio afectada. También con la crisis derivada de la Guerra Rusia-Ucrania donde el suministro del gas natural se ha visto seriamente afectado. En el caso actual se advierte la gran dependencia de China, que como ya se ha expuesto, es suministrador mayoritario de muchas materias primas críticas además del principal competidor en la carrera tecnológica de energías limpias.

Un aseguramiento de los recursos necesarios para la economía del futuro fortalecerá a la Unión Europea y permitirá una respuesta menos condicionada por presiones geopolíticas a los futuros conflictos que se produzcan.

En línea con lo expuesto hasta ahora es donde se crea la European Critical Raw Materials Act, donde la Comisión Europea busca generar proyectos de extracción, procesamiento y reciclado de materias primas estratégicas. El fin de esta legislación es desbloquear proyectos que puedan no llevarse a cabo debido a complicaciones burocráticas o restricciones económicas.

1.3 ECRMA y el Proyecto IBW

Además de desengranar los cambios que se esperan de la ECRMA, el presente trabajo analizará el Proyecto IBW (Iberian Belt West) que está desarrollando la empresa Emerita Resources. El yacimiento localizado en la provincia española de Huelva cercano a la frontera con Portugal. En la Ilustración 5 se puede ver un mapa de la situación geográfica. El proyecto se encuentra actualmente en fase de exploración y estimación de reservas que de momento oscilan entre las 14 toneladas indicadas y 5 inferidas en el último informe técnico presentado por la empresa. El yacimiento es similar a los otros presentes de la faja pirítica ibérica, con presencia de Zinc, Plomo, Cobre, Plata y Oro. Al albergar Cobre, materia prima estratégica, el proyecto podría acogerse a la ECRMA y estar afectado por esta nueva normativa.



Ilustración 5: Localización del Proyecto IBW – Fuente: NI-43-101 Technical Report IBW (Emerita Resources)

El proyecto consta de dos depósitos, La Romanera y La Infanta, que fueron investigados por las empresas Rio Tinto SA, Asturiana de Zinc, SA y Phelps Dodge. Gracias a estos datos se realizará el modelizado del yacimiento con el software Recmin, el análisis del posible tamaño

de la mina dependiendo de distintas variables económicas y técnicas, y finalmente una valoración sobre cómo la ECRMA puede afectar a la viabilidad del proyecto.

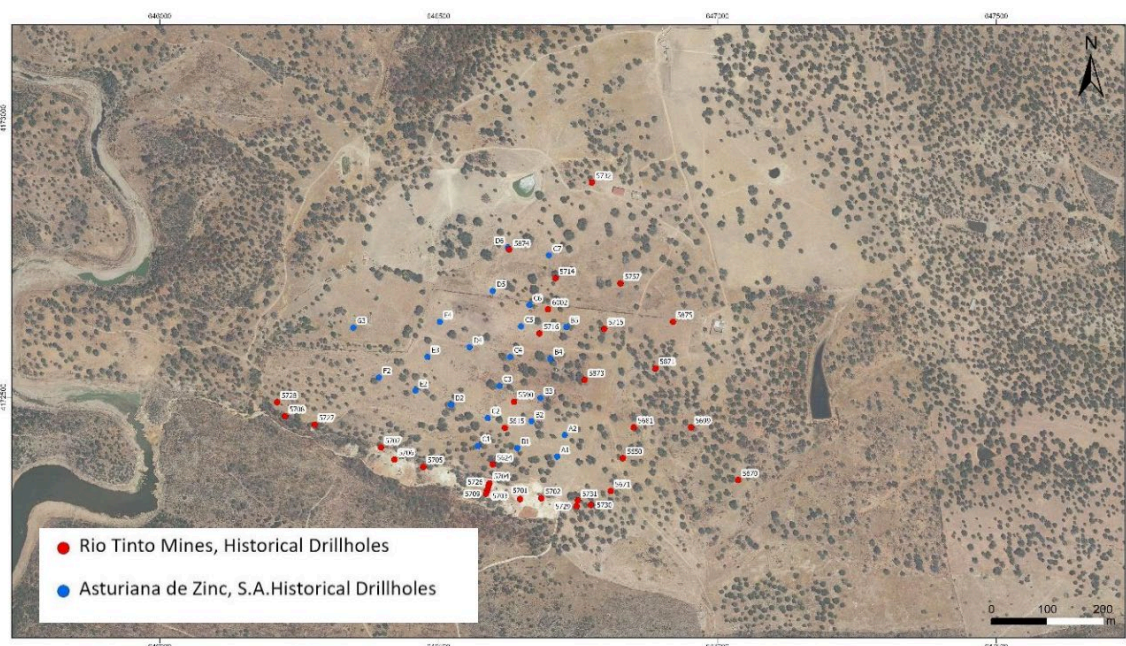


Ilustración 6: Sondeos del depósito de “La Romanera” - Fuente: NI-43-101 Technical Report IBW (Emerita Resources)

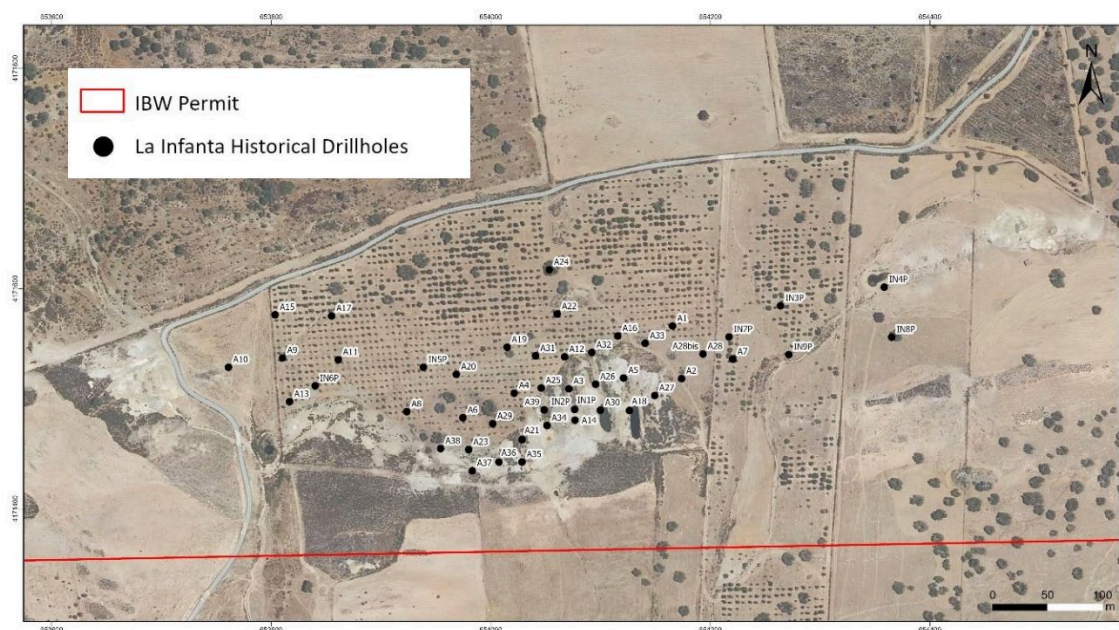


Ilustración 7: Sondeos del depósito de “La Infanta” - Fuente: NI-43-101 Technical Report IBW (Emerita Resources)

2. European Critical Raw Materials Act

La European Critical Raw Materials Act (Directorate-General for Communication (European Commission) 2023) (o ECRMA) es una nueva regulación enfocada en agilizar proyectos de

extracción, procesado o reciclado de materias primas estratégicas para que sea más accesible la obtención de los permisos necesarios para poner en marcha dichos proyectos. Esta se justifica en la prerrogativa que tiene la Unión Europea sobre el funcionamiento del mercado interior según el Tratado de Lisboa (Union 2017) en su artículo 2. Según la propia Comisión, esta Ley busca asegurar que la Unión Europea tenga acceso a materias primas de forma fiable, resiliente y sostenible. La ECRMA se enmarca en el Plan de Industrial del Pacto Verde (Union 2023).

Las propuestas de la Ley son:

- Establecer una lista de materias primas estratégicas.
- Establecer objetivos de extracción, procesamiento y reciclado para 2030.
- Crear una red de suministro resiliente y segura.
- Generar mecanismos para la mitigación de riesgos en el suministro.
- Mejorar la economía circular de las materias primas.
- Diversificar los importadores de materias primas.

Para generar una red de suministradores diversificada, la Ley menciona textualmente a la República Popular China como un problema debido a la gran dependencia en las importaciones.

Para cumplir con los objetivos se crea el denominado “Proyecto Estratégico”. Será una figura legal según la cual un proyecto pasará a depender de una única autoridad administrativa en cada Estado Miembro y dispondrá de mayor agilidad a la hora de obtener los permisos, información, y en caso necesario, financiación para llevar a cabo la iniciativa. También obligará a los Estados Miembros a realizar campañas de exploración cuya información sea pública para incentivar los proyectos extractivos. Se incentivará la valorización de residuos de extracción que puedan contener materias primas estratégicas. Por último, los proyectos que busquen reciclar los imanes permanentes necesarios en, por ejemplo, turbinas eólicas tendrán prioridad. Esto se une a una obligación de fabricar estos imanes pensando en su futuro reciclado.

A continuación, se van a detallar las materias primas que estarán afectadas por la ECRMA y las disposiciones generales que regularán los futuros proyectos mineros en la Unión Europea.

2.1 Materias Primas Estratégicas

Las Materias Primas Estratégicas o SRM por sus siglas en inglés según la ECRMA son las siguientes:

- Aluminio
- Bismuto
- Boro grado metalúrgico
- Cobalto
- Cobre
- Galio
- Germanio
- Litio – calidad de batería
- Magnesio metálico

- Manganeseo – calidad de batería
- Grafito Natural
- Níquel - calidad de batería
- Grupo de metales del platino
- Tierras raras para imanes (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, y Ce)
- Silicio Metálico
- Titanio Metal
- Tungsteno

En comparación con la lista de materias primas críticas:

Tabla 3: En negrita, Materias Primas Estratégicas. Comparativa con la lista de Materias Primas Críticas.

Lista de Materias Primas Estratégicas y Críticas 2023			
Aluminio/bauxita	Espato flúor	Magnesio	Escandio
Antimonio	Feldespatos	Manganeseo	Silicio Metal
Arsénico	Galio	Grafito natural	Estroncio
Barita	Germanio	Niobio	Tántalo
Berilio	Hafnio	Fosfatos	Titanio Metal
Bismuto	Helio	Fósforo	Tungsteno
Boro – Grado metalúrgico	Tierras raras pesadas	Grupo de metales pesados del platino	Vanadio
Cobalto	Tierras raras ligeras	Cobre	
Carbón coquizable	Litio – Calidad para baterías	Níquel - Calidad para baterías	

Los factores que determinan qué materias primas pasan a ser estratégicas son los siguientes:

- La importancia de una materia prima en la transición verde y digital y en el sector de la defensa y el espacio.
 - La cantidad de tecnologías que dependen de esa materia prima.
 - El volumen de materia prima necesaria.
 - La demanda esperada de la tecnología.
- La dificultad de aumentar la producción de esa materia prima.

El caso del Cobre y del Níquel debe ser desarrollado, pues son las únicas materias primas que según cómo el RMI define lo que es una materia prima crítica no cumplen las condiciones. Sin embargo, se incluyen dentro de las CRM debido a que la Ley considera que sí son estratégicas por los motivos expuestos a continuación.

En el caso del cobre es debido a su gran consumo en proyectos de electrificación. Aunque su suministro está muy diversificado, no tiene sustitutos viables debido a condiciones económicas (la plata («Conductividad eléctrica» 2024), por ejemplo, es mejor conductor pero mucho más caro) y técnicas (el aluminio no es tan buen conductor («Copper vs. Aluminum Conductors | Anixter», s. f.)). Además, el cobre puede reciclarse indefinidamente en multitud de productos.

El níquel también tiene un suministro muy diversificado, aunque debido a que está concentrado en muy pocas empresas y países que lo refinan se cataloga como estratégico.

Esta lista de materias primas estratégicas es la que determina qué proyectos pueden pasar a considerarse “Proyectos Estratégicos”. Esta lista se actualizará cada dos años según La Comisión detecte que una materia prima puede pasar a ser estratégica o una estratégica dejar de serlo.

2.2 Objetivos de la legislación

La ECRMA en su Artículo 1 expresa que los objetivos principales para 2030 son:

- Conseguir que el 10% de las SRM que se consumen anualmente sean extraídas en territorio comunitario.
- Aumentar el procesado de SRM al 50% del consumo anual. Al menos un 20% deberá realizarse bajo alianzas estratégicas en países en vías de desarrollo.
- La capacidad de reciclado deberá ser de al menos un 45% de SRM en los residuos generados en la Unión, aumentando su volumen un 10% respecto al periodo 2020-2022.
- Diversificar los importadores de SRM de tal manera que ningún país supere el 65% del consumo anual. En especial relevancia se debe reducir la dependencia de países que no compartan los valores de la Unión respecto a los derechos humanos, la democracia y el Estado de derecho.
- Aumentar la capacidad de la Unión para supervisar y mitigar una posible crisis de suministro.
- Asegurar el movimiento libre de las materias primas críticas asegurando la protección ambiental y la sostenibilidad.
- Promover la investigación de sustitutos que puedan reemplazar a las materias primas.
- Incrementar la eficiencia en el uso de SRM para mitigar un aumento de la demanda.

La legislación incorpora que en caso de que alguno de los objetivos es posible que no se cumplan, la Comisión deberá tomar medidas de manera proporcional para lograr que se cumplan.

2.3 Disposiciones Generales

2.3.1 Definiciones

El Artículo 2 expone lo que la Ley entiende como definiciones de un concepto que es usado en la misma. Dentro de estas definiciones cabe destacar de cara a la introducción de aspectos novedosos dos de ellas:

- Extracción: “Extracción primaria o secundaria de menas, minerales o plantas como producto principal o secundario de un yacimiento subterráneo, procedente del agua o árboles”.

- Procesado: “Todo proceso físico, químico o biológico involucrado en la transformación de una materia prima de una mena, de un mineral o de una planta en un metal, una aleación u otro uso económico”.

Se destacan estas definiciones debido a la inclusión de la llamada fitominería o minería mediante plantas que son capaces de acumular metales. Esta técnica, si bien está todavía en procesos experimentales, se piensa que puede ayudar a la aceptación social de algunos tipos de explotaciones. También es importante la introducción en “extracción” de una explotación secundaria, dando pie a poder valorizar escombreras o balsas de lodos de minas abandonadas.

2.3.2 Junta Europea de Materias Primas Críticas

La Junta Europea de Materias Primas Críticas o ECRMB por sus siglas en inglés es un organismo creado ad hoc para realizar las tareas que se recogen en la Ley. Estas van desde analizar las solicitudes para acreditar un Proyecto Estratégico, analizar el progreso de los Proyectos Estratégicos en ejecución, coordinar la financiación de los Proyectos Estratégicos con las instituciones europeas de desarrollo, coordinar los avances en los planes de exploración de los Estados Miembros, supervisar el almacenamiento de SRM y emitir un informe sobre los cambios en las listas de SRM y CRM. Todo esto está recogido en el Artículo 35.

La Junta estará compuesta por los Estados Miembros y la Comisión. Esta última será quien la presida. Cada Estado Miembro enviará un representante para formar la Junta. Para aprobar un procedimiento la Junta lo hará por mayoría simple y se reunirá de la siguiente manera:

- Cada 3 meses para evaluar Proyectos Estratégicos.
- Cada 6 meses para supervisar lo dispuesto en el Capítulo 4 (Artículos 19-24). Incluye la supervisión y la evaluación de los suministros de SRM, almacenamientos de SRM y compras conjuntas.
- Anualmente para evaluar la implementación de los planes de exploración de los Estados Miembros.

2.3.3 Proyectos Estratégicos

La denominación “Proyecto Estratégico” es una clasificación que otorga la Comisión previo paso por la ECRMB que otorga a un proyecto que pretende extraer, reciclar o procesar materias primas estratégicas o en el desarrollo de sustitutos. La Ley advierte que deberán conllevar innovación tecnológica y ser sostenibles. Que un proyecto pase a declararse como “Proyecto Estratégico” otorga al mismo facilidades burocráticas, además de exigencias en determinados campos. Primero se debe desarrollar los requisitos que la ECRMA establece para que un proyecto pase a categorizarse como estratégico que están recogidos en el artículo 5.

- El proyecto debe contribuir de manera significativa a la seguridad de suministro de una SRM de alguna de las dos siguientes maneras:
 - En alguna parte de la cadena de valor de alguna SRM.

- Contribuye al suministro de alguna tecnología de sustitución de una SRM que tenga un impacto ambiental igual o inferior al material que sustituye.
- El proyecto tiene la suficiente viabilidad técnica como para asegurar la viabilidad en un plazo razonable y cuya producción puede asegurarse con suficiente confianza. Para poder corroborar que es así se deberá tener en cuenta:
 - La calidad de los estudios de viabilidad del proyecto. Se tendrá en cuenta tanto la tecnología usada como las consideraciones ambientales, así como si se identifican los potenciales problemas técnicos.
 - La tecnología usada en el proyecto ha sido probada en ambientes relevantes.
- La ejecución del proyecto es sostenible ambientalmente. Se debe realizar una labor de monitorización, una prevención y una minimización del impacto. Para corroborar este apartado se tendrá en cuenta diversos indicadores y parámetros establecidos en las directivas de la OCDE.
- La ejecución del proyecto debe implicar beneficios en más de un Estado Miembro. Esto implica que haya compañías de distintos Estados Miembros participando en el proyecto, que los compradores de las materias primas estén localizados en más de un Estado Miembro y que permita proveer de materias primas a productos manufacturados en más de un Estado Miembro.

Cualquier proyecto que cumpla los requisitos mencionados deben realizar la solicitud de “Proyecto Estratégico” ante la Comisión incluyendo la siguiente información:

- Información relevante que justifique los requisitos expuestos en el capítulo 5.
- La clasificación del proyecto siguiendo la United Nations Framework Classification of Resources, con datos que lo justifique.
- Plazos en los que se espera que se ejecute el proyecto incluyendo los plazos de los permisos necesarios para su puesta en marcha.
- Plan de integración de las comunidades afectadas por el proyecto, incluyendo campañas de información y mecanismos de compensación de los perjuicios causados.
- Plan de riesgos y de imprevistos.
- Plan de viabilidad económica.
- Estimación de la creación de empleo, así como planes de formación.
 - Para proyectos extractivos, plan de recuperación del medio tras la explotación y plan para los trabajadores que estén en activo.
 - Para proyectos que requieran de expropiaciones, plan detallado de la identificación de propietarios y su compensación.
 - Para proyectos extractivos, medidas para asegurarse que parte del valor añadido del proyecto se reintegre en la región donde está situada el proyecto.
 - Para proyectos en terceros países, asegurarse que al menos un 40% de la participación tenga su sede en la UE.

Una vez presentada la solicitud, la Comisión tiene 14 días para informar al promotor si su proyecto cumple o no con los requisitos. En caso de conformidad, la Comisión trasladará a la ECRMB la solicitud, que tendrán 30 días para aceptarlo o denegarlo. A su vez, la Comisión informará al Estado Miembro en cuyo territorio se vaya a ejecutar el proyecto. Estos, en caso de disconformidad podrán presentar las razones para las objeciones ante la ECRMB.

Tras evaluar el proyecto, la Junta enviará sus conclusiones ante la Comisión, que tendrá 60 días para notificar ante el promotor la resolución de la solicitud. En caso de rechazo, la Comisión debe informar las causas del rechazo y se debe dar la oportunidad de responder y corregir los posibles errores.

Para proyectos que tengan reconocidos el estatus de “Proyecto Estratégico” cuya justificación se base en una materia prima que deje de considerarse estratégica, el proyecto mantendrá durante dos años tras la publicación de la lista actualizada de SRM el estatus.

El artículo 7 versa sobre la implementación de los Proyectos Estratégicos. Los Proyectos Estratégicos se considera que contribuyen a la seguridad de suministro de SRM y por lo tanto se considerarán de interés público o servicio a la salud y a la seguridad pública. Además, cada Estado Miembro o las autoridades regionales competentes deben tomar medidas para contribuir a su implementación. La ECRMB debe revisar la implementación de los Proyectos Estratégicos y recomendar acciones que faciliten su implementación y ejecución.

El promotor, cada dos años tras obtener el estatus, debe enviar a la Comisión la siguiente documentación:

- Progreso en la implementación del proyecto, en particular el estado de los permisos necesarios para llevarlo a cabo.
- Justificación de los retrasos, en caso de haberlos.
- Progreso de la financiación del proyecto.

Además, se deberán notificar cambios que afecten a los criterios recogidos en el Artículo 5 y cambios en los riesgos imprevistos. El promotor estará obligado a publicar toda la información relevante en una página web de libre acceso y en las lengua o lenguas que puedan ser fácilmente entendibles por la población local.

El Artículo 8 recoge el concepto de “una sola taquilla” según el cual se obliga a los Estados Miembros a designar a una única autoridad nacional que facilite, coordine y guíe el proceso de obtención de los permisos. Esta entidad debe ser la única a la que un promotor acuda para conseguir las autorizaciones necesarias. La Ley recoge que esta entidad pueda delegar sus funciones a otra autoridad regional que garantice que:

- La autoridad nacional notifique esa delegación.
- Una sola autoridad sea la responsable del proyecto.
- Una sola autoridad coordine la recepción de información relevante para el proyecto.
- La autoridad nacional se asegure de que no haya retrasos debido a esa delegación.

Igualmente se permitirá a los promotores presentar toda la información vía electrónica. Las autoridades no podrán obligar a realizar estudios por duplicado y deberán informar a los promotores sobre posibles disconformidades que afecten a la obtención de permisos.

Detallados los requisitos y cómo se quiere organizar la obtención del estatus de “Proyecto Estratégico”, los Artículos 9, 10 y 11 exponen los beneficios que tendrá para un proyecto ser reconocido de acuerdo con la Ley. El Artículo 9 recoge el estatus prioritario que tendrán estos proyectos y se establece que los promotores y las autoridades deben asegurarse de que los proyectos se tratan de la manera más rápidamente posible. Deben obtener el mayor grado de

importancia y ser tratados de tal manera en la obtención de permisos. También recoge que cualquier disputa legal sea tratada como “urgente”.

Dentro del Artículo 10, la Ley obliga a que se cumplan los siguientes plazos para obtener los permisos pertinentes:

Para Proyectos Estratégicos:

- a) 24 meses para proyectos extractivos; para proyectos de aprovechamiento de residuos será de 18 meses.
- b) 12 meses para proyectos de procesado y reciclado.

Para proyectos que ya hayan comenzado antes de ser reconocidos como Proyectos Estratégicos:

- a) 21 meses para proyectos extractivos; 15 para proyectos de recuperación de residuos.
- b) 9 meses para proyectos de procesado y reciclado.

Para casos donde la naturaleza, complejidad, localización o tamaño del proyecto sean excepcionales se pueden otorgar 3 meses más a estos plazos. La autoridad competente deberá justificar dichos retrasos ante la Comisión.

Para proyectos no mineros, la falta de respuesta de la autoridad competente se considerará como una aprobación del proceso salvo para casos excepcionales que se recogen en la Ley.

La autoridad competente tiene un mes desde que ha recibido la solicitud de un promotor para validarla. Tras ello, tiene otro mes adicional para enviar información sobre los plazos de los permisos que requiere el proyecto tener.

En el Artículo 11 aparecen recogidas las autorizaciones medioambientales. La autoridad nacional debe determinar el grado de detalle que la Declaración de Impacto Ambiental debe tener, así como un límite de 80 días desde que se ha recibido la Declaración para determinar si es válida.

En definitiva, la Ley busca que los proyectos que cumplan una serie de requisitos obtengan unos plazos preferentes en la obtención de todos los permisos burocráticos. Sin embargo, la Ley contempla también los aspectos económicos, indispensables para la viabilidad de cualquier proyecto.

2.3.4 Condiciones facilitadoras

Desde el punto de vista económico la UE quiere asegurarse de que los proyectos cuentan con suficiente seguridad y previsión con las siguientes medidas. En el Artículo 14 se insta a los Estados Miembros a acelerar y facilitar las inversiones privadas en Proyectos Estratégicos, remarcado que deben abstenerse de actividades que las impidan. También se obliga a que las administraciones apoyen la implementación y la consulta en materias de subvenciones y de opinión pública.

De acuerdo con el Artículo 16, la Comisión creará un sistema de gestión de acuerdos para incentivar los contratos de venta a largo plazo de los productos obtenidos, asegurando así la estabilidad y la previsión a la hora de realizar las inversiones pertinentes.

2.3.5 Campañas de exploración

El Capítulo 4 de la Ley abarca la exploración de los recursos críticos en los territorios de la Unión. En su Artículo 18 destaca que los Estados Miembros deberán realizar planes de exploración centrado en las CRM, y que deberán revisarse y actualizarse cada 3 años. Los programas de exploración deben incluir:

- Mapeado de los minerales, incluida la presencia de residuos mineros.
- Campañas geoquímicas.
- Campañas geofísicas.
- Procesado de la información mediante modelos predictivos.
- Comparación con las campañas ya realizadas.

Toda esta información será enviada a la Comisión y publicada. Los Estados Miembros deberán también incentivar la I+D de los proyectos de exploración.

2.3.6 Sostenibilidad

El Capítulo 5 recoge en su Artículo 26 los procesos para recuperar materias primas de residuos extractivos. Todos los operadores de explotaciones mineras deben realizar un plan económico y ambiental sobre la recuperación de CRM en residuos, tanto en su forma de estéril o ganga. Estos estudios deben recoger una estimación de la cantidad y concentración de CRM, además de las consecuencias ambientales de extraerlos.

Los Estados Miembros deberán crear una base de datos de las instalaciones con residuos que estén cerradas.

Dentro de la sostenibilidad también se reconoce la importancia del reciclado, en especial de imanes permanentes, para disminuir el nuevo aporte de materias primas a la economía.

2.4 Consideraciones sobre las posibles consecuencias de la aplicación de la Ley al caso de España

En España la norma que regula la minería es la Ley de Minas de 1973 y el Reglamento General para el Régimen de la Minería de 1978, además de otros reglamentos y leyes que lo complementan.

La autoridad competente en el caso de la minería es la Dirección General de Política Energética y Minas, englobado en el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Debido al carácter descentralizador que la Constitución de 1978 confiere al Estado, la mayor parte de las competencias se derivan a las Direcciones Generales de cada Comunidad Autónoma. Una de las características que la ECRMA instaura es la creación de una autoridad

en cada Estado Miembro que centralice todos los trámites burocráticos que un promotor necesita para la concesión de un permiso de explotación, además de otros permisos. Sin embargo, y como ya se ha expuesto, la Ley permite que ese organismo centralizado derive sus competencias a otros regionales. En el caso de España es de esperar que sean las Direcciones Generales de las CCAA las que, en cada territorio, sean las responsables de guiar el proceso de la obtención del estatus de Proyecto Estratégico. Por lo tanto, el espíritu de la norma de “una sola taquilla” es de esperar que en España se convierta en 17 autoridades diferentes. Dado que la actividad minera ya está descentralizada en la legislación española la adaptación a la ECRMA no supondrá un cambio significativo para los promotores de empresas mineras.

La Ley europea solo cambia el plazo máximo para obtener todos los permisos, que será de 24 meses más 3 meses en caso de excepcional complejidad. Sin embargo, el silencio desestimatorio se mantendrá para proyectos mineros. Para el caso español, el Reglamento General en su Artículo 91 determina que las resoluciones deben dictarse en un plazo de 60 días. Para permisos como la Declaración de Impacto Ambiental, donde su obtención se puede demorar hasta 20 meses la ECRMA en su artículo 11 recoge una rebaja de ese plazo hasta los 80 días. Con todo ello, las reducciones en los plazos para la obtención de permisos será un gran incentivo para desarrollar futuros proyectos mineros. Hay que considerar también que, si bien se reducen los plazos para aprobar la apertura de una mina, esta reducción en los plazos puede acarrear problemas de comunicación con los habitantes de las localidades afectadas, así como posibles imprevistos medioambientales.

Uno de los grandes cambios de la ECRMA es la creación de objetivos de mercado para los miembros de la UE en cuanto a consumo de materias primas estratégicas. En concreto se deberá extraer un 10% del total de SRM consumidas por la UE y procesar el 50%. Este objetivo incentivará la inversión en actividades mineras, ya sea de procesado o de extracción. Sin embargo, no existe por parte de las autoridades europeas ningún mecanismo para concretar cómo medir ese aumento. De cara a los Estados Miembros, no hay nada que les incentive a extraer una materia prima concreta, pues no hay objetivos según las reservas de cada territorio ni objetivos desglosados en cada SRM. El objetivo global podría suplirse, hipotéticamente, con una sola SRM que se extraiga en enormes cantidades de un solo yacimiento en un solo Estado Miembro. Tal escenario es probable que sea imposible, pero destaca que, si bien establecer un objetivo de extracción y procesado es positivo para la industria minera europea, la falta de concreción puede acabar diluyendo las buenas intenciones.

Un punto positivo que tiene la ECRMA será la reducción del riesgo de financiación. Generalmente las minas son negocios con un nivel de riesgo elevado. La iniciativa para asegurar contratos de venta a largo plazo, además de garantizar la seguridad de las inversiones que se realicen. Esto podrá reducir el coste de la financiación para las empresas mineras, agilizando el proceso de apertura de las minas.

Por último, es necesario destacar el fondo sobre el que descansa el estancamiento de la minería en Europa y su decrecimiento a lo largo de los años. Las principales razones las podemos encontrar en la política, pues las minas han dejado de ser un aliciente para las economías nacionales y se aboga por otro tipo de industrias. Además, a lo largo de los años se ha creado un entramado burocrático muy extenso el cual lleva tiempo y dinero. Esto ha ido desincentivando la apertura de nuevas minas y la progresiva dependencia de los países extractores de materias primas. La ECRMA se propone revertir esta tendencia añadiendo aún

más burocracia comunitaria para pretender reducir la burocracia de los Estados Miembros. Como se ha visto, el proceso que se debe seguir para conseguir el estatus de Proyecto Estratégico es largo y está lleno de distintos requisitos que se deben cumplir. Además, requiere de informar a la Comisión del avance del proyecto, aumentando la carga burocrática que debe sufrir una mina además del Plan de Labores anual que debe presentar ante las autoridades españolas y otros muchos requerimientos administrativos. Solo los proyectos encabezados por grandes empresas mineras -ninguna de ellas es europea- podrán atender a la multitud de requisitos que esta ley propone, y por tanto solo se entenderán los proyectos que sean más rentables y seguros. Este motivo será el que más peso tenga de todos los citados a la hora de promocionar la recuperación de la industria minera europea.

3. El Proyecto IBW

El proyecto Iberian Belt West localizado en la provincia de Huelva consiste en dos yacimientos polimetálicos, uno situado más al este denominado La Romanera, y el segundo situado al este denominado La Infanta.

Este proyecto será estudiado porque podría acogerse a la ECRMA debido a que explotará una de las Materias Primas Estratégicas, el cobre, y gracias a la cercanía con Portugal podría cumplir el requisito de tener impacto en dos o más Países Miembros, convirtiendo al proyecto en Proyecto Estratégico y aumentando tanto el interés por llevar a término la mina como su rentabilidad.

El proyecto se analizará para que cada depósito sea explotado por la técnica de perforación y coladura, generando una corta cónica que irá aumentando de tamaño a medida que la técnica y la viabilidad económica lo permitan. Aunque el proyecto original promovido por la empresa Emerita Resources está planificado para ser explotado por técnicas de interior, el análisis realizado en este trabajo se enfocará desde la minería de cielo abierto, más económica, con una estimación de costes más extrapolable de otros proyectos semejantes a cielo abierto en Andalucía, y mayor grado de certidumbre a la hora de realizar la simulación con el software Recmin.

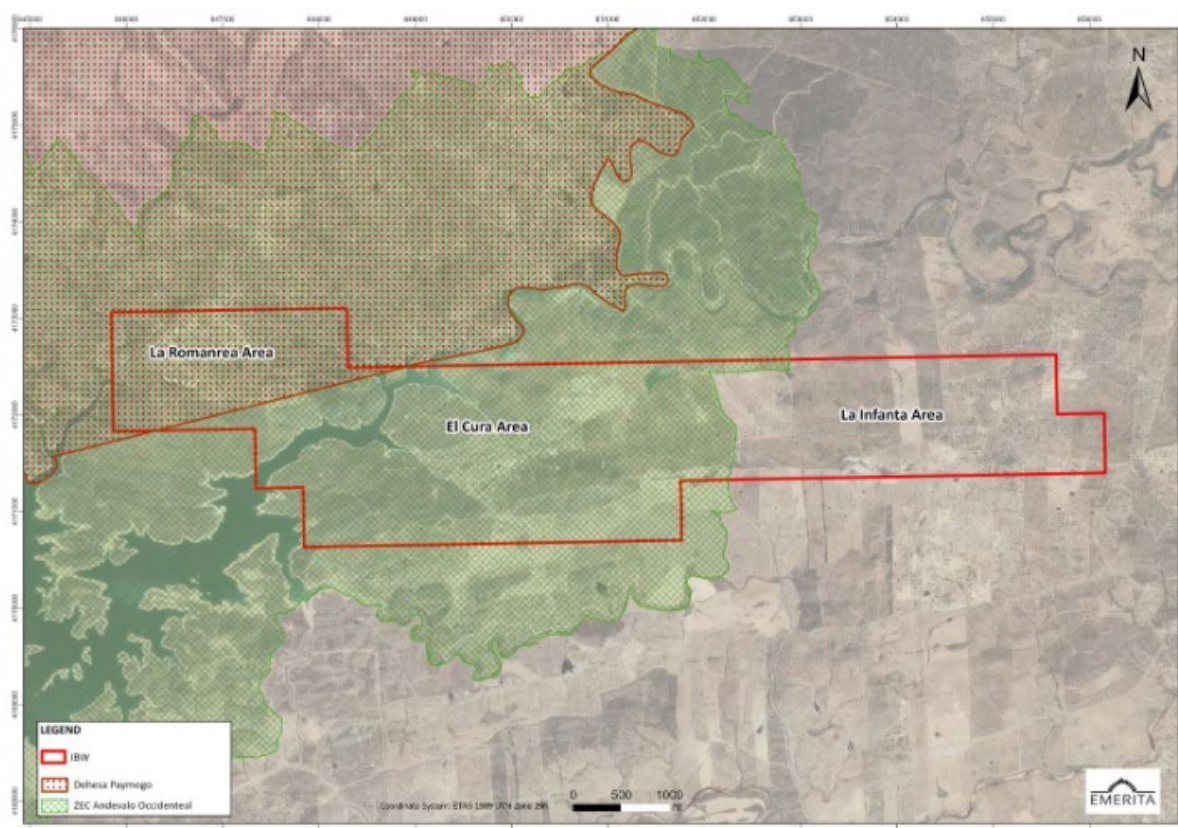


Ilustración 8: Mapa de las distintas áreas del proyecto IBW - Fuente: (Newall y Browning 2023)

3.1 Geología y Mineralización

El yacimiento se encuentra en la faja pirítica ibérica, concretamente en el Grupo Pirita-Cuarcita en el Dominio Norte. Esta zona se caracteriza por contener sulfuros masivos encajados en rocas volcanoclásticas, reemplazando algunas rocas pumitas o vidrios volcánicos, dando lugar a estructuras irregulares. En la siguiente ilustración se puede observar el mapa de esta zona geológica, mientras que en el Anexo se detallan las distintas capas.

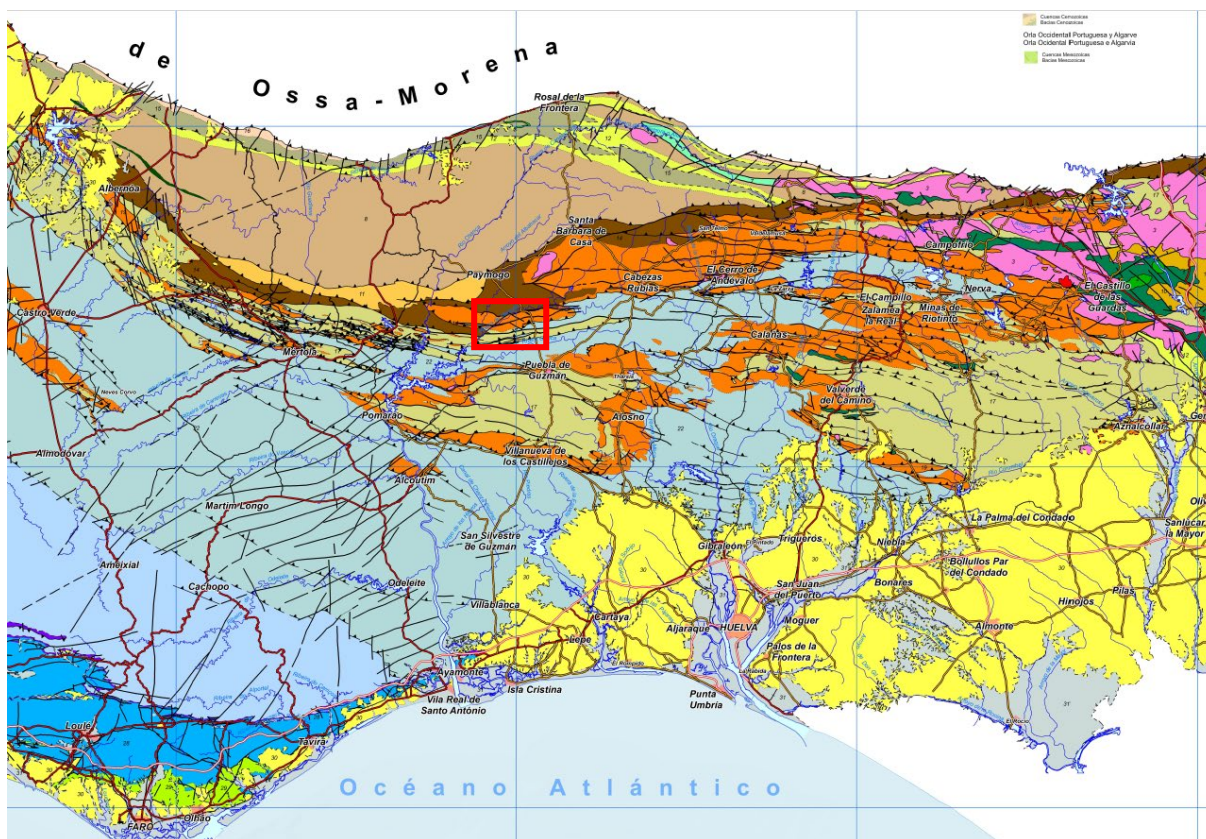


Ilustración 9: Mapa Geológico de la Zona Surportuguesa. Escala 1:400.000. Edición 2020. - Fuente: IGME (Diez Montes, Matos, y Dias, s. f.)

Los depósitos se encuentran en el Complejo Paymogo Volcanico-sedimentario (VSC en inglés), una zona que contiene lutitas negras en diferentes niveles estratigráficos. La Infanta se encuentra en el muro bajo mientras que La Romanera está en el muro colgado. También existen una serie de capas de rocas dacíticas de composición y textura variable.

3.1.1 Geología de La Romanera

La mineralización de La Romanera se encuentra en una serie de lutitas tufáceas con capas alternas de riolita. Se puede observar más detalladamente en las siguientes ilustraciones.

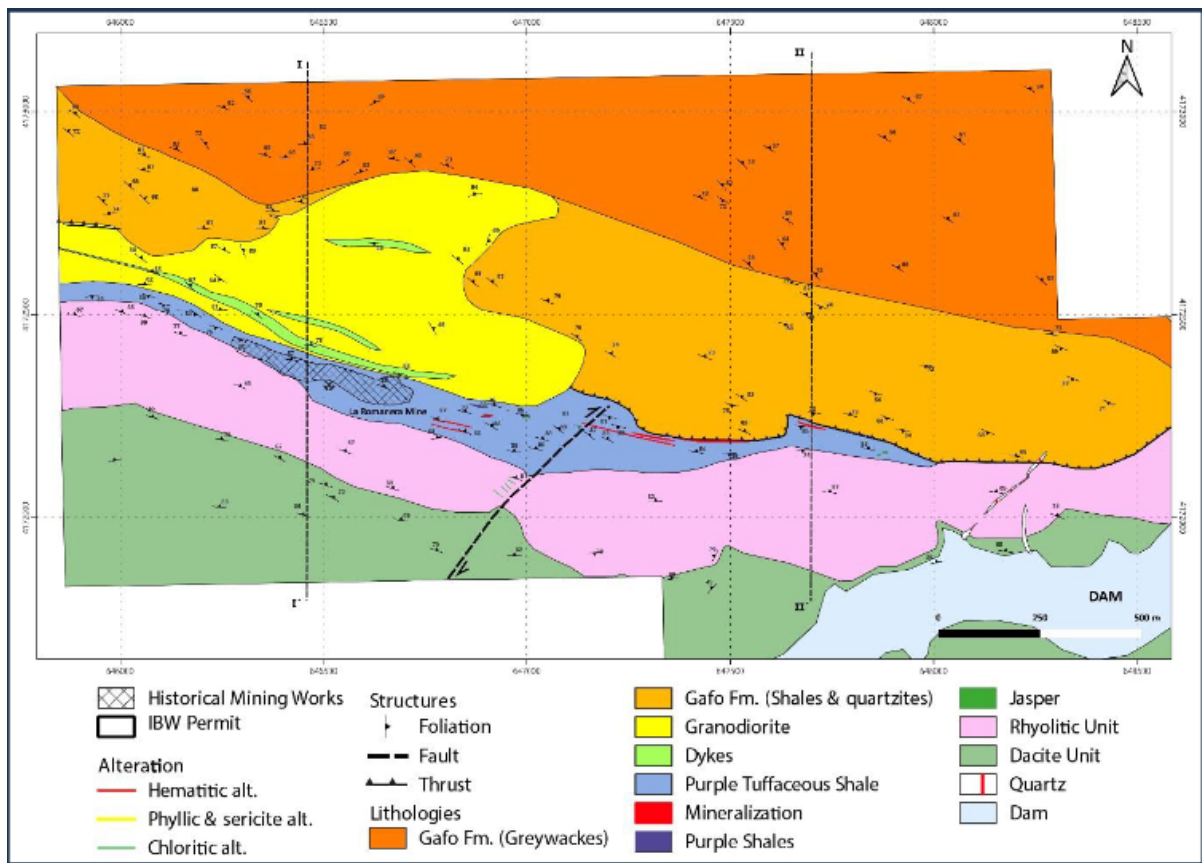


Ilustración 10: Mapa Geológico de La Romanera - Fuente: (Newall y Browning 2023)

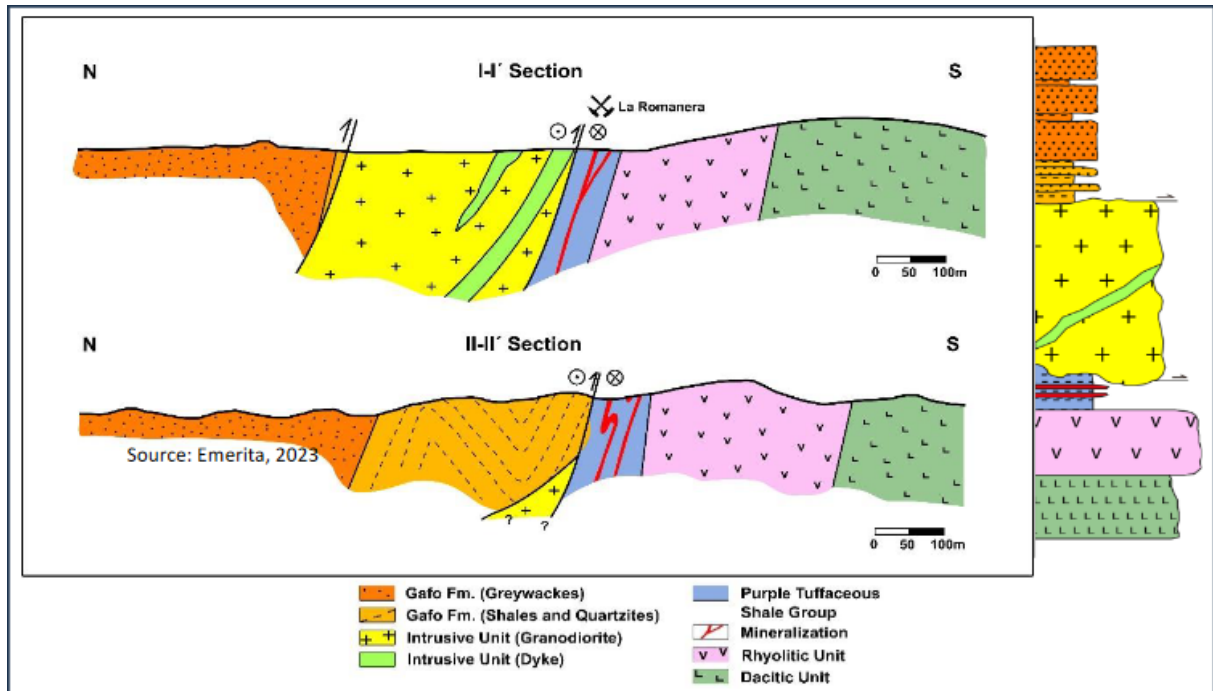


Ilustración 11: Corte geológico de la Romanera - Fuente: (Newall y Browning 2023)

3.1.2 Geología de La Infanta

El depósito de La Infanta se encuentra entre unas tobas dacíticas altamente silificadas y capas volcánicas. La mineralización se encuentra dentro de un anticlinal atravesado por distintas fallas. Se puede observar la geología en las siguientes ilustraciones.

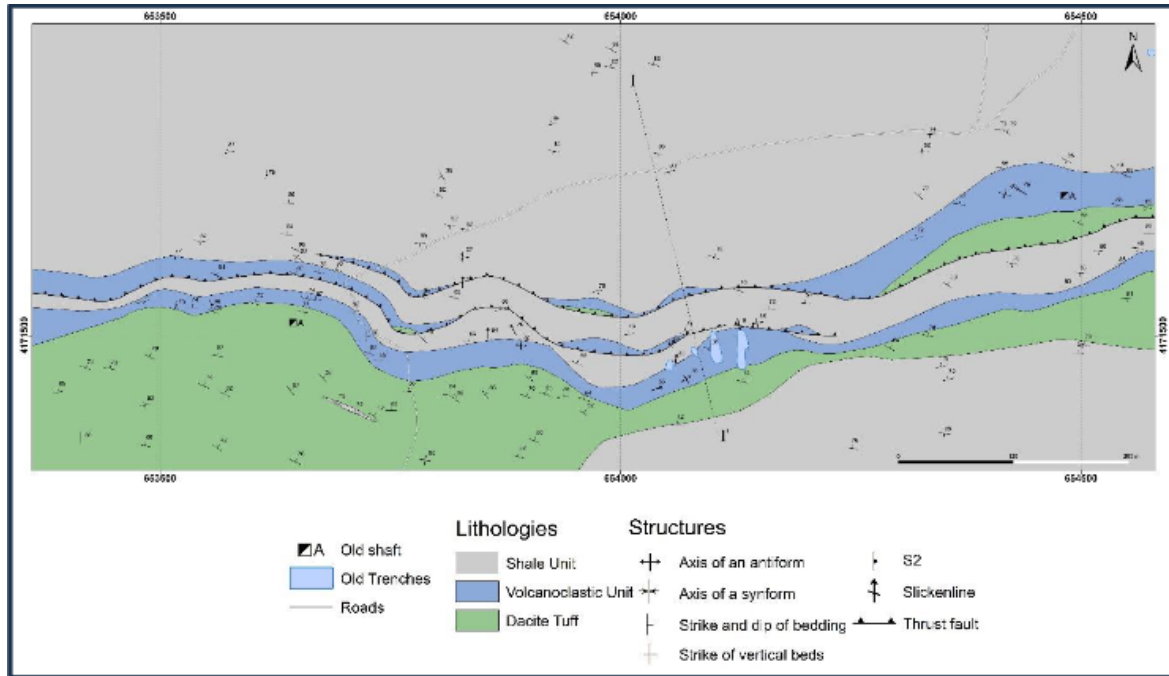


Ilustración 12: Mapa geológico de La Infanta - Fuente: (Newall y Browning 2023)

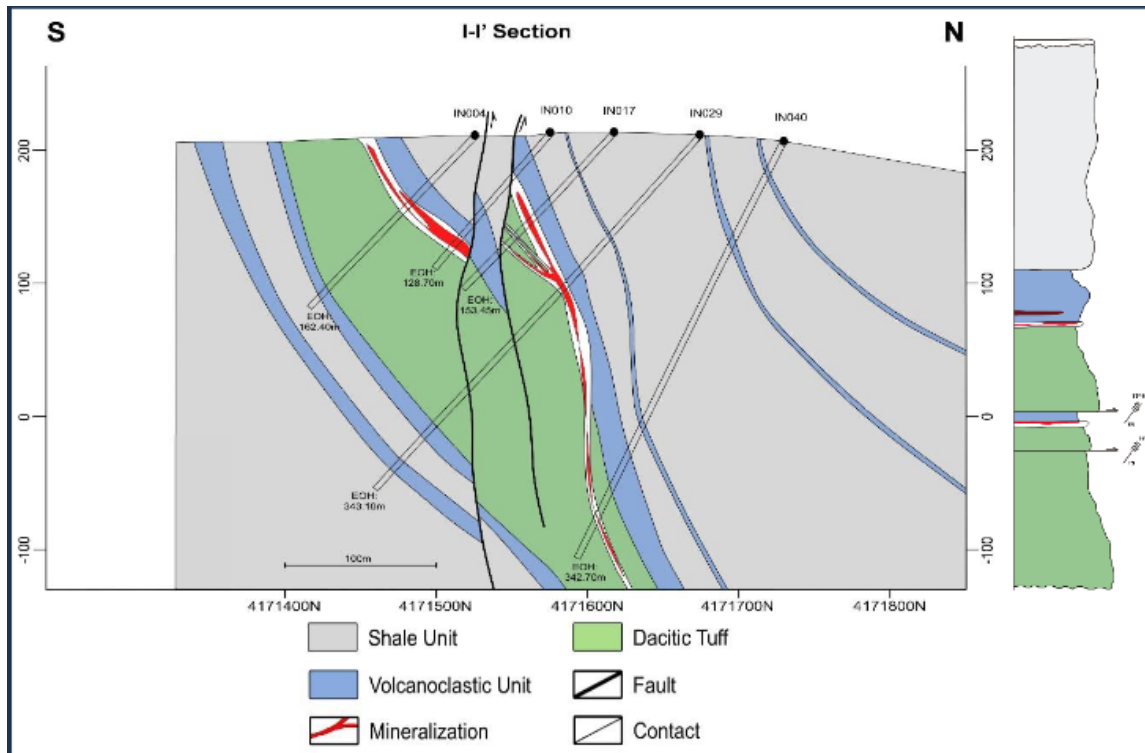


Ilustración 13: Corte geológico de La Infanta - Fuente: (Newall y Browning 2023)

3.1.3 Caracterización del yacimiento

Los yacimientos se clasifican como sulfuros masivos volcánicos, formados por precipitación de fluidos hidrotermales en ambientes marinos. Este tipo de mineralización está muy relacionada con la actividad volcánica. Los minerales principales son pirita, esfalerita, galena, calcopirita, cobaltita, sales sulfatadas con arsénico, antimonio y bismuto y oro. También existen algunos óxidos como la magnetita y la hematita.

Hasta ahora (NI-43-101 publicado el 5 de julio de 2023(Newall y Browning 2023)) no se han realizado ensayos mineralúrgicos ni metalúrgicos por parte de la empresa. Para los cálculos de recursos y reservas la empresa estima una recuperación del 100% de Zinc, 80% de plomo, 80% de cobre, 80% de plata y 20% de oro.

3.2 Modelización del yacimiento con el software Recmin

Con los datos de los sondeos (Anexo) se realizará un modelo informático del proyecto. Para ello se utilizará el software de modelización Recmin, que permite en base a los sondeos, las leyes y la morfología del yacimiento construir un modelo de mina a cielo abierto.

Para comenzar la modelización primero se importan los datos de los sondeos. Estos se han obtenido de las fuentes electrónicas de la empresa Emerita Resources, concretamente de su página web, donde aparece la información de la localización de cada sondeo, los datos de leyes, profundidad y potencia de la capa mineralizada. Estos se importan al programa de la siguiente manera:

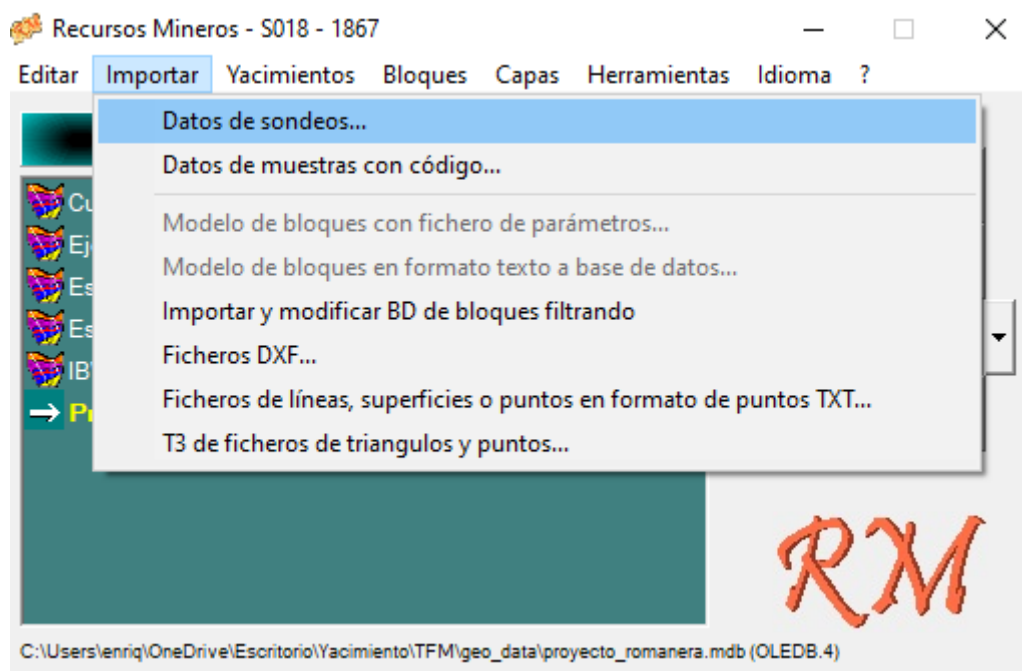


Ilustración 14: Programa Recmin. Pestaña donde añadir los datos de los sondeos al proyecto - Fuente: Recursos propios.

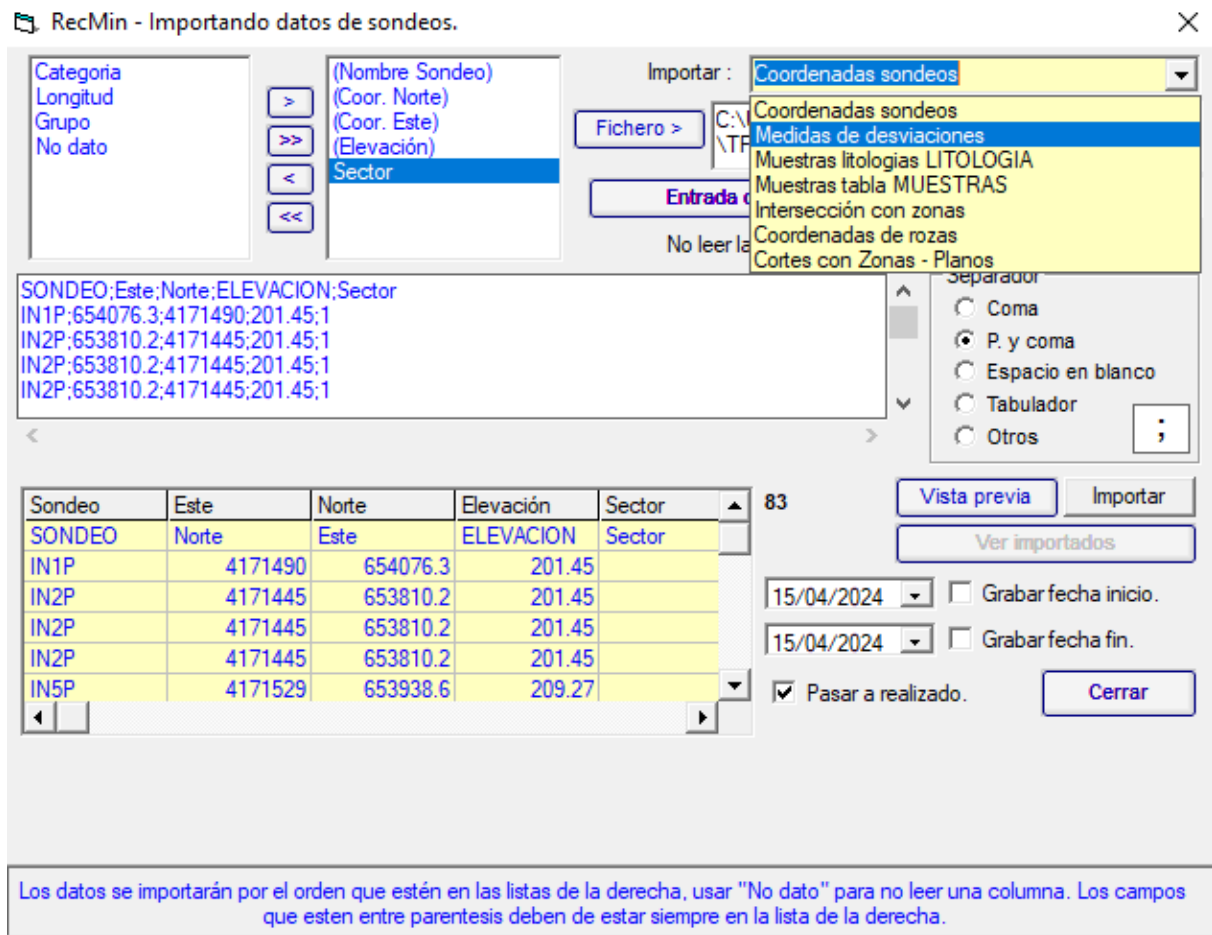


Ilustración 15: Introducción de los datos de los sondeos - Fuente: Recursos propios.

Los datos de los sondeos se añaden como se muestra en la Ilustración 15, donde a partir de un fichero, en este caso .txt, se introducen las coordenadas de los sondeos, las medidas de desviaciones (inclinación y buzamiento) y las muestras obtenidas.

Tras ello, abriendo el panel de dibujo, se pueden visualizar los sondeos colocados geográficamente.

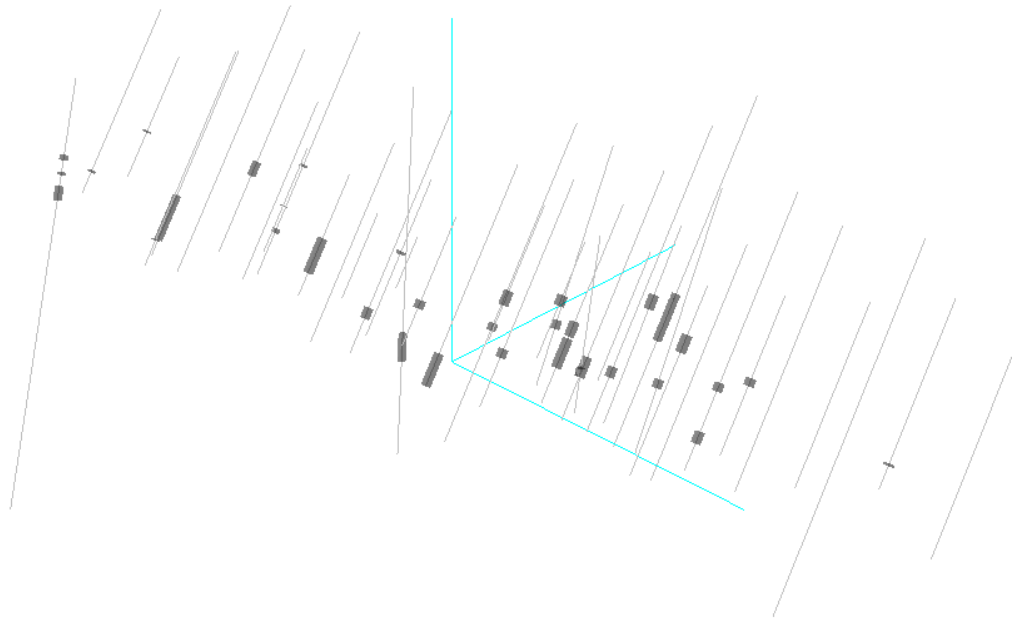


Ilustración 16: Sondeos del depósito de La Infanta. Las barras negras representan las zonas mineralizadas - Fuente: Recursos propios.

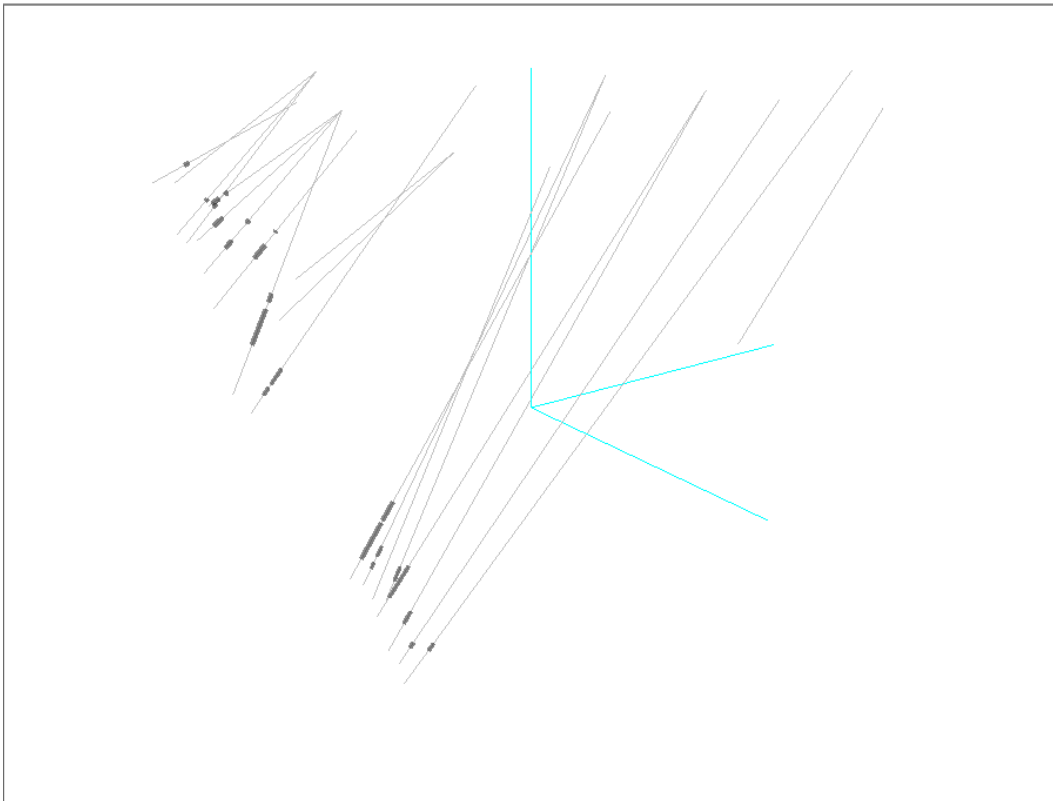


Ilustración 17: Sondeos del depósito de La Romanera. Las barras negras representan las zonas mineralizadas - Fuente: Recursos propios.

Para poder fijar los sondeos a la topografía se ha utilizado Google Maps para extraer las líneas de nivel y se han convertido esos datos al formato que Recmin utiliza, resultando en la siguiente topografía.



Ilustración 18: Curvas de nivel extraídas de Google Earth - Fuente: Google Earth.

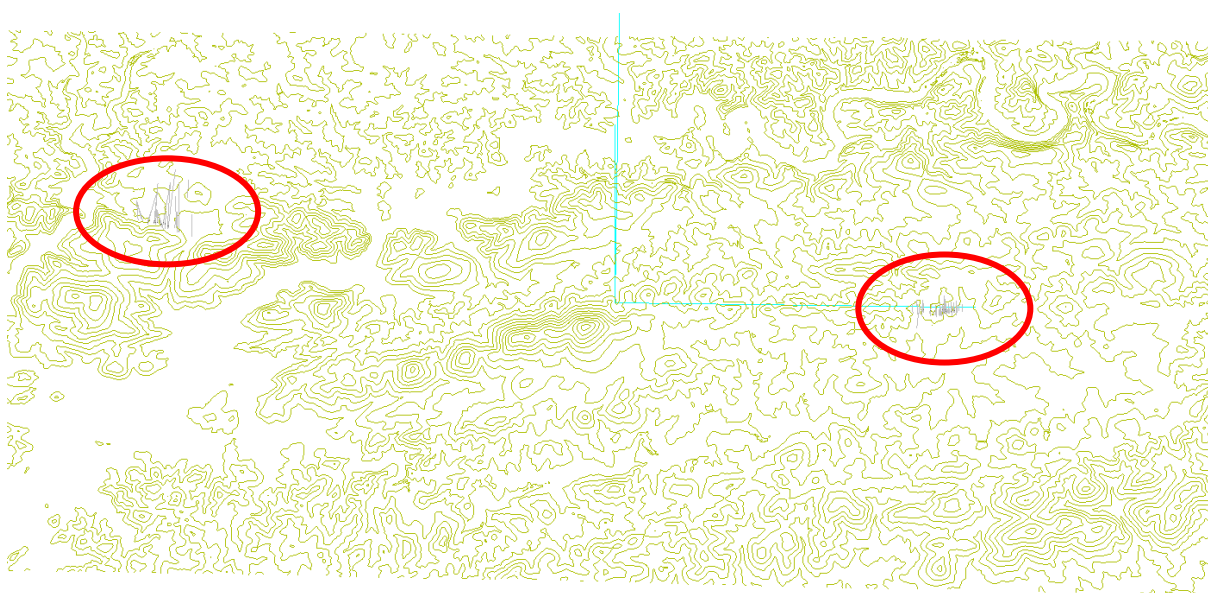


Ilustración 19: Topografía con los sondeos (gris) señalados en círculos rojos - Fuente: Recursos Propios

En base a los sondeos y a los datos publicados sobre la morfología de ambos depósitos, de tipo filoniano (Ilustraciones 11 y 13), se construyen secciones uniendo las partes mineralizadas de los sondeos en base a alineamientos geométricos.

3.2.1.1 Modelización del depósito La Romanera

Para realizar la modelización se debe crear un “cuerpo”, un espacio geométrico definido por distintas curvas que engloban las muestras de los sondeos.

Para realizar las curvas se busca una dirección que sea más o menos paralela a la dirección de los sondeos. Esto se puede observar en la Ilustración 21 donde las curvas siguen aproximadamente la dirección Norte-Sur. Las curvas construidas se representan en las Ilustraciones 20 y 21.

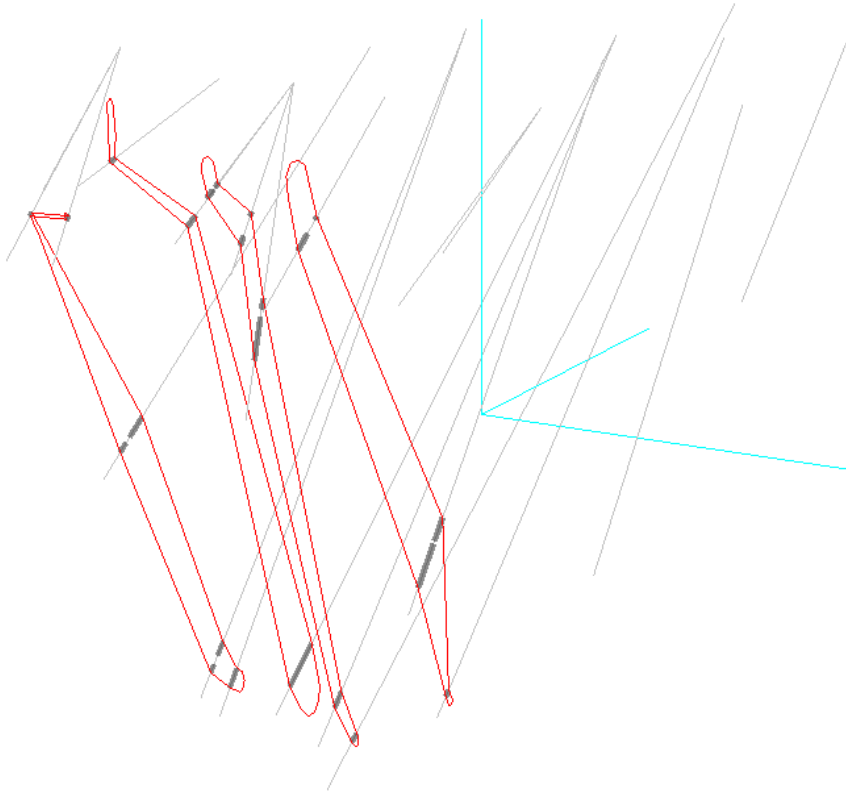


Ilustración 20: Secciones (en rojo) del depósito de La Romanera - Fuente: Recursos propios.

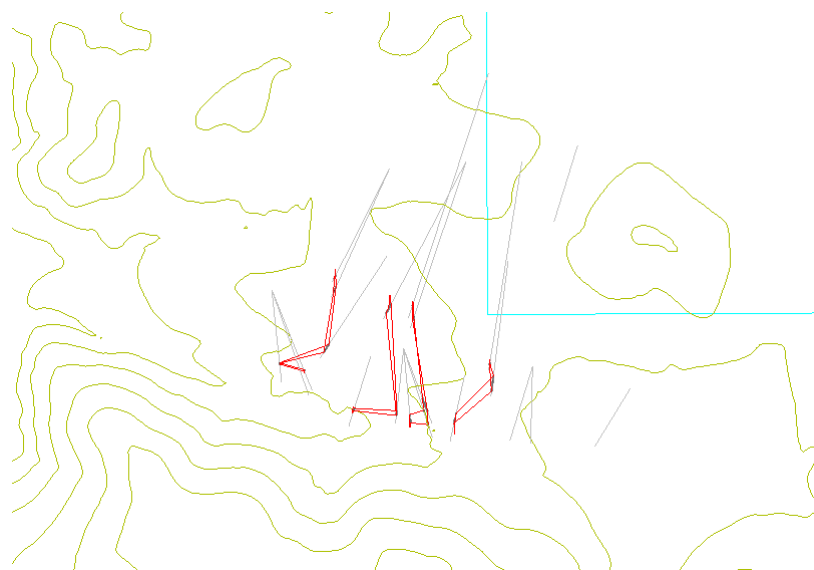


Ilustración 21: Vista en planta de las secciones de La Romanera - Fuente: Recursos propios.

Si bien en la bibliografía se representan dos lentes o filones, en este caso se ha tomado la decisión de crear un único cuerpo mineralizado debido a la falta de información publicada en el informe NI-43-101, que dificulta poder definir las dimensiones de ambos cuerpos descritos en la bibliografía.

Una vez se tienen las curvas se van a unir para formar el cuerpo mineralizado. Para ello se utiliza una curva auxiliar denominada RMLINKS, que partiendo de los distintos extremos de las curvas permite que el programa modelice correctamente el cuerpo. Para poder visualizarla se ha escogido un fondo negro para permitir un mayor contraste.

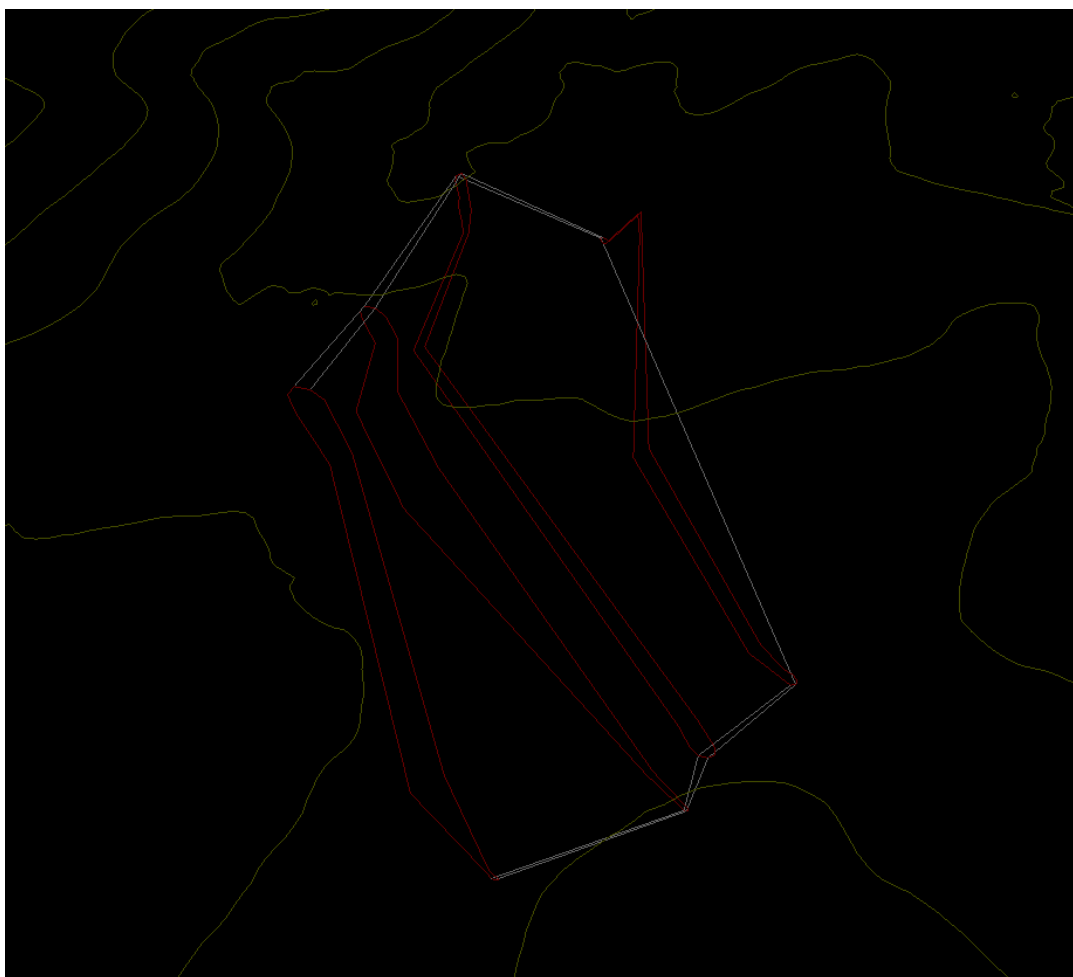


Ilustración 22: RMLINKS (blanco) usada para crear el cuerpo mineralizado - Fuente: Recursos Propios

Para seguir definiendo el cuerpo se deben crear dos curvas más en los extremos. Esto se justifica en base a que las curvas engloban las zonas mineralizadas recogidas por los sondeos, pero no quiere decir que el cuerpo real esté definido por la localización del último sondeo con muestra. Para poder aproximar mejor la morfología del depósito se hacen dos curvas paralelas a las situadas en los extremos de la siguiente manera.

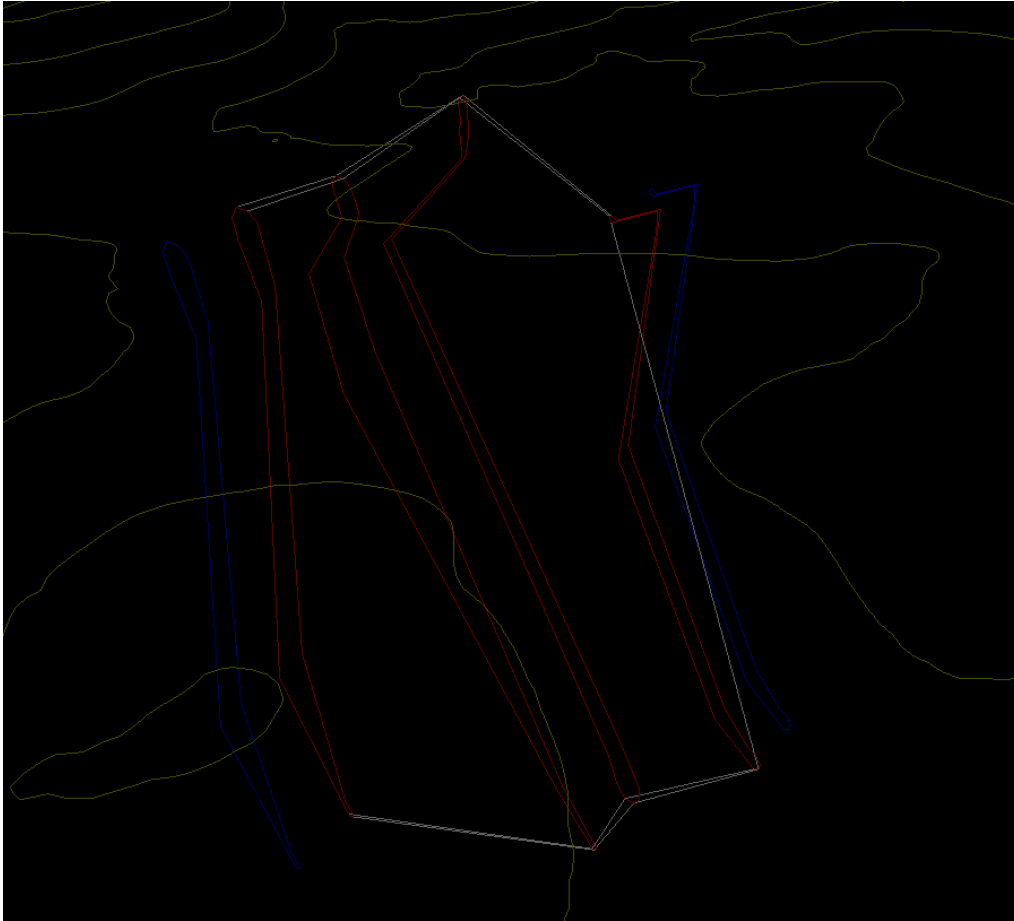


Ilustración 23: Curvas paralelas (azul) para definir el depósito - Fuente: Recursos propios.

Para crear el cuerpo también se dibujan sendas RMLINKS para englobar a las curvas azules. Con esta información se crea el cuerpo. Para ello se selecciona un vértice de una de las curvas y se utiliza la función “Une con T3 a otra línea” como se muestra en la Ilustración 24.

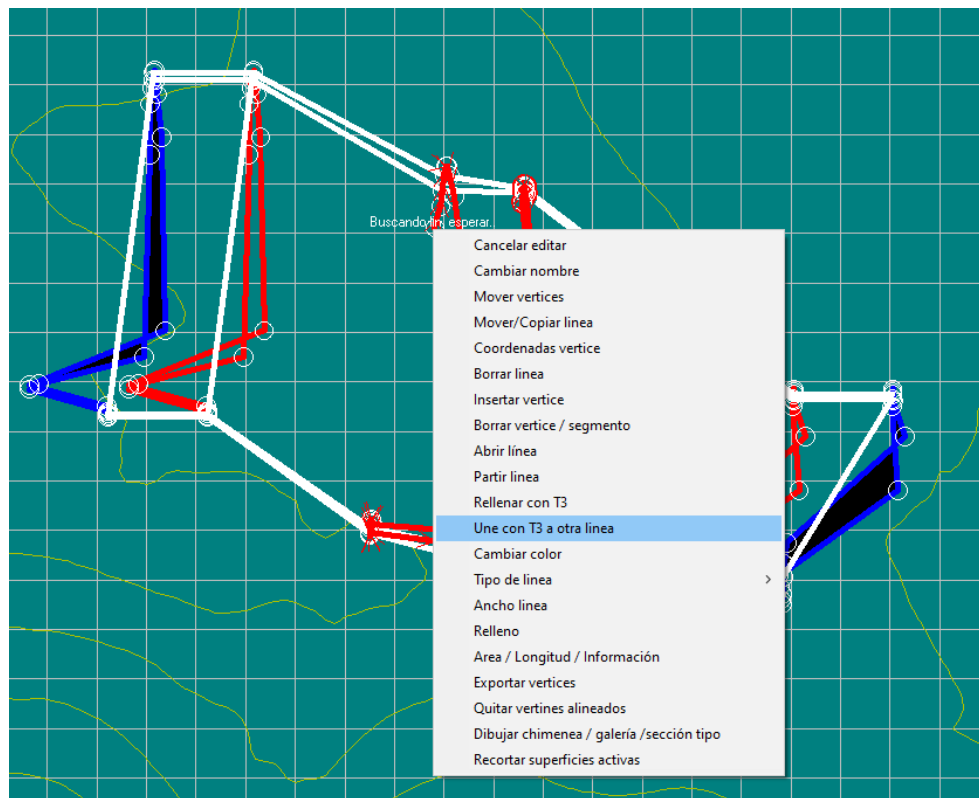


Ilustración 24: Unión de las curvas con superficies - Fuente: Recursos Propios.

Realizando esta acción con todas las curvas se acaba creando el cuerpo mineralizado, representado en la Ilustración 25.

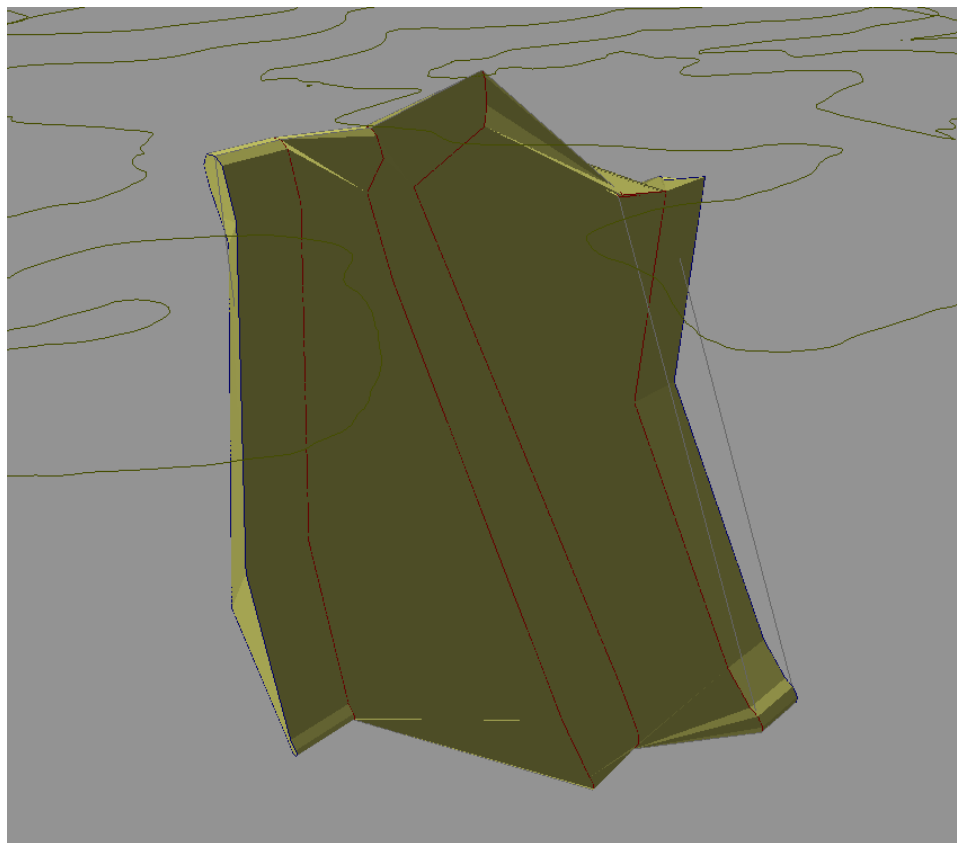


Ilustración 25: Cuerpo mineralizado de La Romanera - Fuente: Recursos propios.

3.2.1.2 Modelo de bloques de La Romanera

El cuerpo representa la zona mineralizada del yacimiento, pero no permite conocer la ley ni realizar cálculos en él. Para ello Recmin utiliza un sistema de bloques que contienen la información suficiente como para estimar los recursos y las reservas, así como hacer una estimación de la hipotética corta.

Para crear el modelo de bloques se utiliza la opción “Rellenar volumen T3 con bloques”.

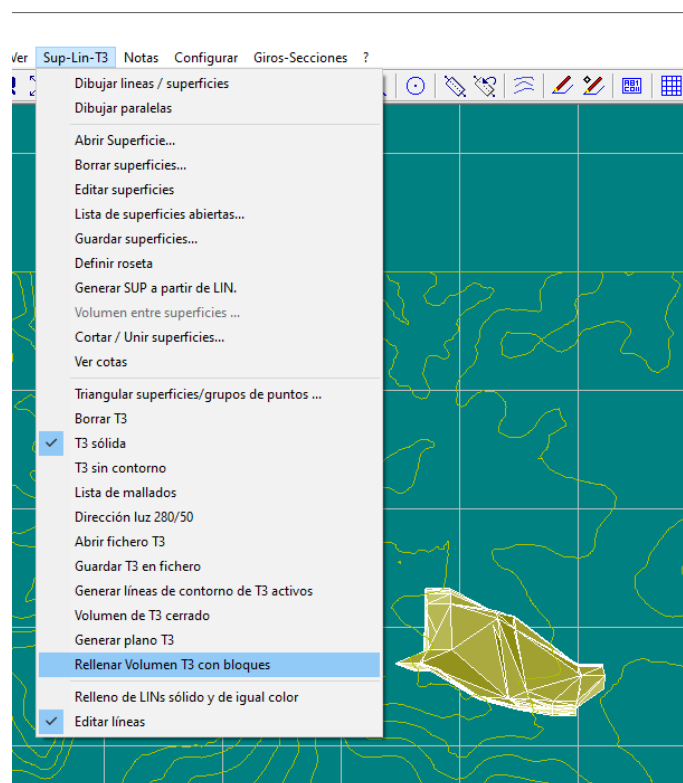


Ilustración 26: Creación de los bloques - Fuente: Recursos Propios.

Recmin guarda en un archivo de texto la información de los bloques. Como información requiere unas coordenadas de origen, que serán: $x = 646000$; $y = 4172000$; $z = -500$. Se utilizarán bloques cúbicos y el tamaño de los bloques será de 10m de lado. Con esta información Recmin genera los siguientes bloques:



Ilustración 27: Número de bloques creados por Recmin para el depósito de La Romanera - Fuente: Recursos propios.

Con los bloques ya creados se utilizan las funciones de Recmin para operar con ellos. Para poder modelizar el yacimiento correctamente y estimar los recursos se deben utilizar técnicas de geoestadística. Para el presente caso se va a utilizar el modelo de Inverso de la distancia

elevado al cuadrado justificado en la tesis de Chica Olmo(Chica Olmo 1987) y en que es la usada en el informe de Emerita Resources. Se introduce esta información a Recmin en el cuadro “Cálculos con bloques”.

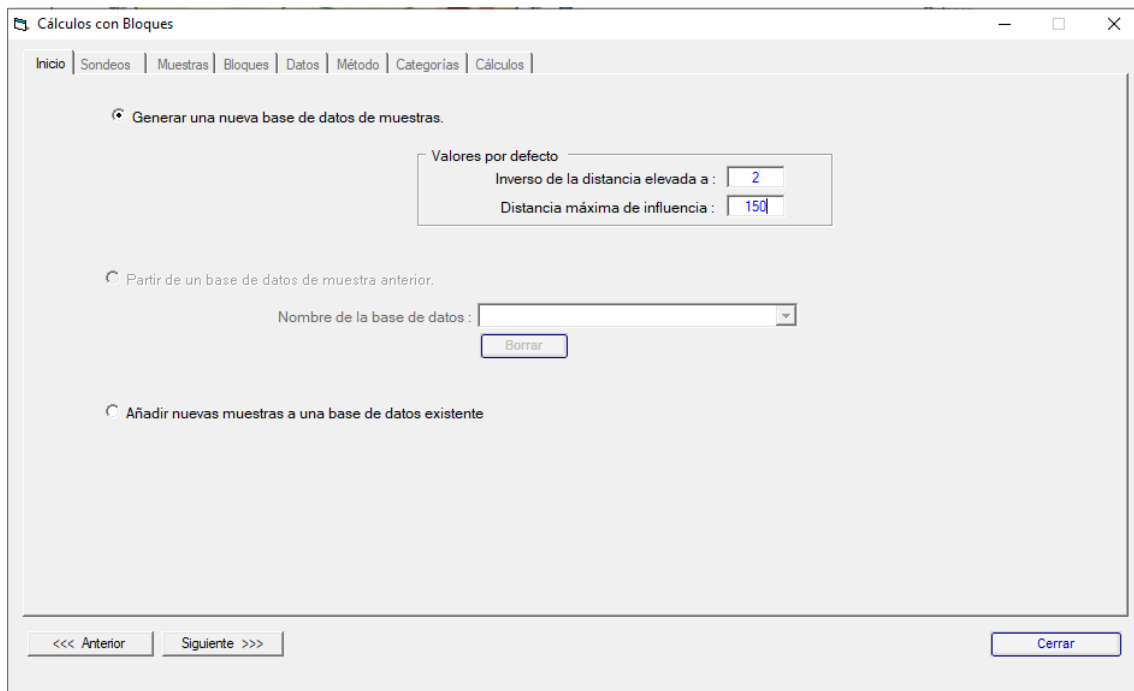


Ilustración 28: Cálculos con bloques. Selección del método geoestadístico - Fuente: Recursos Propios.

La distancia máxima de influencia viene determinada por los variogramas proporcionados por la empresa en su informe NI-43-101 (Newall y Browning 2023), donde la distancia máxima de influencia, a partir de la cual no se puede estimar el depósito en base a la información de partida, es de alrededor de 150 metros. Se puede observar en la Ilustración 29 que la curva del eje mayor es prácticamente plana a partir de 150 metros.

La Romanera – Lower Lens

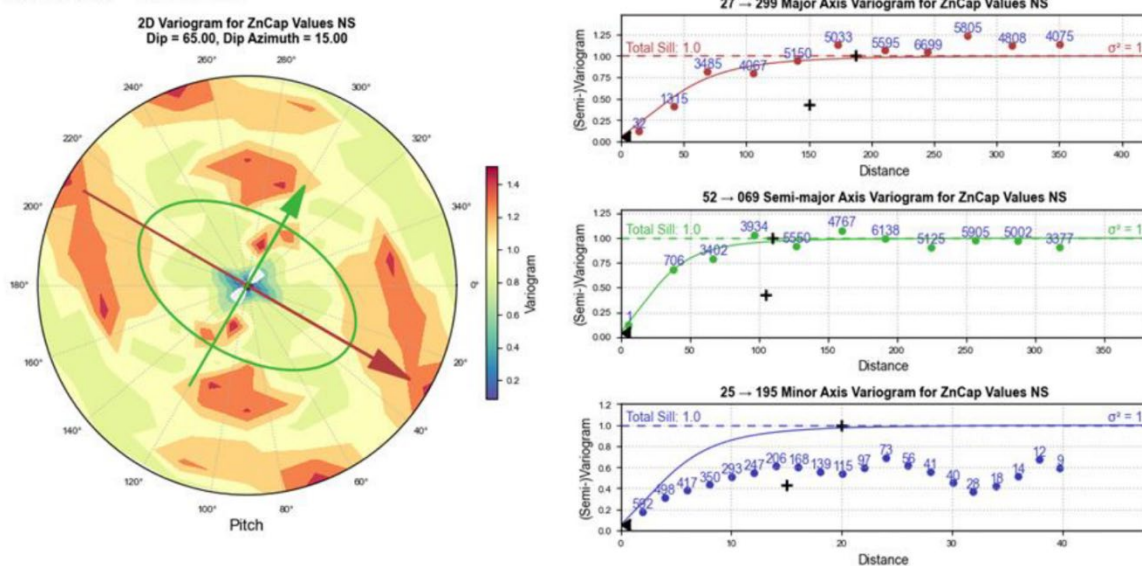


Ilustración 29: Variogramas de La Romanera - Fuente: (Newall y Browning 2023).

Para seguir se escogen los sondeos asociados a La Romanera.

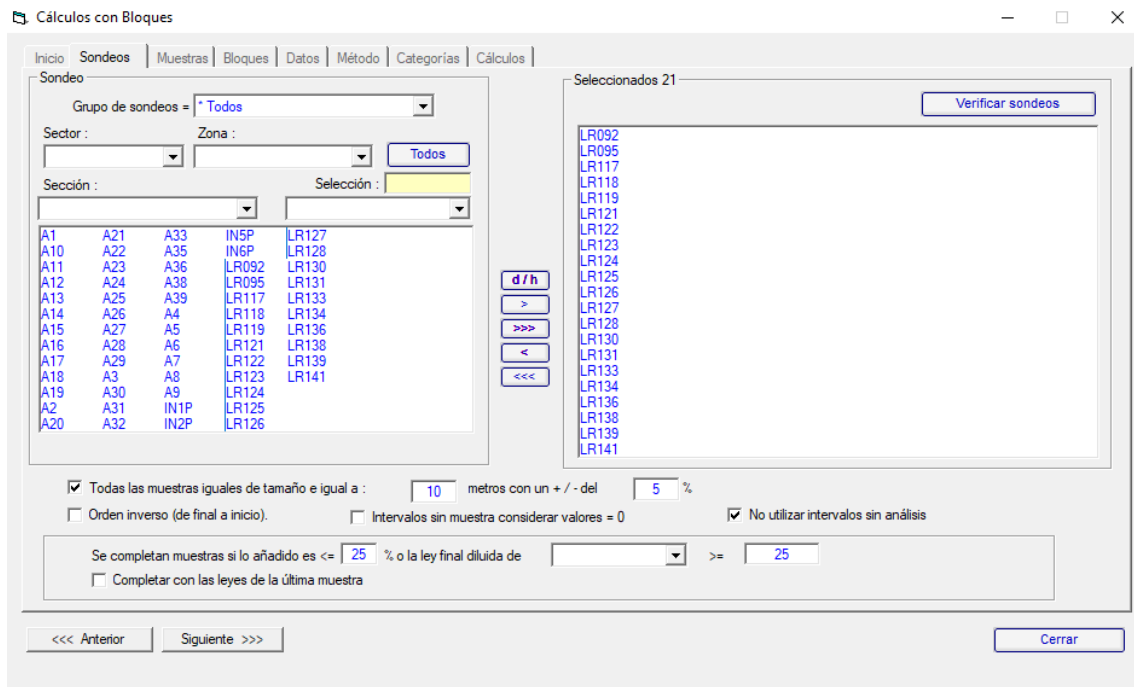


Ilustración 30: Selección de sondeos de La Romanera - Fuente: Recursos Propios.

En la pestaña de bloques se seleccionan los creados anteriormente.

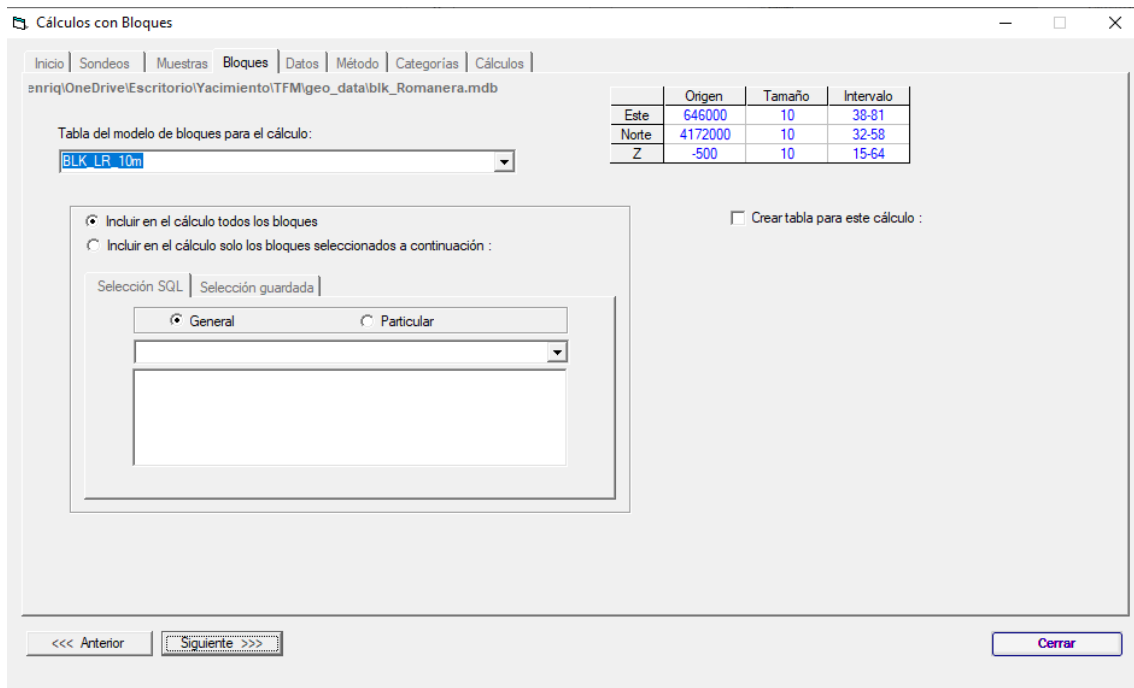


Ilustración 31: Selección de los bloques con los que se van a hacer los cálculos - Fuente: Recursos Propios.

En la pestaña de datos se introducen los datos extraídos de los variogramas mencionados. El azimut es de 15° , el buzamiento es de 65° y el cabeceo es de 0° . Como se ha visto anteriormente, la distancia máxima de influencia en el eje x es de 150 metros, mientras que en el eje y es de aproximadamente 100 metros y en el eje z es de 20 metros. Estos valores se convierten a los distintos Factores representados en la Ilustración 32, siendo el del eje primario $150/150 = 1$; el secundario $150/100 = 1,5$; el eje terciario $150/20 = 7,5$.

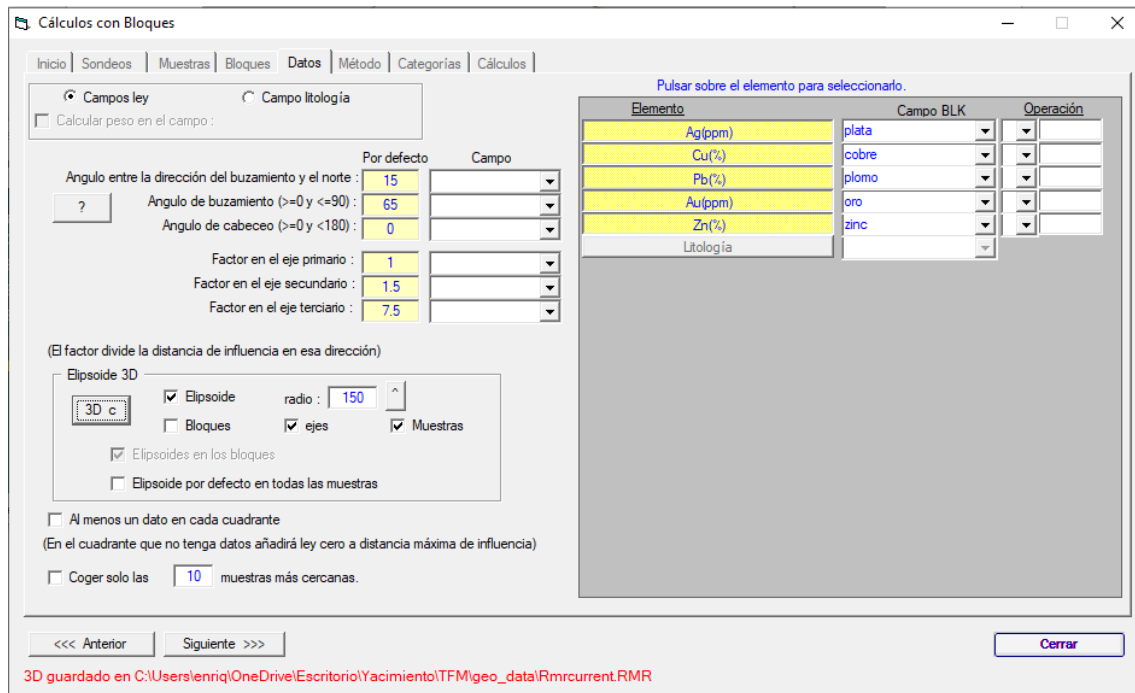


Ilustración 32: Selección de la pestaña datos - Fuente: Recursos propios.

Para poder comprobar si el variograma está bien estimado se compara el elipsoide creado con la morfología del cuerpo mineralizado.

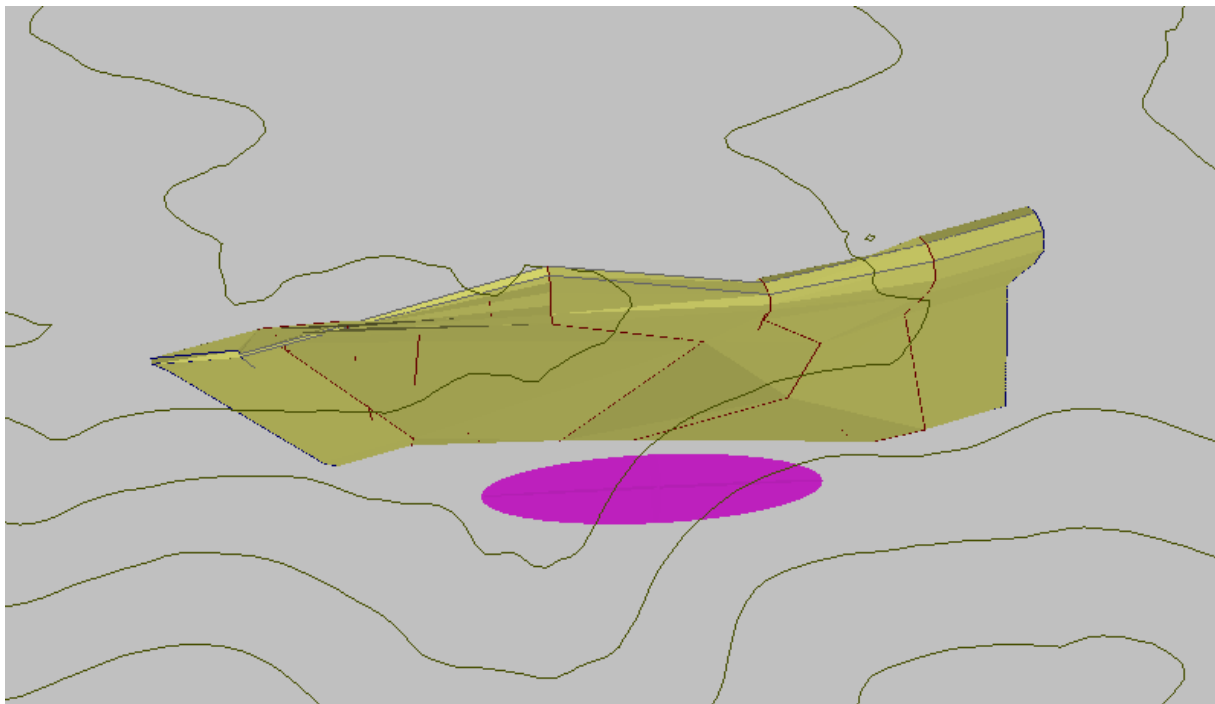


Ilustración 33: Elipsoide del variograma y el cuerpo mineralizado - Fuente: Recursos Propios.

Se puede observar en las Ilustraciones 33 y 34 que la morfología del elipsoide se acerca mucho en dirección y buzamiento al cuerpo mineralizado, por lo que se considera que la simulación puede aportar soluciones precisas.

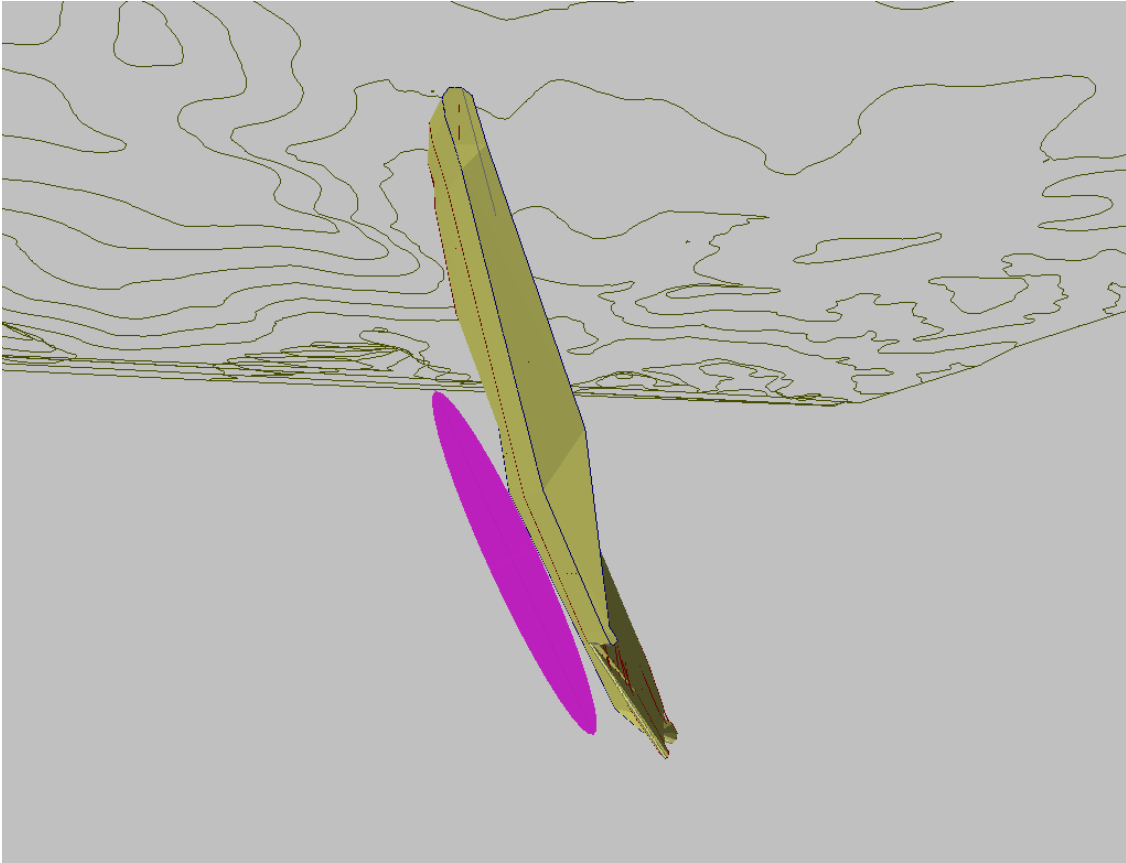


Ilustración 34: Elipsoide del variograma y el cuerpo mineralizado - Fuente: Recursos Propios.

Finalmente se ejecuta el modelo de bloques.

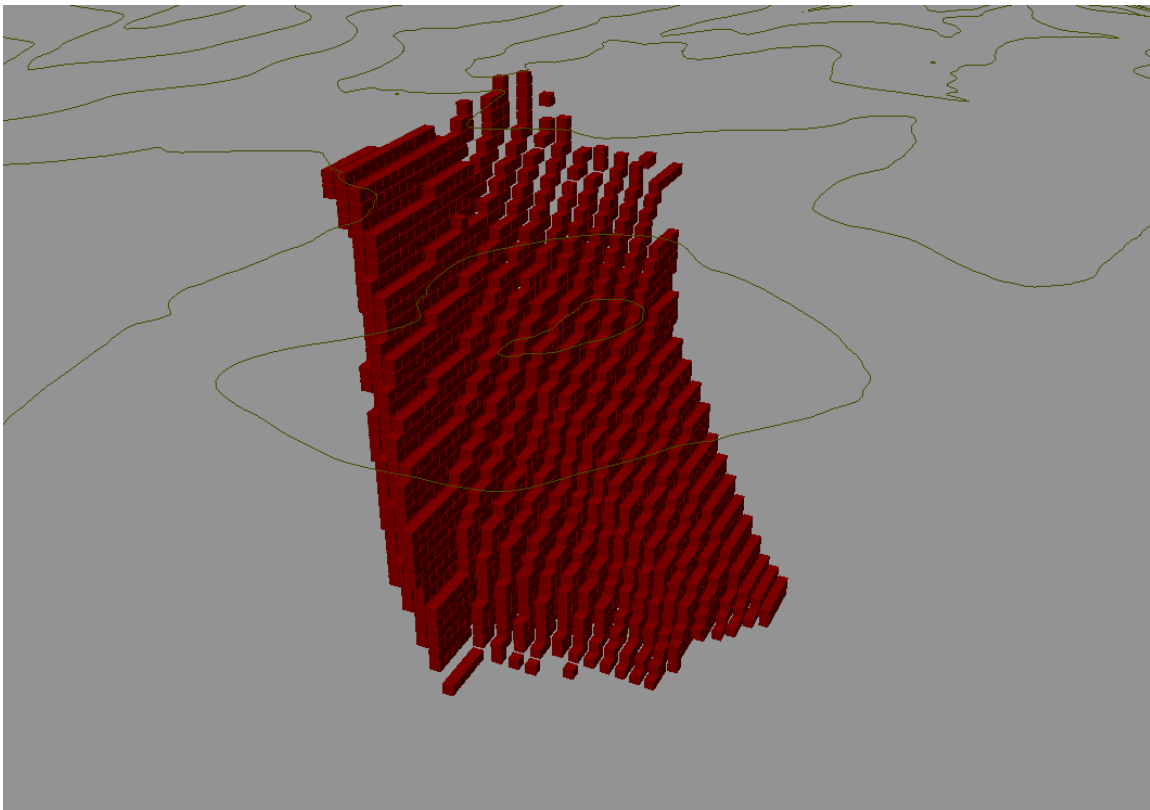


Ilustración 35: Modelo de bloques de La Romanera - Fuente: Recursos propios.

Con este modelo se puede realizar el cálculo de recursos y reservas, así como visualizar cómo se distribuyen las leyes de los distintos metales a lo largo del cuerpo.

3.2.1.3 Estimación de recursos de La Romanera

El programa Recmin permite visualizar el modelo de bloques según las leyes de los distintos metales presentes en el depósito. Además, la herramienta Recmin Variograms permite extraer los histogramas que representan la cantidad de bloques que hay con una determinada ley.

En el caso del oro, las leyes expresadas en g/t resultan:

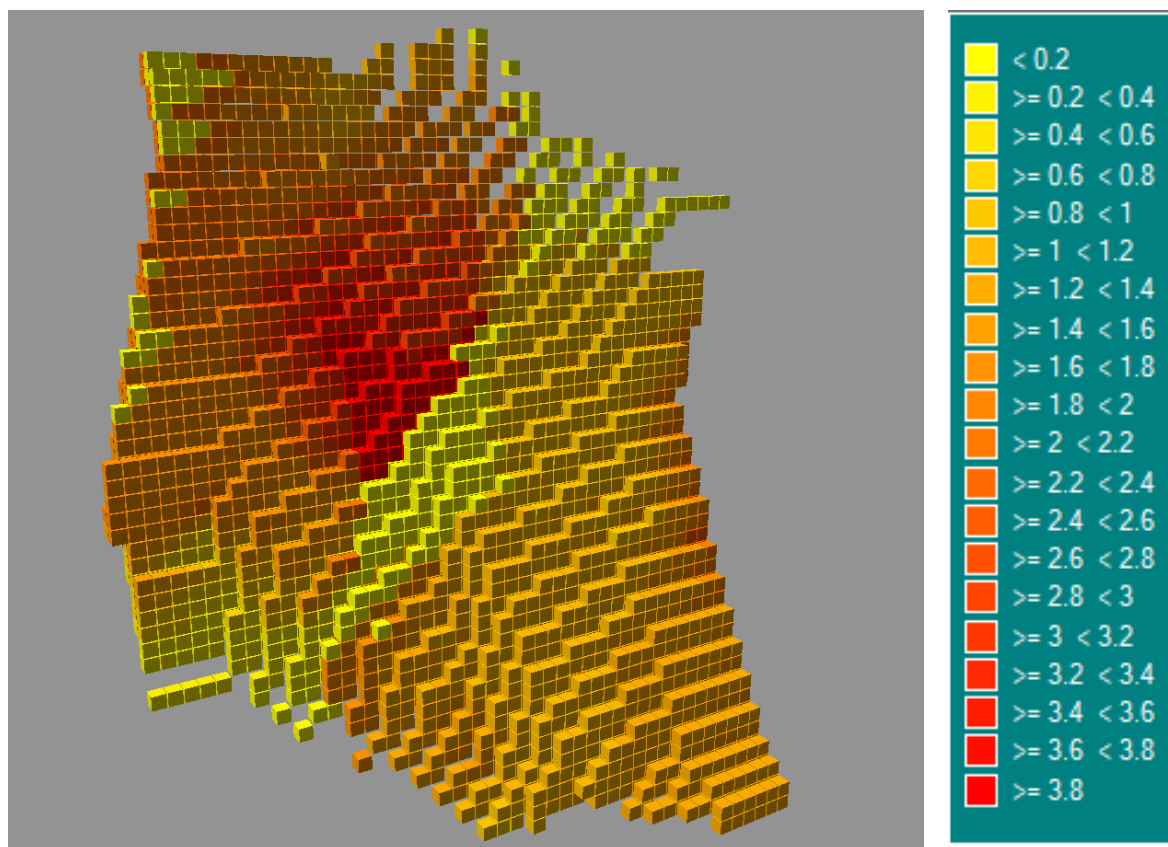


Ilustración 36: Modelo de bloques coloreado según la ley en oro en g/t - Fuente: Recursos propios

El histograma de las leyes de oro es la siguiente:

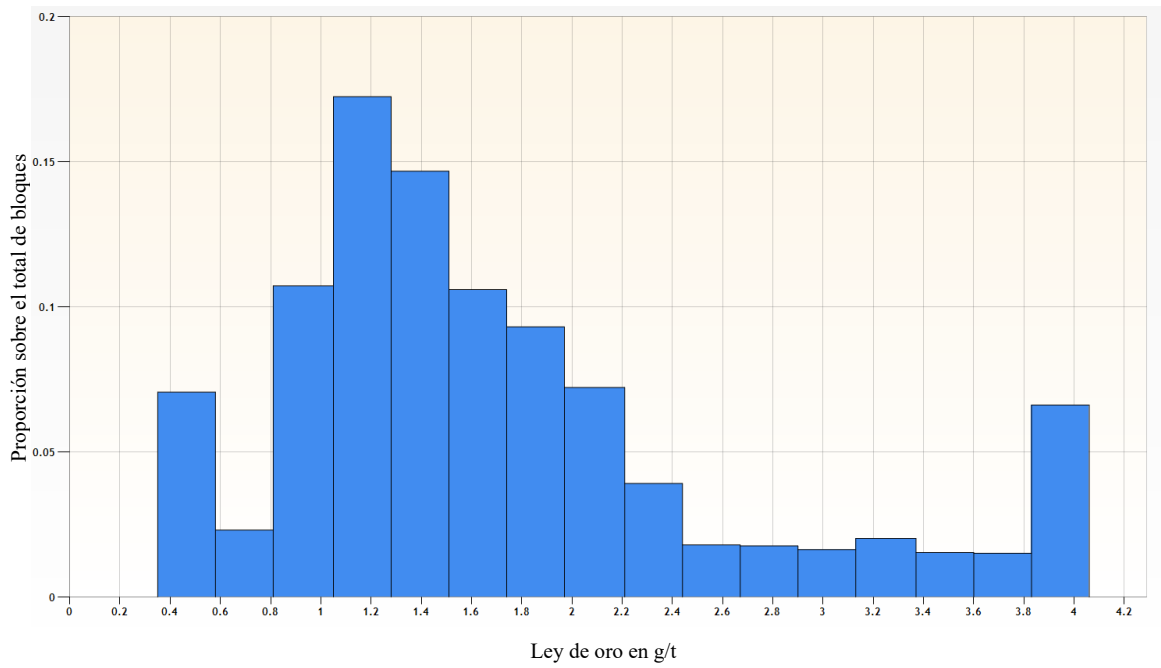


Ilustración 37: Histograma de la ley de oro. - Fuente: Recursos Propios.

Ahora se representan los bloques según su ley en plata:

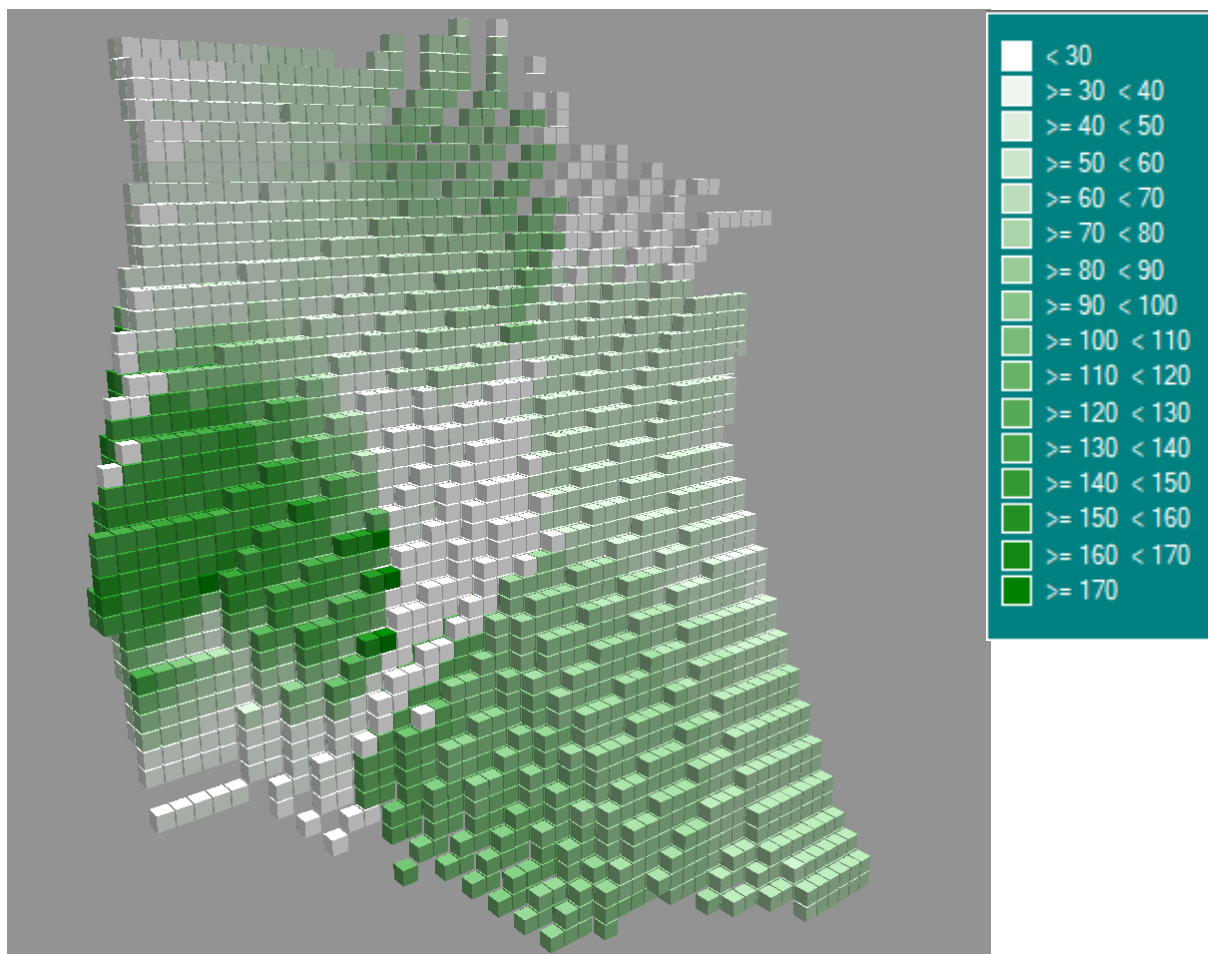


Ilustración 38: Bloques coloreados según la ley en plata en g/t - Fuente: Recursos propios

El histograma de plata es el siguiente:

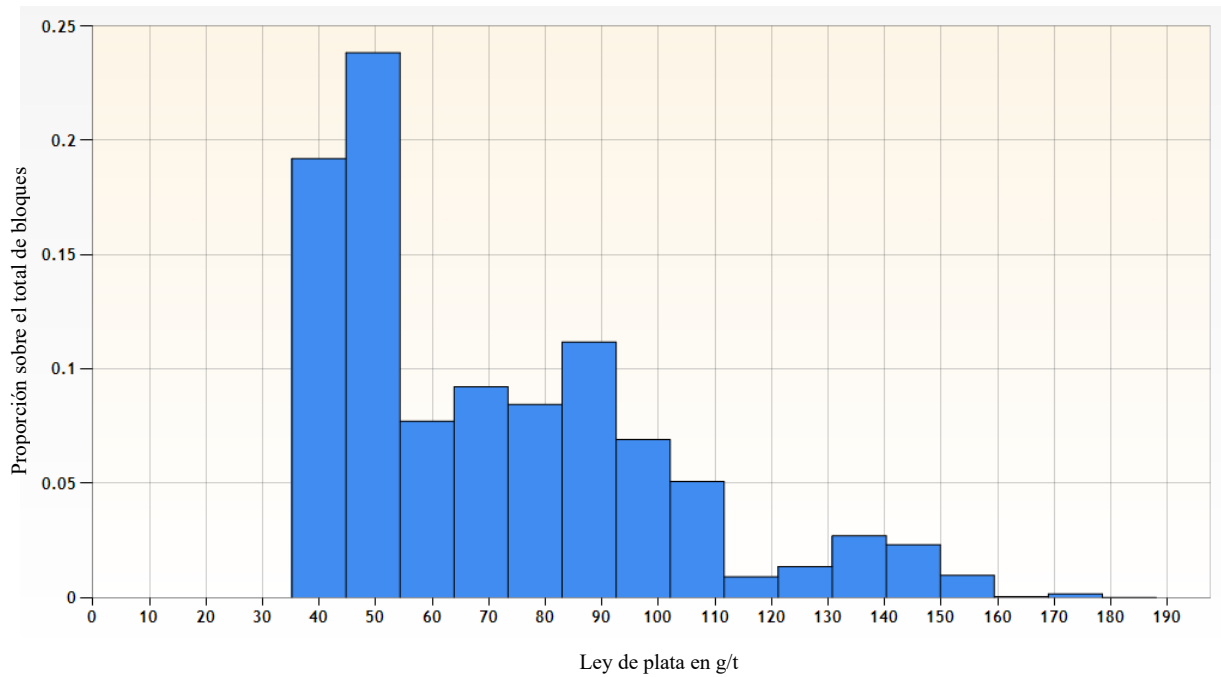


Ilustración 39: Histograma de la ley de oro - Fuente: Recursos Propios.

Para el caso de los bloques representados según su ley en cobre:

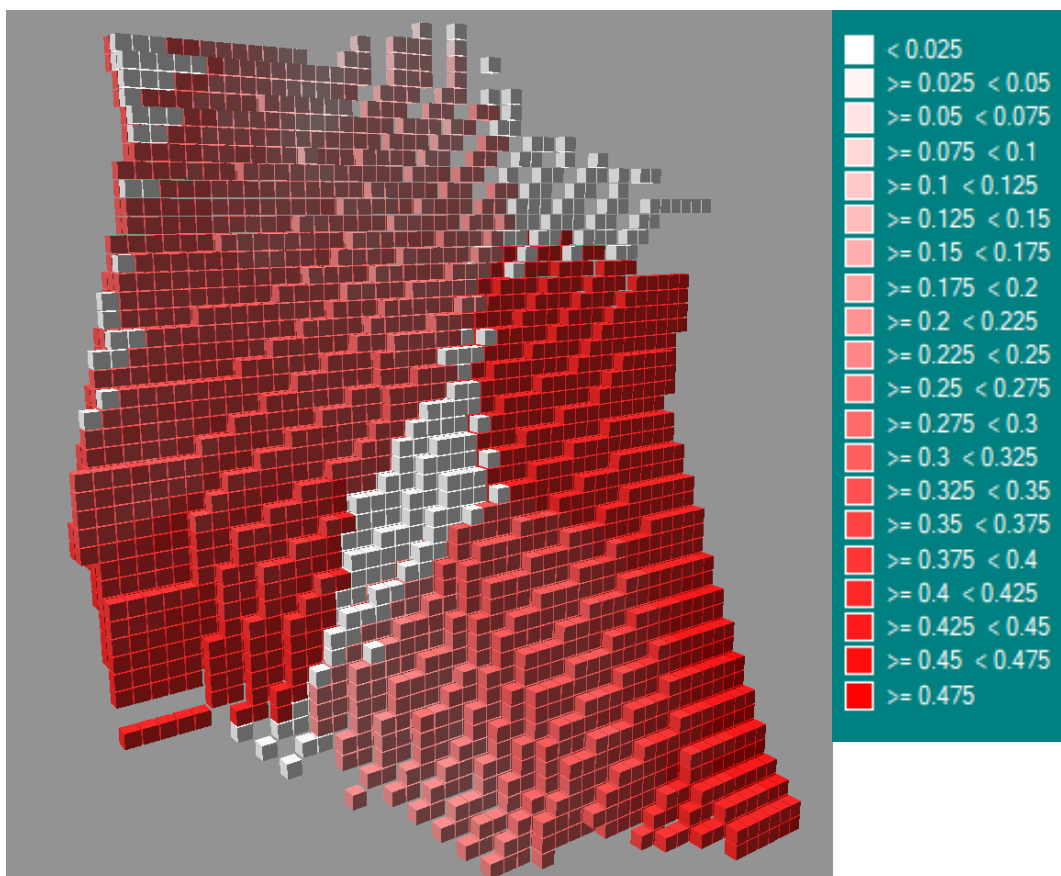


Ilustración 40: Bloques coloreados según la ley en cobre en % - Fuente: Recursos Propios

El histograma de la ley en cobre es el siguiente:

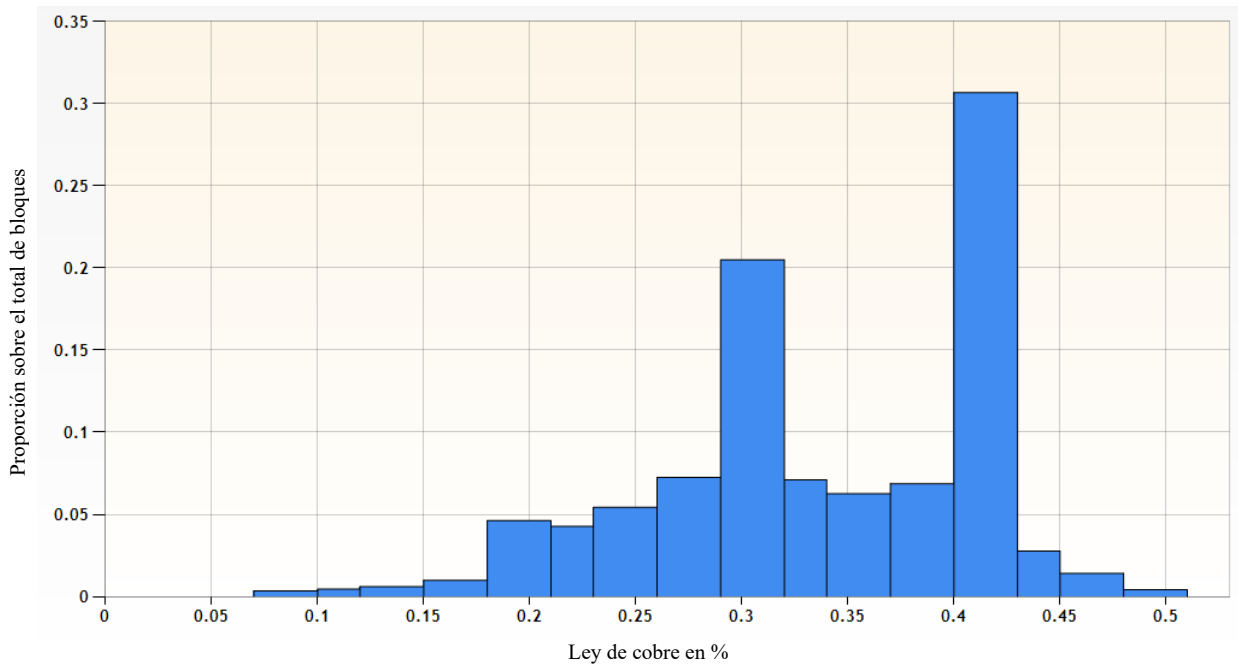


Ilustración 41: Histograma de la ley de cobre - Fuente: Recursos Propios.

Ahora se representa la ley en plomo y el histograma:

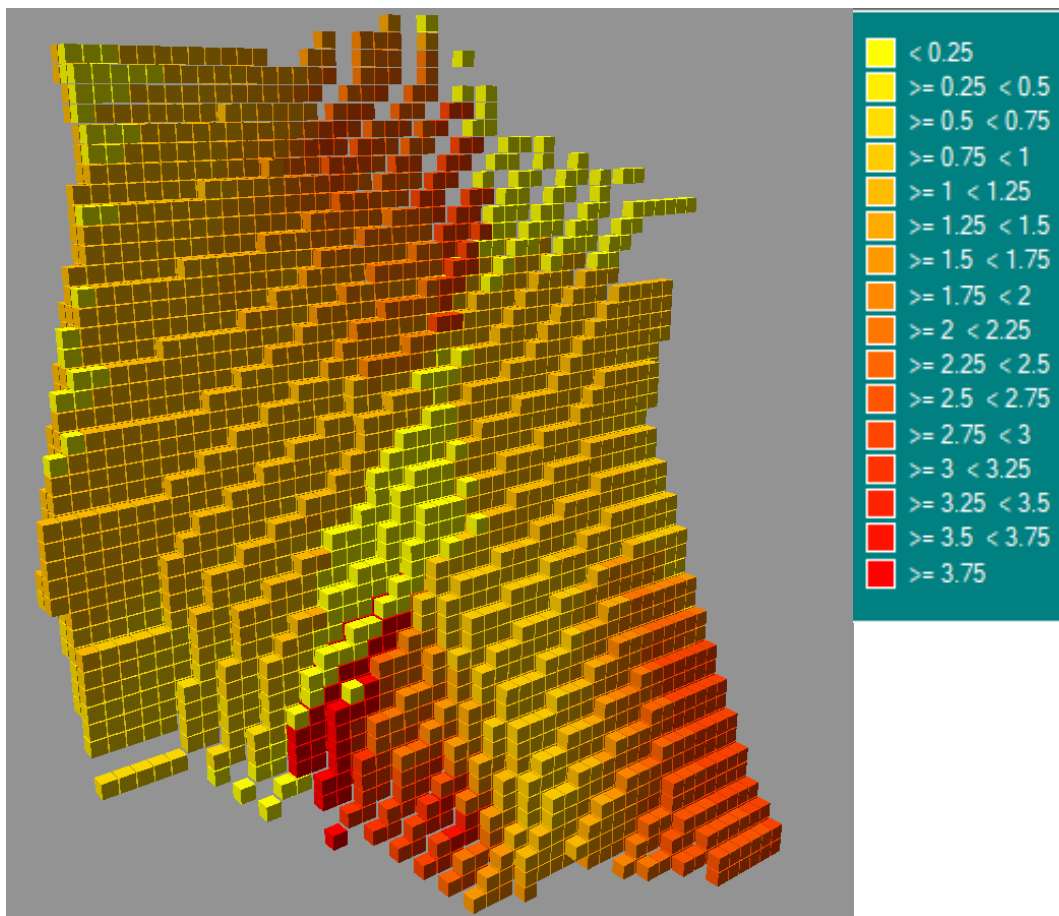


Ilustración 42: Bloques coloreados según la ley en plomo en % - Fuente: Recursos Propios.

El histograma de los bloques en función de la ley en plomo es la siguiente:

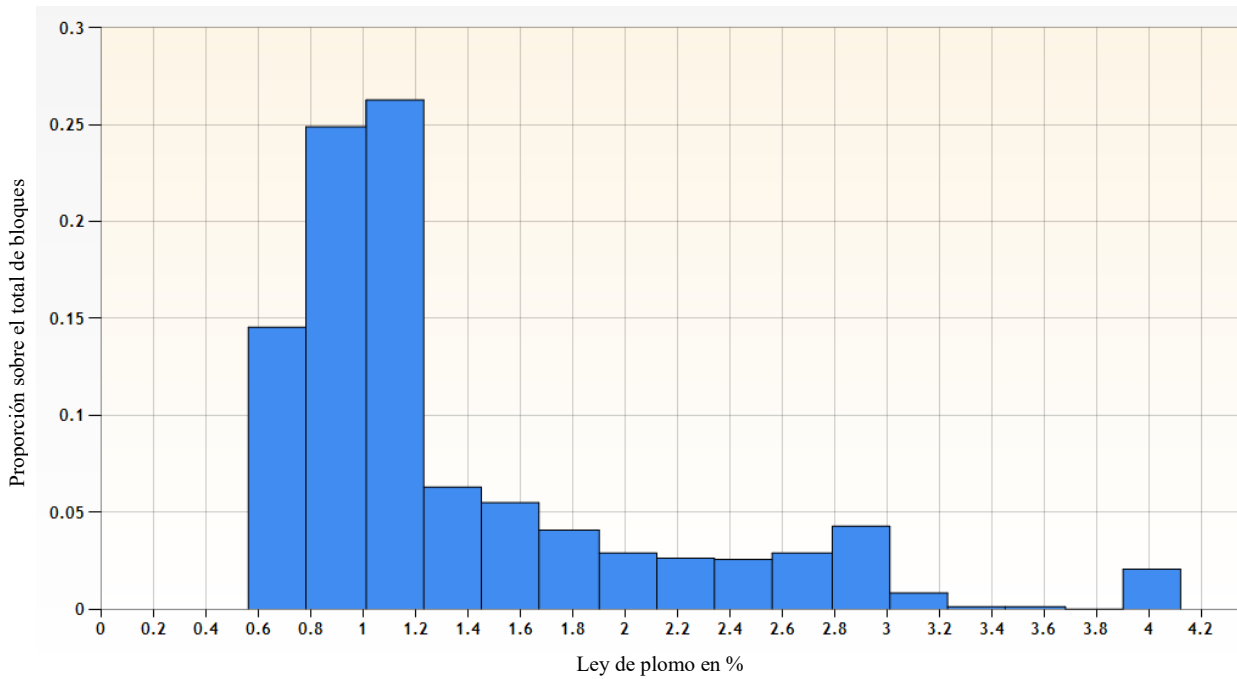


Ilustración 43: Histograma de la ley de plomo - Fuente: Recursos propios.

Por último, se representa la ley de zinc en cada uno de los bloques:

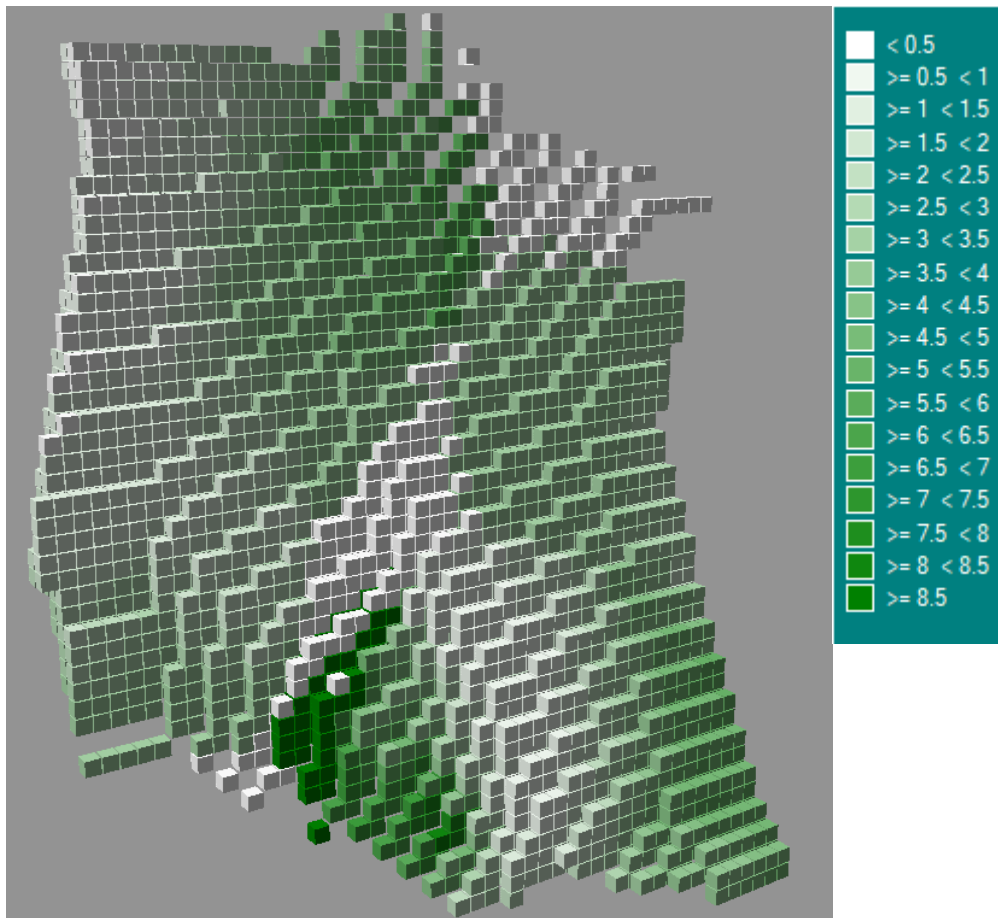


Ilustración 44: Bloques coloreados según la ley en zinc en % - Fuente: Recursos Propios.

El histograma según la ley en zinc es el siguiente:

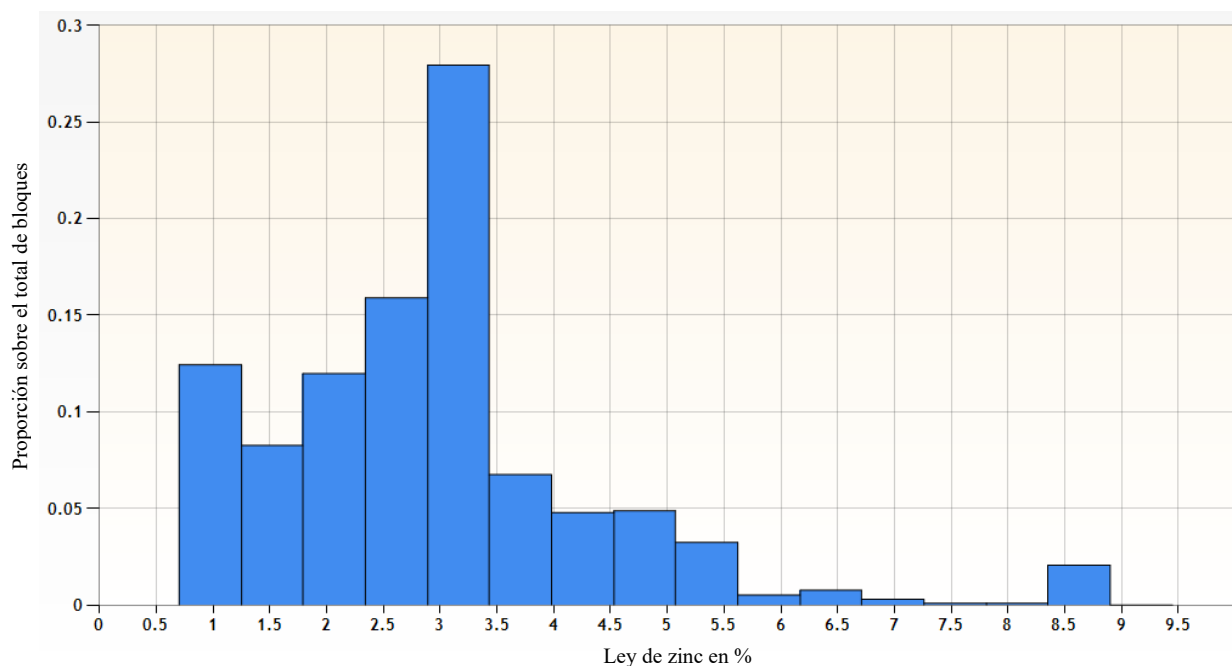


Ilustración 45: Histograma de la ley en zinc - Fuentes: Recursos Propios.

En los yacimientos polimetálicos es común que se conviertan las leyes a una ley equivalente para poder estimar de manera más sencilla las reservas y sobre todo la ley de corte de la mina. Estas leyes equivalentes tienen en cuenta tanto la recuperación mineralúrgica de los metales, el precio de venta del metal en los mercados y la ley media del yacimiento. En el caso de este yacimiento se realizará una ley equivalente en zinc. Esto es debido a que la empresa considera en su documento NI-43-101 que la recuperación del zinc será del 100%. Los datos de los que se parten para calcular la ley equivalente son los siguientes.

Tabla 4: Datos de partida para calcular la ley equivalente en zinc.

Metal	Oro	Plata	Cobre	Plomo	Zinc
Ley media	1.564 g/t	64.834 g/t	0.306 %	1.244 %	2.713 %
Precio (US\$/t)	57,871,343.82	803,768.66	9,500	2,300	3,000
Recuperación (%)	20	80	80	80	100

La ley media de cada metal se ha extraído de los datos que proporciona Recmin al realizar el modelo de bloques. El precio es el que proporciona la empresa Emerita Resources en su documento técnico; el precio del oro y de la plata aparece originalmente en US\$/oz, siendo la conversión de la onza troy a gramos: 1oz=31.1034768g. La recuperación mineralúrgica es la que aparece en el documento técnico de la empresa, que afirma que no han realizado hasta ahora análisis más detallados de las posibles recuperaciones.

La ley equivalente en zinc se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$EqZn = [(Ley(Zn) * Rec(Zn) * Precio(Zn)) + (Ley(Pb) * Rec(Pb) * Precio(Pb)) + (Ley(Cu) * Rec(Cu) * Precio(Cu)) + (Ley(Ag) * Rec(Ag) * Precio(Ag)) + (Ley(Au) * Rec(Au) * Precio(Au))] / [Rec(Zn) * Precio(Zn)]$$

La ley equivalente se calculará con el software Recmin, que con la función “Actualizar campo en bloques” se actualiza una de las entradas introducidas inicialmente para que represente la ley equivalente en zinc.

Ilustración 46: Función para calcular la ley equivalente en zinc - Fuente: Recursos Propios.

Ilustración 47: Factores utilizados para calcular la ley equivalente en zinc - Fuente: Recursos Propios.

Los factores que se introducen en Recmin se calculan de la siguiente manera:

$$Factor = \frac{Rec(metal) * Precio(metal) (US\$/unidad\ de\ ley)}{Rec(Zn) * Precio(Zn) (US\$/unidad\ de\ ley)}$$

Utilizando esta fórmula la ley equivalente en zinc se calcula y Recmin proporciona los siguientes datos relativos a ella.

Mas información V		ZnEq	Continuar	
	Todos	Activos	Desactivos	
Nº de Bloques	3389			
Volumen	3,389,000.0			
Peso	14,233,800.0			
Contenido ZnEq	88,848,570.0			
Ley ZnEq	6.242			
Densidad	4.20			

Ilustración 48: Información proporcionada por Recmin tras calcular la ley equivalente en zinc - Fuente: Recursos Propios.

Los bloques también se pueden colorear en función de la ley equivalente en zinc:

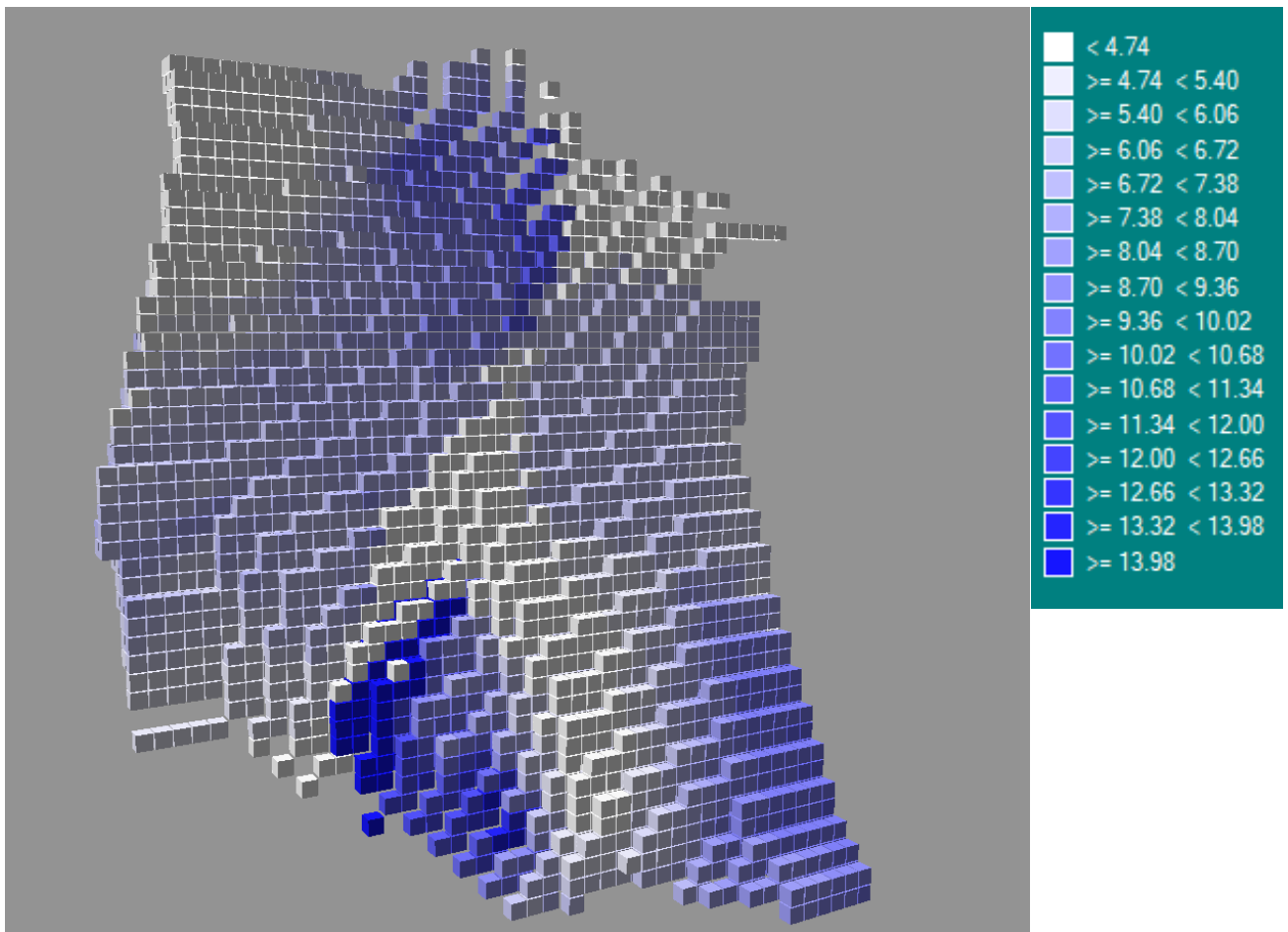


Ilustración 49: Bloques coloreados según la ley equivalente en zinc en % - Fuente: Recursos Propios.

El histograma de la ley equivalente en zinc es el siguiente:

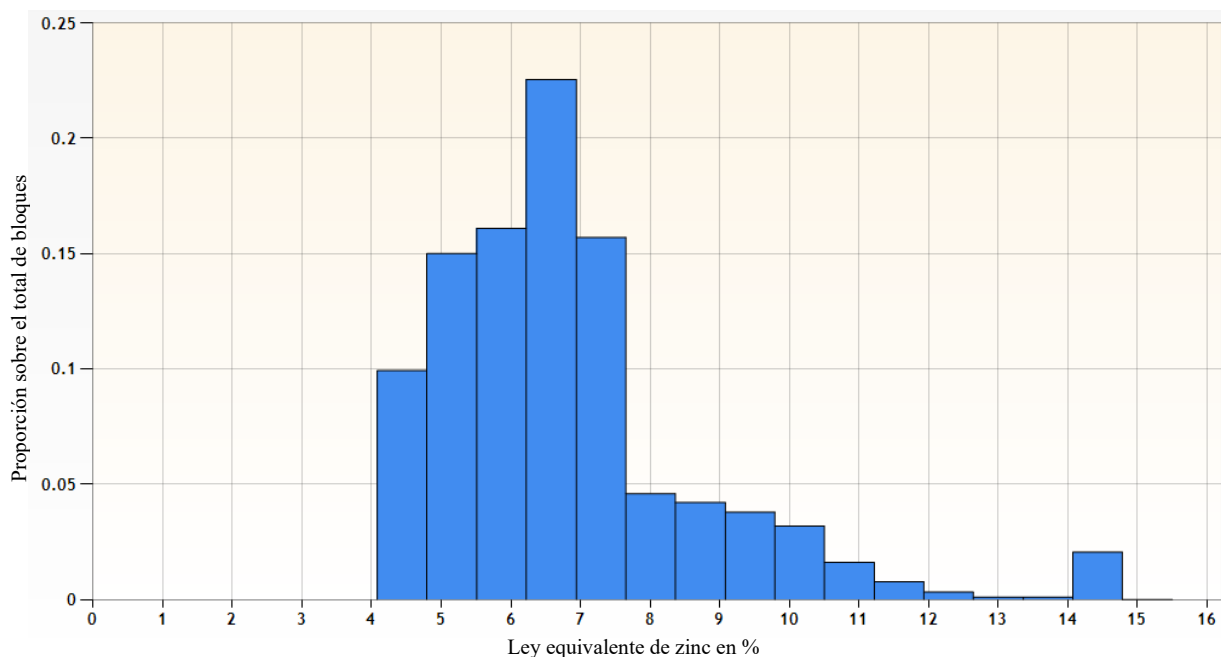


Ilustración 50: Histograma de la ley equivalente en zinc - Fuente: Recursos Propios.

Finalmente, los recursos calculados por el software Recmin se comparan con la información que publica la empresa en el documento NI-43-101.

Tabla 5: Recursos del depósito de La Romanera. Comparación con los datos publicados por la empresa.

Metal	Oro (t)	Plata (t)	Cobre (t)	Plomo (t)	Zinc (t)	ZnEq (t)
NI-43-101	19.19	963.55	54,000.00	188,000.00	387,000.00	920,000.00
Simulación	22.26	922.83	43,555.43	177,068.47	386,162.99	888,791.62
Diferencia respecto al NI-43-101 (%)	13.79%	-4.41%	-23.98%	-6.17%	-0.22%	-3.51%

Tabla 6: Leyes del depósito de La Romanera. Comparación con los datos publicados por la empresa.

Ley	Oro (g/t)	Plata (g/t)	Cobre (%)	Plomo (%)	Zinc (%)	ZnEq (%)
NI-43-101	1.273	66.24	0.42	1.37	2.77	7.08
Simulación	1.564	64.834	0.306	1.244	2.713	6.244
Diferencia respecto al NI-43-101(%)	18.64%	-2.17%	-35.62%	-9.93%	-2.19%	-13.38%

Se puede observar que la variación en los datos es relativamente pequeña. La mayor variación la presenta el cobre, donde la simulación proporciona menores toneladas totales respecto a los datos publicados por la empresa. El oro también presenta grandes diferencias, dando mayor ley y tonelaje que los datos reales. Hay que tomar en consideración que los datos de sondeos publicados son menores respecto a los que cuenta la empresa.

3.2.1.4 Modelización de la corta teórica de La Romanera

Con la modelización del depósito y conociendo los recursos y las leyes se puede modelizar la corta teórica con el software Recmin.

Para ello primero se deben generar bloques desde el depósito hasta la superficie. La superficie ya está introducida en el modelo como se vio anteriormente. En Recmin esto se realiza con la función “Generar cono de bloques sobre blks activos hasta superficie” como se puede ver en la siguiente Ilustración.

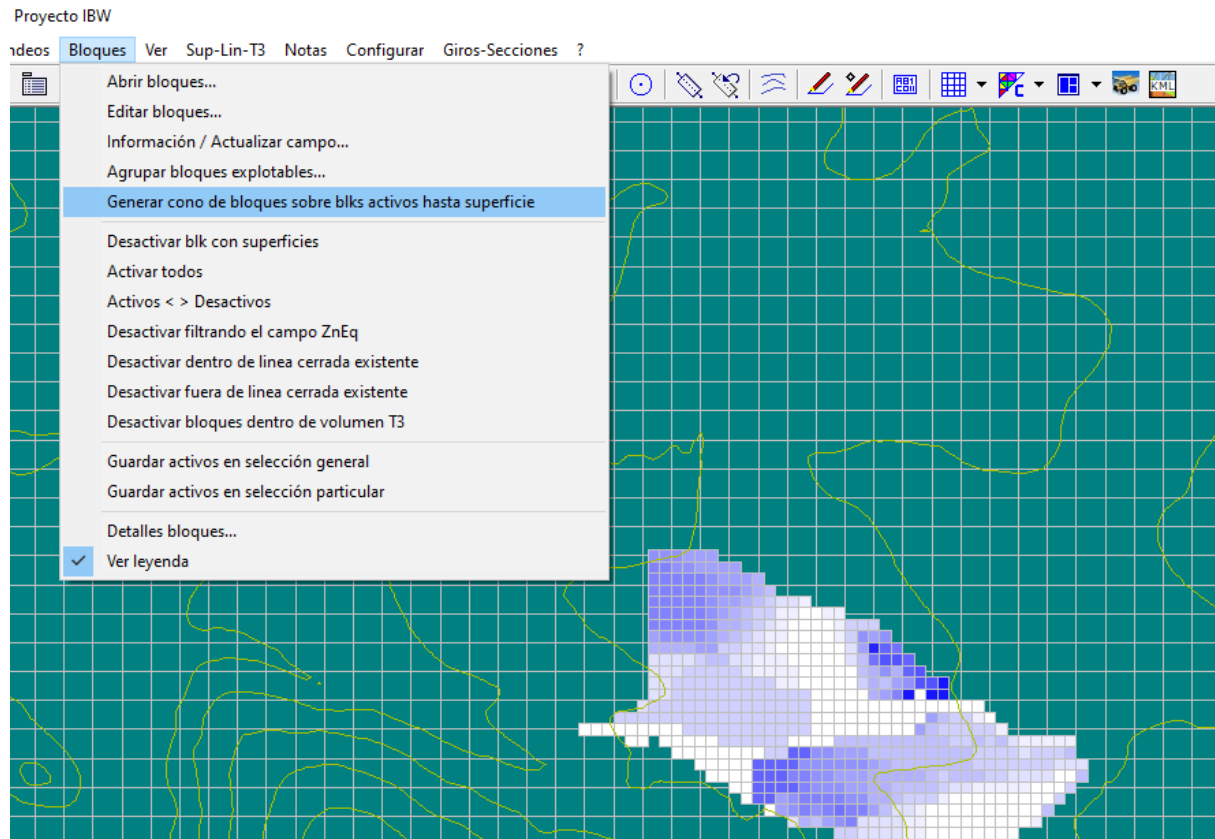


Ilustración 51: Generación del cono - Fuente: Recursos Propios.

Los bloques hasta la superficie se guardarán en un archivo .txt con el nombre “Bloques_Conos_R1.txt”. Se utilizará una pendiente de 50° desde la base del depósito. Este método realizará un cálculo con cada bloque perteneciente al depósito de la cantidad de bloques, de tamaño igual a los del depósito, que se requieren con esa pendiente hasta cortar a la superficie. El resultado será un conjunto de bloques que formarán un cono que servirá de base para estimar la corta teórica de la mina.

Una vez realizado esto se importarán los bloques generados y que están guardados en un formato .txt a una tabla de bloques. Primero se creará la tabla de bloques, cuya información es análoga a la creada para modelizar el depósito. Se puede ver el proceso en las siguientes Ilustraciones.

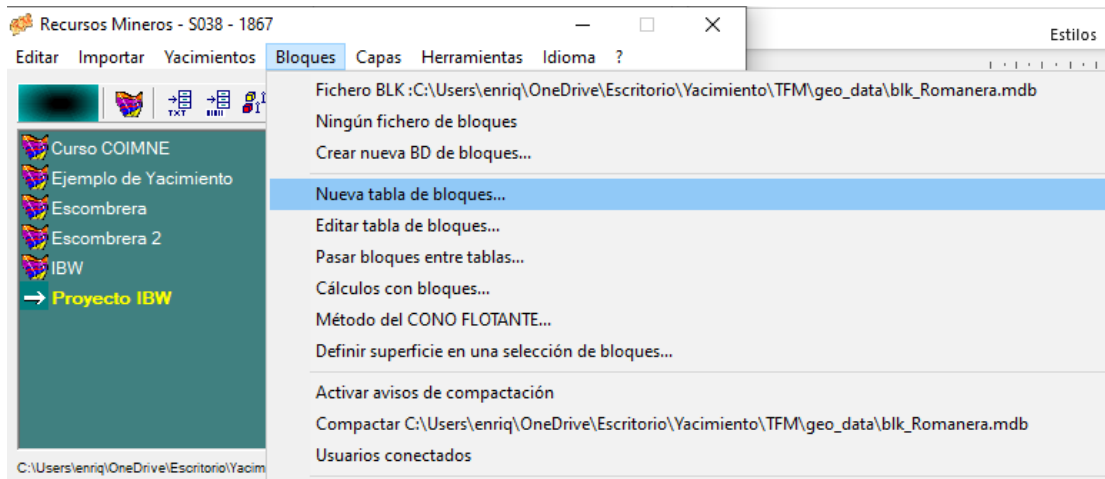


Ilustración 52: Ruta para crear una tabla de bloques - Fuente: Recursos Propios.

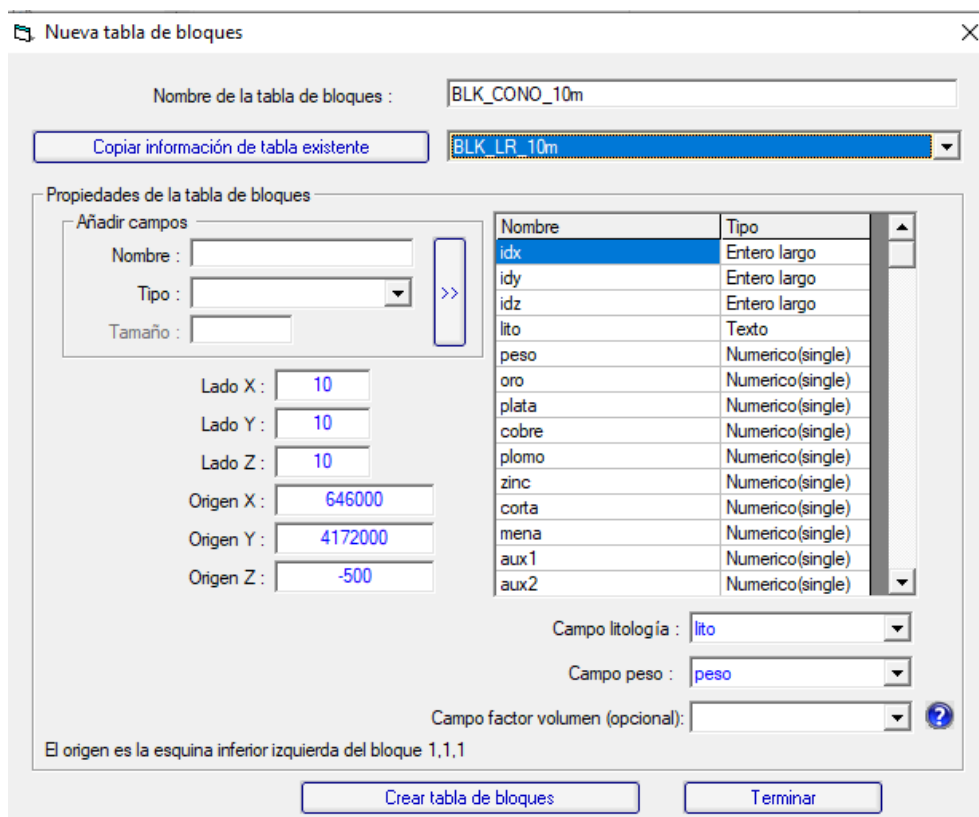


Ilustración 53: Creación de una nueva tabla de bloques usando la estructura de la tabla del depósito - Fuente: Recursos Propios.

Una vez creada esta tabla de bloques, con nombre “BLK_CONO_10m”, se importarán en ella los datos del .txt generado anteriormente.

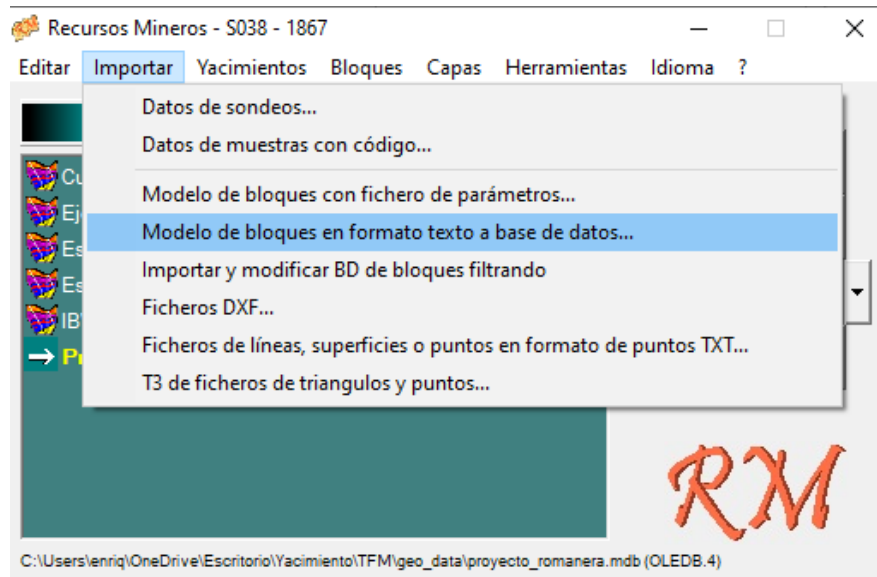


Ilustración 54: Ruta para importar bloques en formato .txt a una tabla de bloques - Fuente: Recursos Propios.

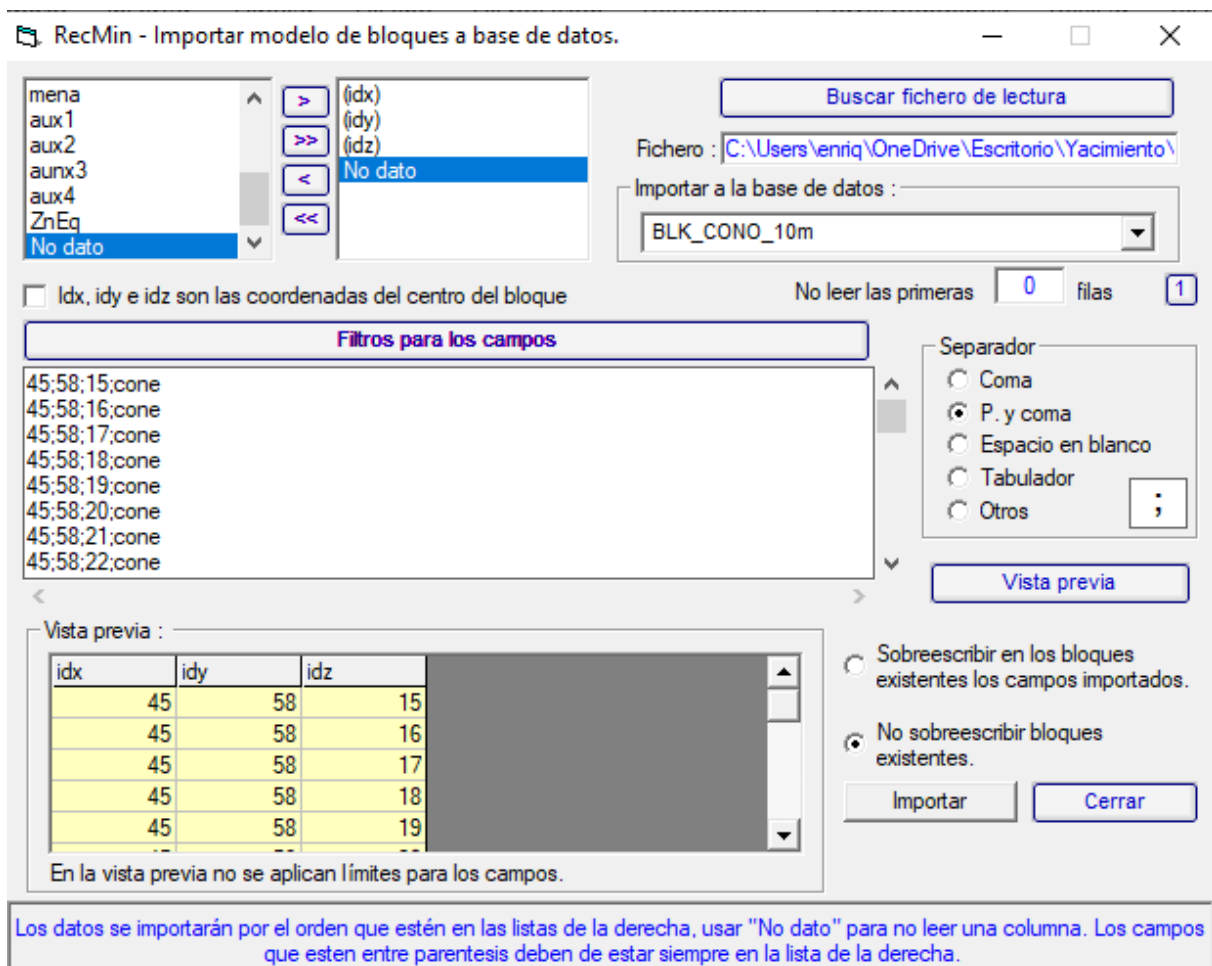


Ilustración 55: Importar modelo de bloques a base de datos - Fuente: Recursos Propios.

Con los bloques importados a la base de datos se pueden visualizar en el módulo de dibujo.

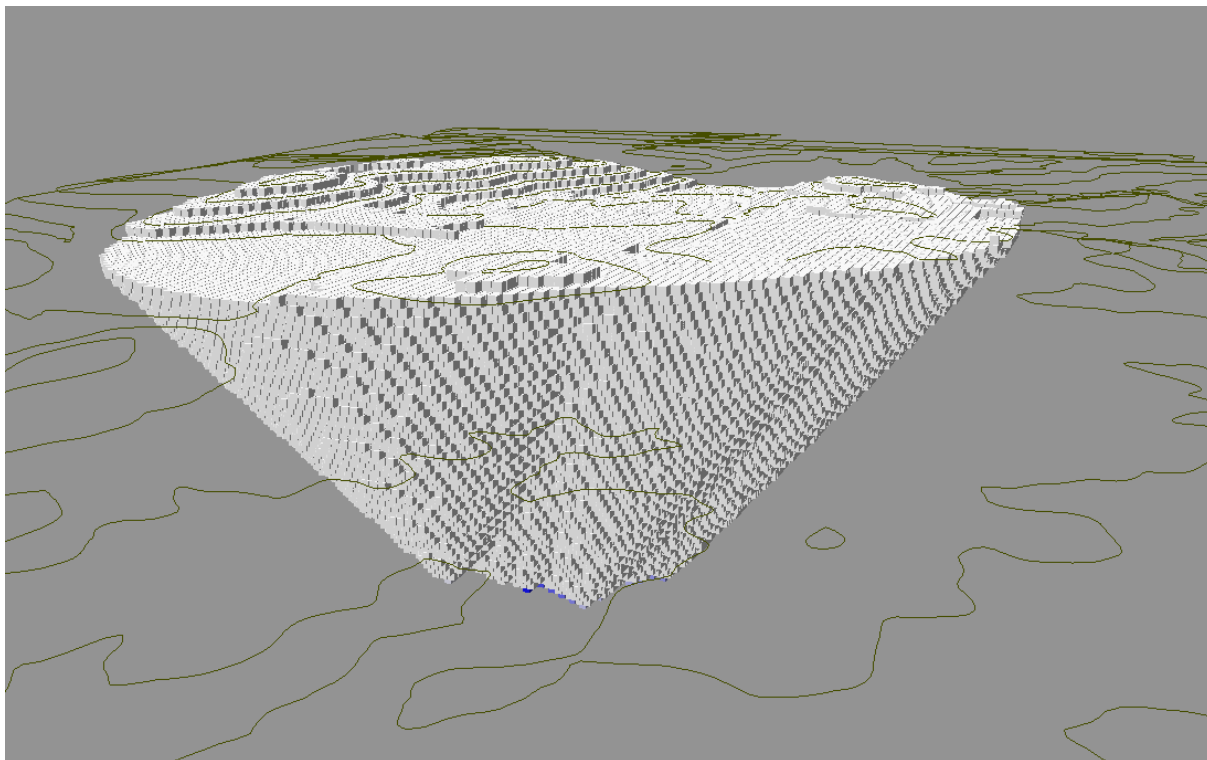


Ilustración 56: Cono generado desde la base del depósito. Se puede observar en la parte inferior en azul el depósito - Fuente: Recursos Propios.

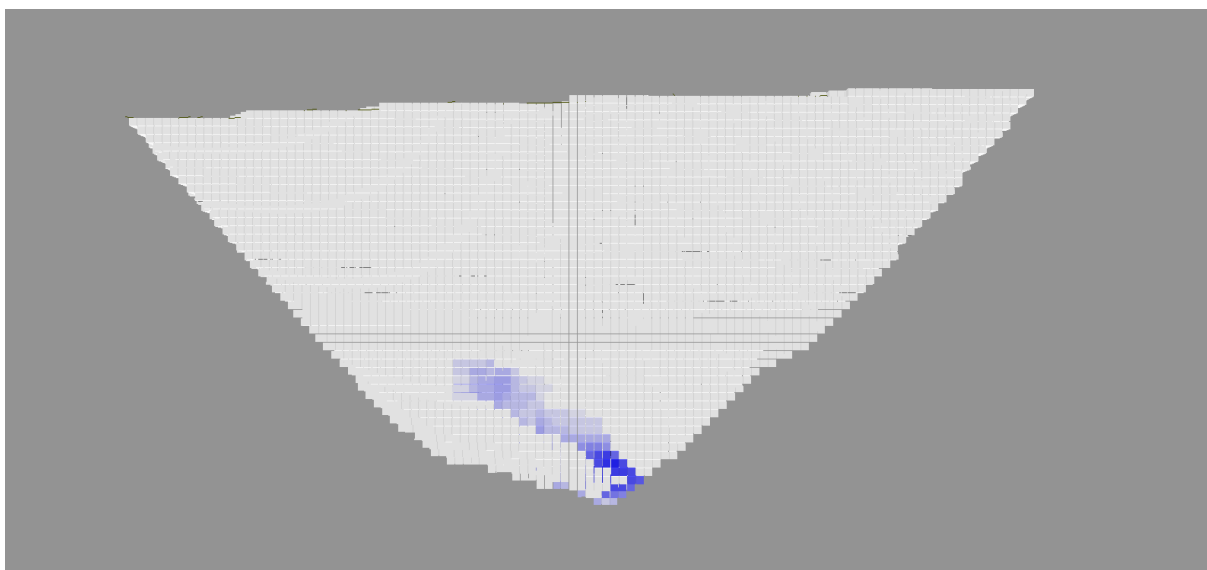


Ilustración 57: Corte transversal del cono. En azul se observa el depósito - Fuente: Recursos Propios.

Para generar una corta de mina se requieren parámetros económicos que determinen el tamaño de la corta teniendo en cuenta los precios de mercado a los que se podrían vender los metales extraídos. La corta visualizada en las anteriores Ilustraciones podría asemejarse a la que resultaría de querer extraer todo el depósito modelizado, pudiendo atender o no a criterios económicos.

Emerita Resources en su documento NI-43-101 estima los siguientes precios a largo plazo de las distintas materias primas presentes en el yacimiento:

- Zinc: 3,000 USD/t

- Plomo: 2,300 USD/t
- Cobre: 9,500 USD/t
- Plata: 25 USD/oz troy – 803,768.66 USD/t
- Oro: 1,800 USD/oz troy – 57,871.343.82 USD/t

Una onza troy se corresponde con 31,1034768g.

Para poder operar con el modelo de bloques se utilizará el equivalente en zinc como parámetro económico. Para generar una corta teórica teniendo en cuenta el precio de mercado se utiliza la función de “Método del cono flotante”.

Los parámetros de mina que se utilizan en el modelo son los siguientes:

- Coste de explotación de estéril y mena: 1 USD/t
- Costes de planta de tratamientos: 30 USD/t
- Recuperación media de la planta: 75%
- Ingresos: Rango desde 2,5 USD/unidad de ley – 45 USD/unidad de ley de concentrado de zinc
- Talud medio: 50°

El precio de venta del concentrado de zinc se estima con el precio de mercado. Se muestran los precios extraídos de la London Metal Exchange.



Ilustración 58: Precio de mercado del concentrado de zinc - Fuente: London Metal Exchange.

El precio mostrado está en USD/t, pero para el cálculo del modelo de bloques se utiliza el precio en USD/unidad de ley.

$$USD/unidad\ de\ ley = \frac{USD/t}{100}$$

Como se puede observar en la gráfica del precio, el concentrado de zinc ha variado en los últimos 5 años entre un mínimo de 1800USD/t y un máximo de 4500USD/t. Para simular las posibles cortas de la mina se ha escogido un rango de precios desde los 250USD/t hasta 4500USD/t. Este intervalo se divide en diversos sub-intervalos con los que Recmin calculará el alcance de la mina para cada uno, reflejándolo visualmente en el parámetro “corta”.

Se ejecuta el método del cono flotante.

CGRM - Metodo del cono flotante

Tabla del modelo de bloques para el cálculo

BLK_CONO_10m

Leer límites de bloques

	Origen	Tamaño	Intervalo
Este	646000	10	4-115
Norte	4172000	10	7-100
Z	-500	10	15-68

General | Costes mina | Costes planta | Ingresos | Conjunto de bloques | Talud

Guardar resultados

Guardar el resultado en el campo (numérico) : corta

Marcar los bloques de mineral (=1) en el campo :

Guardar conos temporales en disco (requiere mucho espacio dependiendo del número de bloques pero es mucho mas rápido despues de la primera vuelta)

Conservar los archivos temporales (permite leerlos al iniciar nuevos calculos para ir más rápidos).

Recalcular los conos en este cálculo (borrará los archivos de conos temporales iniciales si los hay y generará unos nuevos). Desactivando esta opción irá el cálculo más rápido pero debéis de estar seguros que el conjunto de bloques y el ángulo del cono no cambiaron respecto del último cálculo de este proyecto para no obtener datos erroneos.

Iniciar cálculo Cerrar

Ilustración 59: Ejecución del método del cono flotante - Fuente: Recursos Propios.

CGRM - Metodo del cono flotante

Tabla del modelo de bloques para el cálculo

BLK_CONO_10m

Leer límites de bloques

	Origen	Tamaño	Intervalo
Este	646000	10	4-115
Norte	4172000	10	7-100
Z	-500	10	15-68

General | Costes mina | Costes planta | Ingresos | Conjunto de bloques | Talud

Estéril - Costes de explotación

Utilizar el coste medio de : 1

Utilizar como coste para cada bloque el definido en el campo :

Se usará el coste medio en el caso de no estar definido o ser menor que cero.

por tonelada por metro cúbico

Mineral - Costes de explotación

Utilizar el coste medio de : 1

Utilizar como coste para cada bloque el definido en el campo :

Se usará el coste medio en el caso de no estar definido o ser menor que cero.

por tonelada por metro cúbico

Iniciar cálculo Cerrar

Ilustración 60: Ejecución del método del cono flotante - Fuente: Recursos Propios.

CGRM - Metodo del cono flotante

Tabla del modelo de bloques para el cálculo

BLK_CONO_10m

Leer límites de bloques

	Origen	Tamaño	Intervalo
Este	646000	10	4-115
Norte	4172000	10	7-100
Z	-500	10	15-68

General | Costes mina | **Costes planta** | Ingresos | Conjunto de bloques | Talud

MINERAL - Coste de tratamiento por tonelada

Utilizar el coste medio de : 30

Utilizar como coste para cada bloque el definido en el campo : []

Se usará el coste medio en el caso de no estar definido o ser menor que cero.

RECUPERACION en porcentaje

Utilizar una recuperación media del 75 %

Utilizar como recuperación para cada bloque el definido en el campo : []

Se usará el coste medio en el caso de no estar definido o ser menor que cero.

Iniciar cálculo Cerrar

Ilustración 61: Ejecución del método del cono flotante - Fuente: Recursos Propios.

CGRM - Metodo del cono flotante

Tabla del modelo de bloques para el cálculo

BLK_CONO_10m

Leer límites de bloques

	Origen	Tamaño	Intervalo
Este	646000	10	4-115
Norte	4172000	10	7-100
Z	-500	10	15-68

General | Costes mina | Costes planta | **Ingresos** | Conjunto de bloques | Talud

Campo ley : ZnEq

Valores por unidad de ley :

42.50

45.00
42.50
40.00
37.50
35.00
32.50
30.00
27.50

> Copiar < Pegar

Se calcularán las pits economicas para cada uno de los valores de la lista.

El valor de un bloque será su peso por la ley y por el valor por unidad de ley. Por ejemplo, si la ley está en %, el valor por unidad de ley tendrá que dividirse por 100.

Iniciar cálculo Cerrar

Ilustración 62: Ejecución del método del cono flotante - Fuente: Recursos Propios.

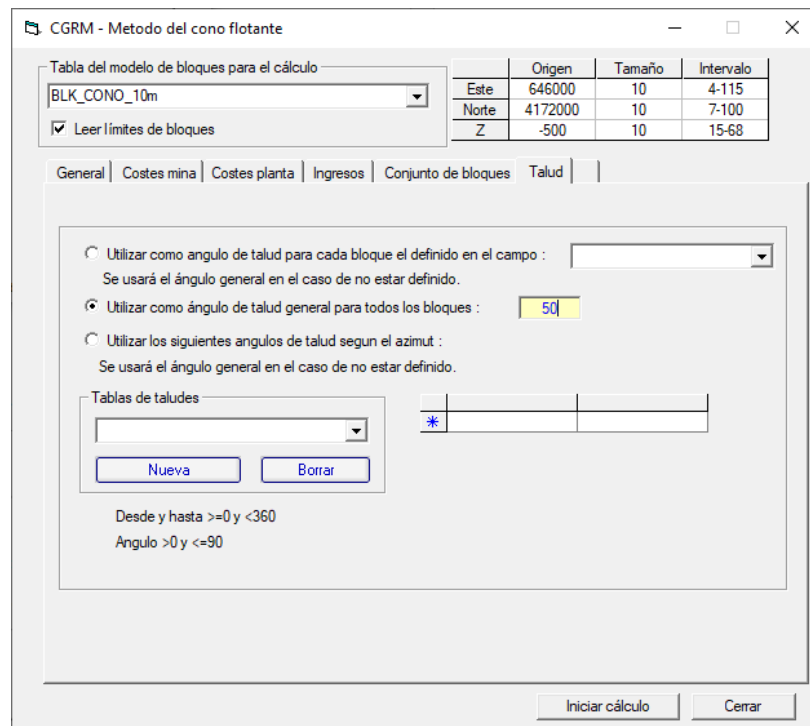


Ilustración 63: Ejecución del método del cono flotante - Fuente: Recursos Propios.

Recmin calculará con cada precio la corta económicamente viable. Se espera que a medida que los precios de venta aumentan la corta se vaya ampliando.

El cálculo finaliza con el siguiente mensaje:

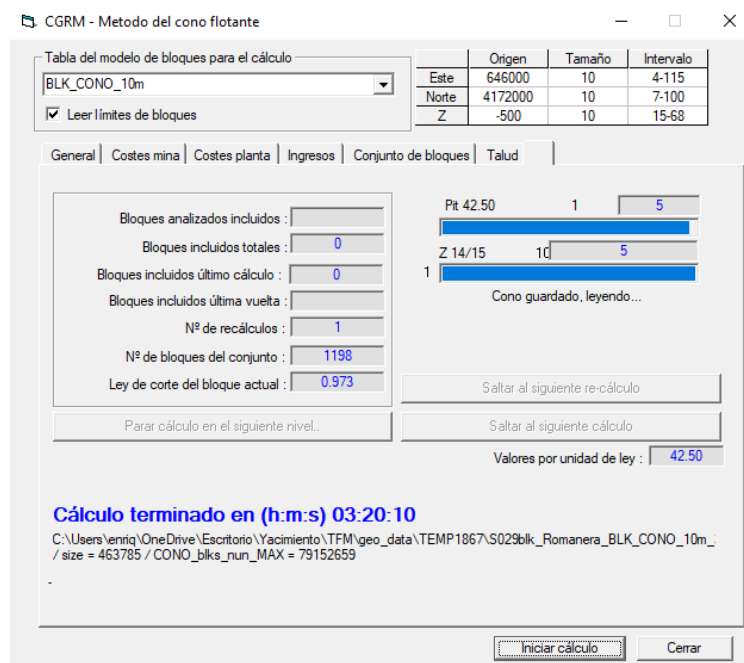


Ilustración 64: Cálculo del método del cono flotante finalizado - Fuente: Recursos Propios.

Se puede representar el tamaño teórico de la mina para cada precio en el modelo de bloques filtrando por “corta”:

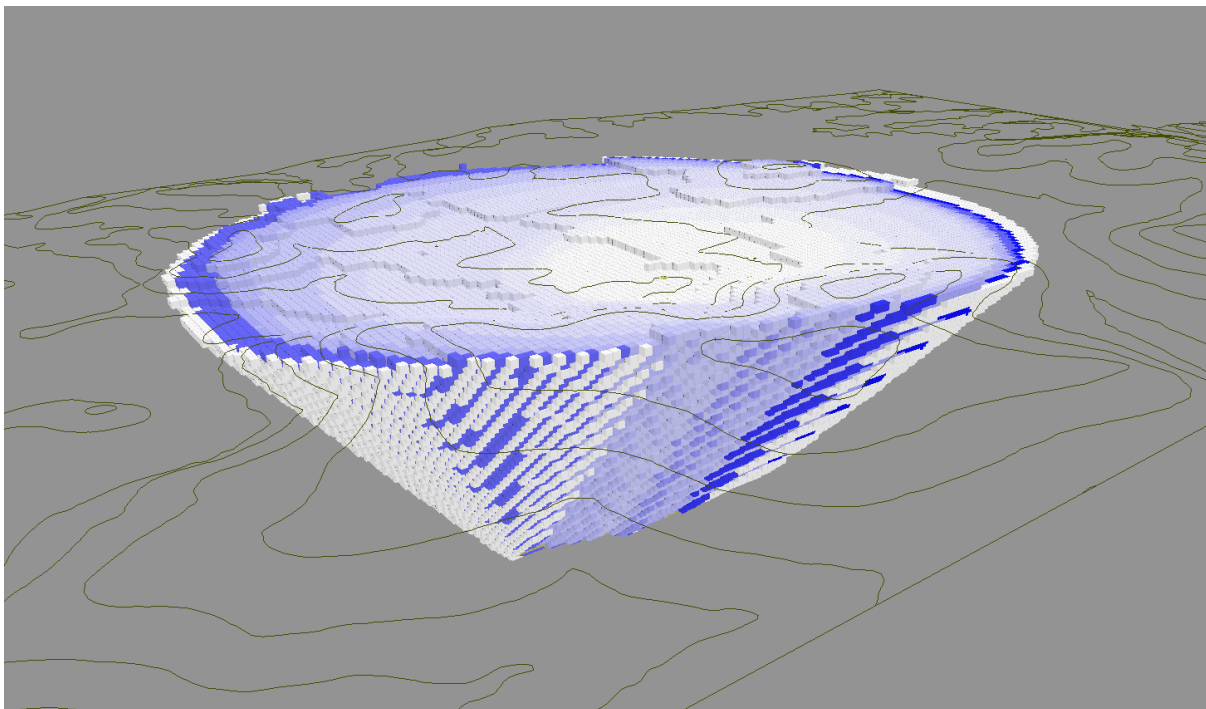


Ilustración 65: Representación de la corta con diferentes precios. A mayor precio, más azul - Fuente: Recursos Propios.

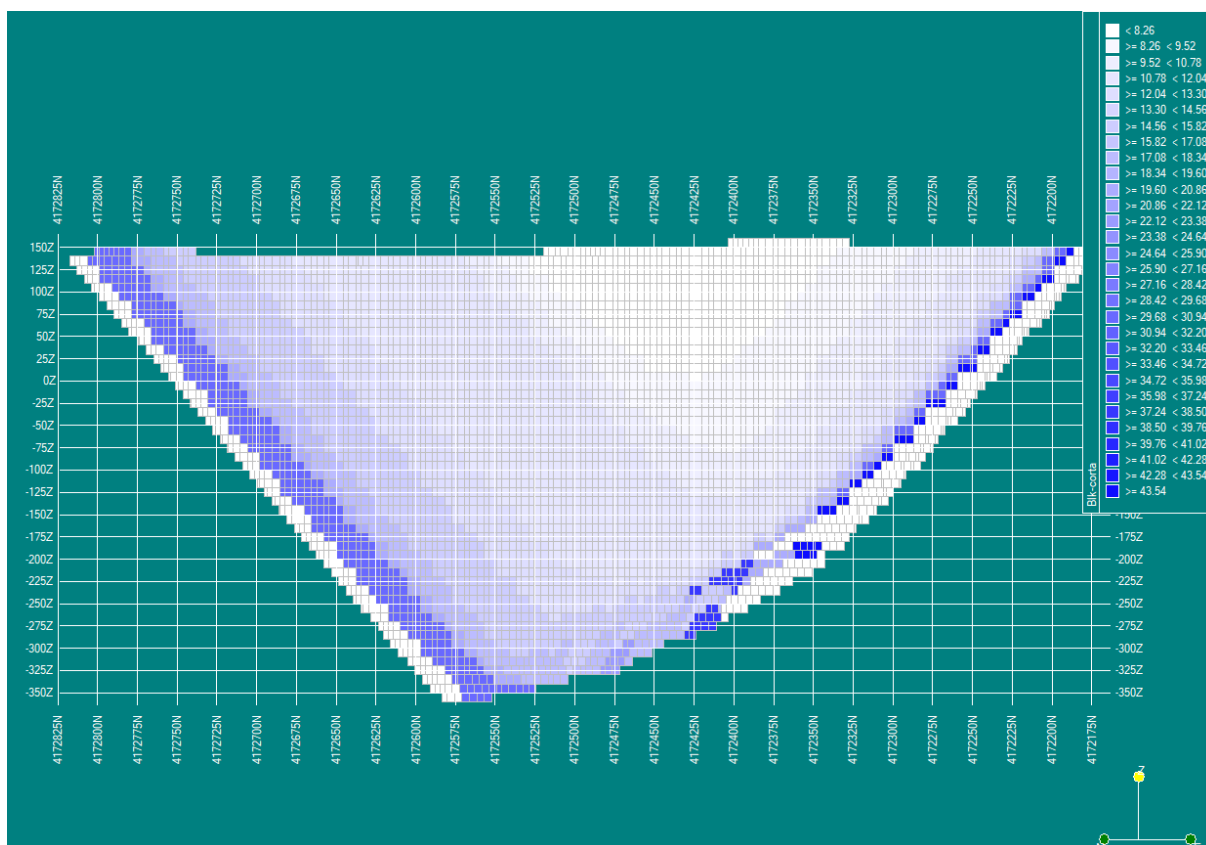


Ilustración 66: Corte NO-SE de la mina a diferentes precios representados en USD/unidad de ley - Fuente: Recursos Propios.

El análisis económico de la corta se realizará en el Documento 2: Estudio Económico.

3.2.2.1 Modelización del depósito La Infanta

Al igual que se realizó la modelización del depósito de La Romanera, se va a modelizar en este caso el depósito de La Infanta.

La mineralización consta de tres cuerpos como se puede ver en la bibliografía.

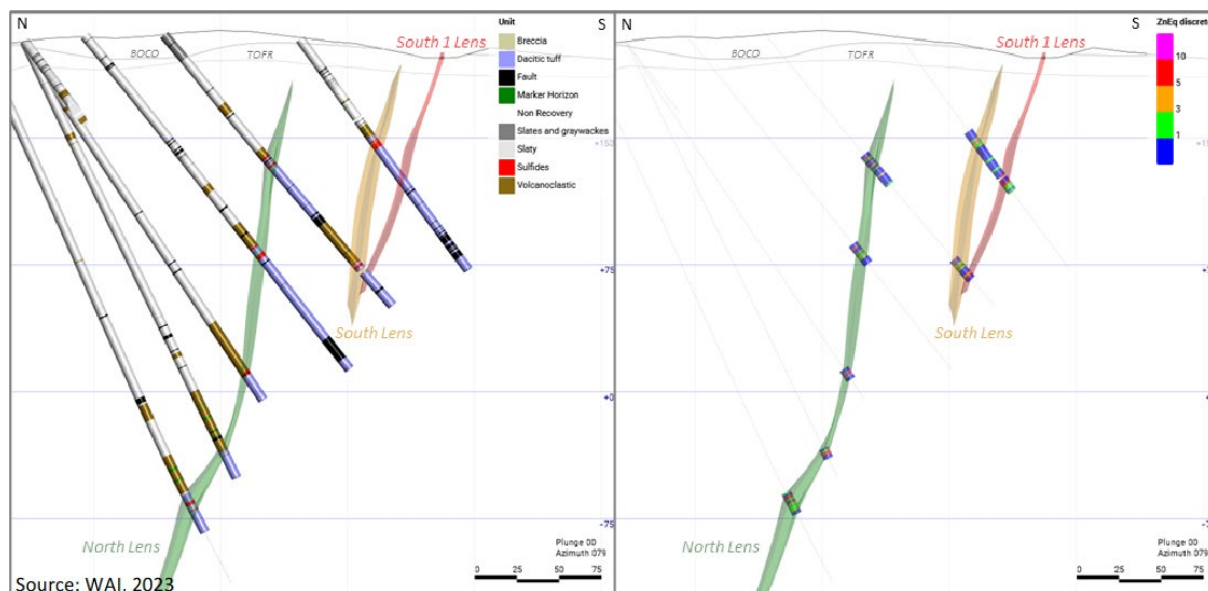


Ilustración 67: Cuerpos que conforman el depósito de La Infanta - Fuente: NI-43-101.

Para simular este depósito se va a fusionar las lentes Sur y Sur 1 debido a la falta de resolución que proporcionan las muestras de los sondeos publicadas por la empresa. Los dos cuerpos que se van a simular van a ser el Norte (rojo) y la fusión de los dos que componen el Sur (azul), como se observa en la siguiente ilustración. La superficie se representa con las curvas de nivel (verde).

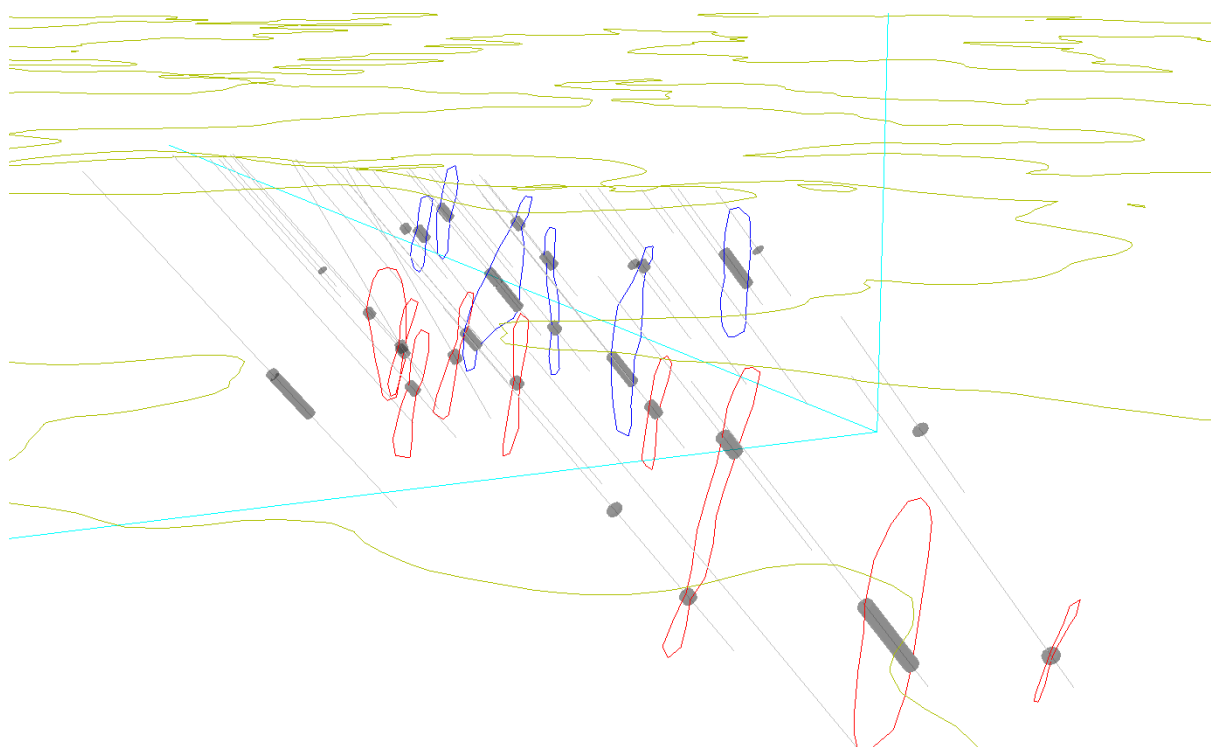


Ilustración 68: Secciones (en rojo y azul) del depósito de La Infanta - Fuente: Recursos Propios.

Las secciones se han realizado tomando la información de las imágenes publicadas en el NI-43-101 (Newall y Browning 2023), pudiéndose comparar el buzamiento con la Ilustración 64 de ambos cuerpos. Existen algunos sondeos en los que no se han simulado secciones. Una parte de ellos lo conforman secciones demasiado estrechas como para poder estimar la morfología del cuerpo. El sondeo que se observa a la izquierda de la Ilustración 65, en concreto se corresponde con el sondeo IN5P cuya información se encuentra en el Anexo 1, pertenece a una campaña de sondeos anterior a la realizada por Emerita Resources y se ha considerado que los datos de localización de ese sondeo puedan ser erróneos o corresponder a un cuerpo no detallado en la información que ha hecho pública la empresa.

Al igual que con el depósito de La Romanera, se utilizarán RMLINKS para poder modelizar el cuerpo mineralizado siguiendo el proceso descrito en el apartado 3.2.1.

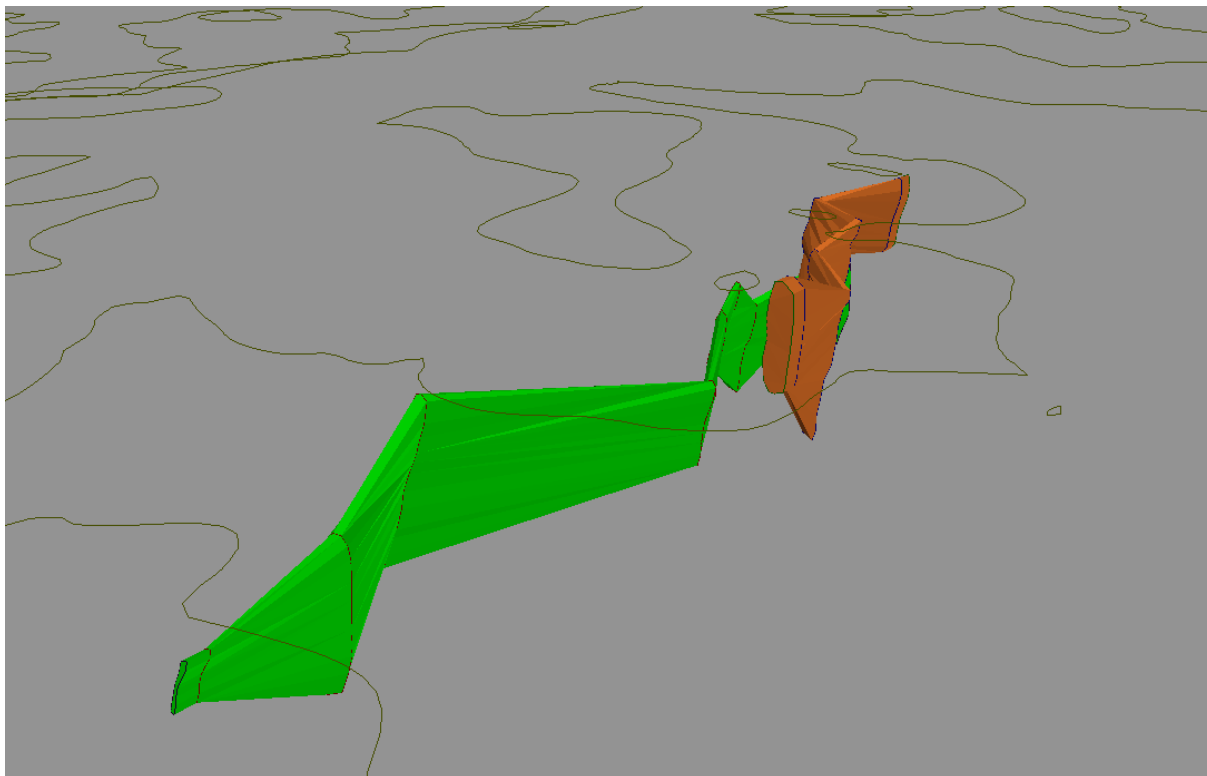


Ilustración 69: Cuerpo mineralizado de La Infanta. Lente Norte en verde y lente sur en naranja - Fuente: Recursos propios.

3.2.2.2 Modelo de bloques de La Infanta

Con la función “Rellenar volumen T3 con bloques” Recmin crea los bloques que se utilizarán para modelizar el yacimiento. Los bloques se crearán de manera análoga a los del depósito de La Romanera. Al realizar este método con bloques de 10 metros, iguales en tamaño al otro depósito, el resultado es que para rellenar el volumen solo hacen falta 197 bloques, que en comparación con los 3389 del depósito de La Romanera. Para poder ajustar mejor este yacimiento se toma la decisión de crear los bloques cúbicos de tamaño 5 metros. Como origen se toma $X = 652250$; $Y = 4170000$; $Z = 0$. Recmin genera los siguientes bloques:

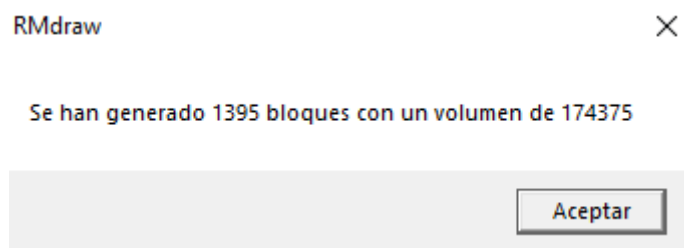


Ilustración 70: Número de bloques creados por Recmin para el depósito de La Infanta - Fuente: Recursos propios.

A continuación, se realizarán los cálculos geoestadísticos para estimar los recursos de este depósito. Para ello se utilizará el método del Inverso de la distancia al cuadrado, al igual que en el depósito de La Romanera, usando la función “Cálculos con bloques”. Como en este caso existen dos lentes se dividirá el cálculo geoestadístico particularizando para cada una de ellas.

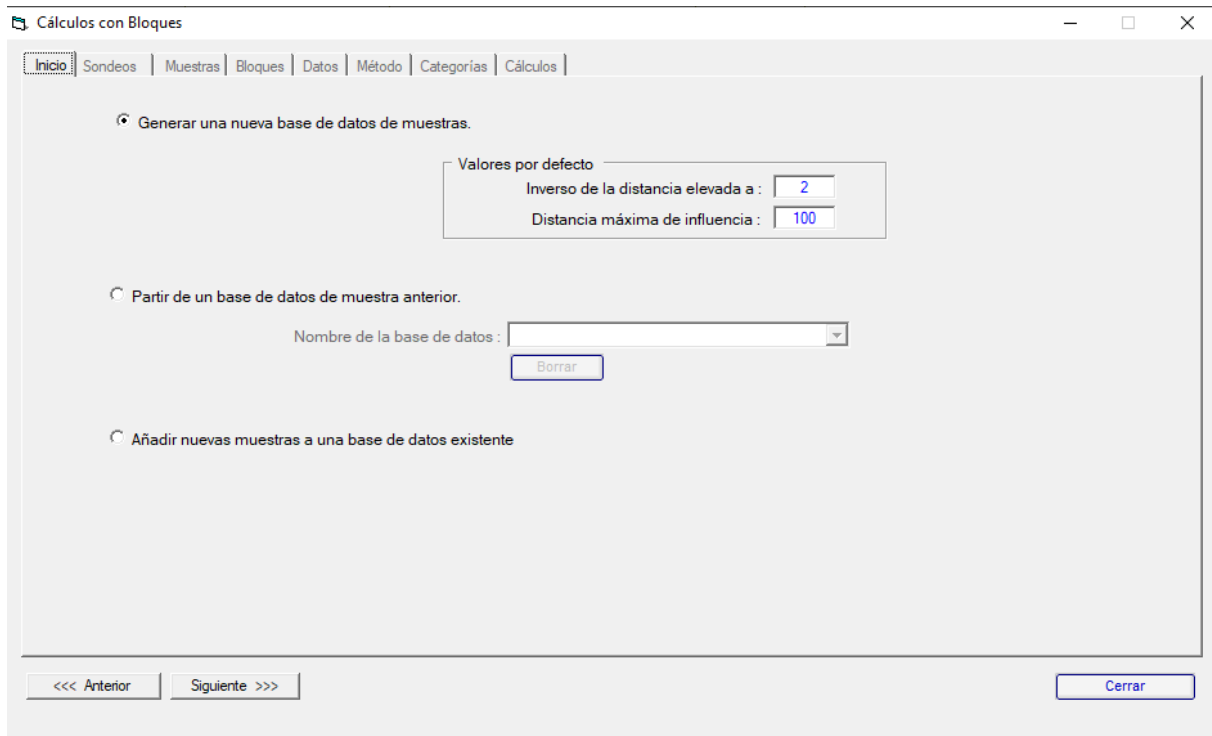


Ilustración 71: Cálculos con bloques. Selección del método geoestadístico - Fuente: Recursos Propios

De nuevo, para estimar la distancia máxima de influencia se utilizan los variogramas aportados por la empresa. En el caso de la lente norte se usará un radio de 100 metros, mientras que en el caso de la lente sur se usarán 50 metros.

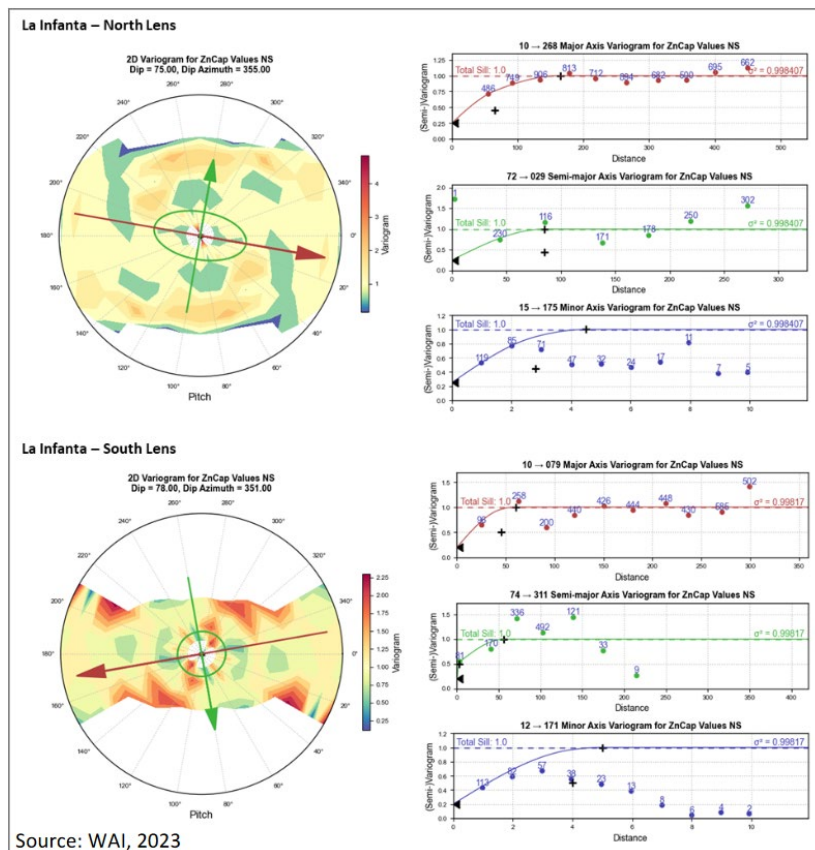
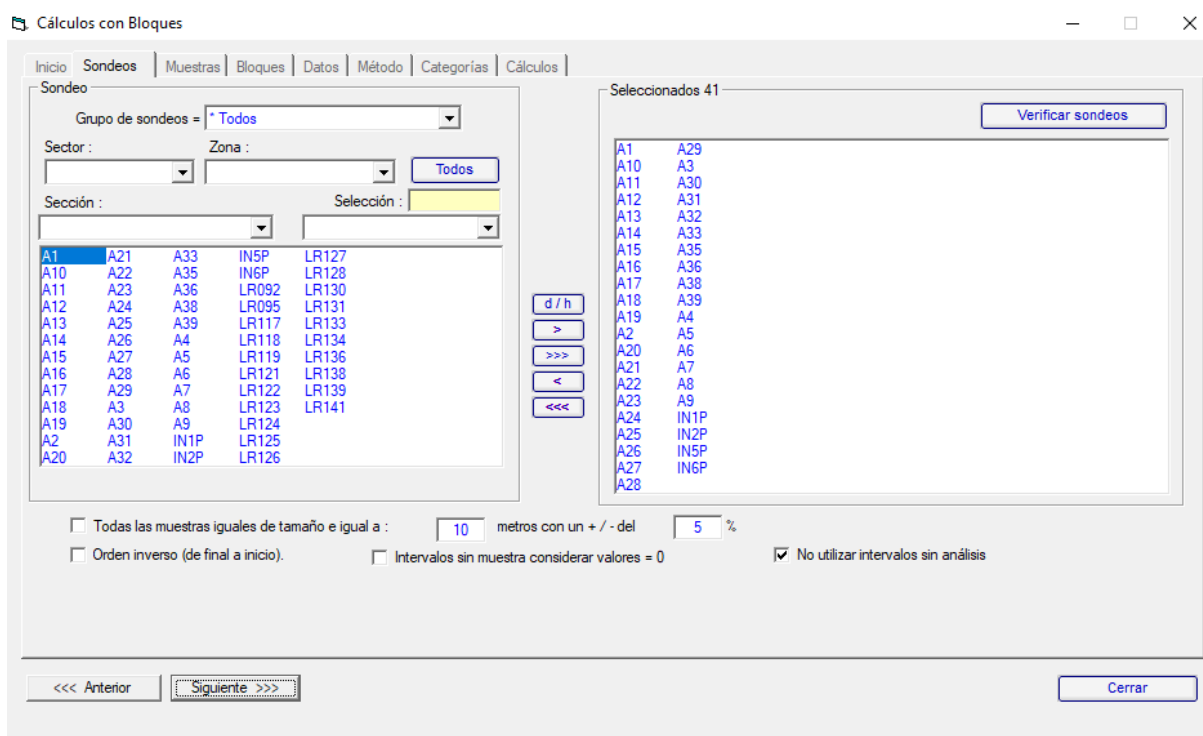
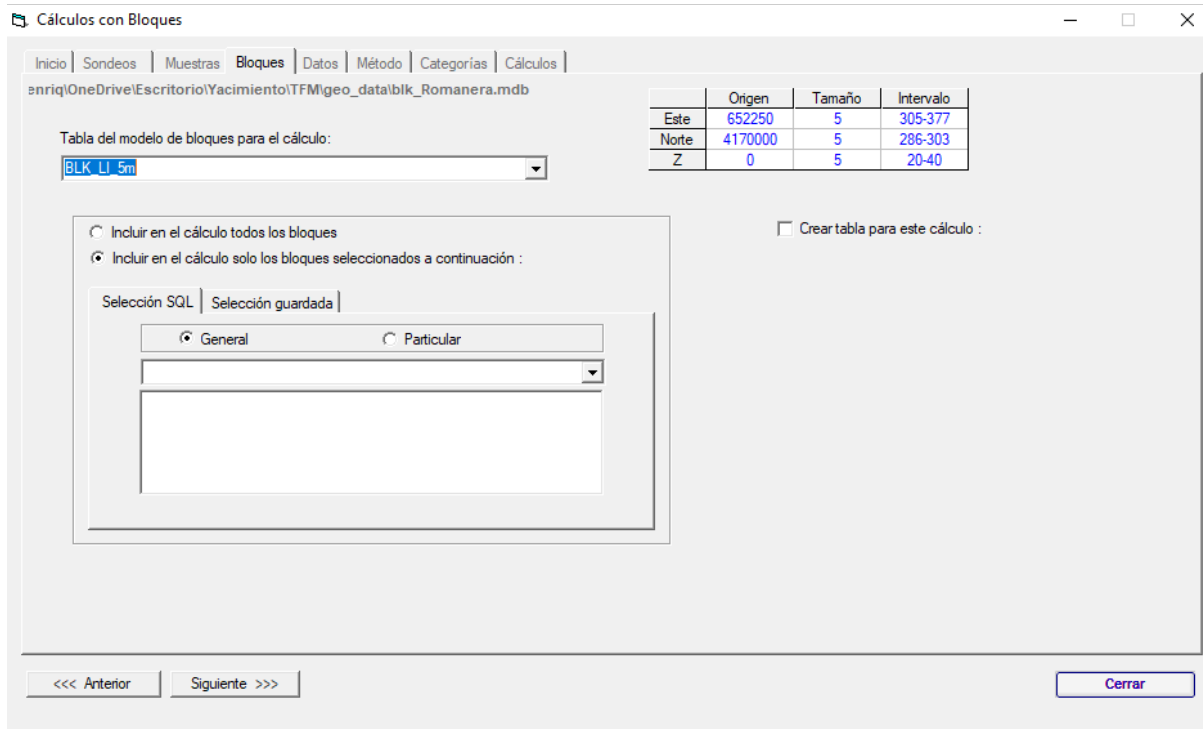


Ilustración 72 Variogramas de La Infanta - Fuente: Newall y Browning 2023.

A continuación se seleccionan los sondeos de La Infanta.



Se utiliza la tabla con la información de los bloques generados.



Se seleccionan los campos que tienen mineralización para realizar los cálculos.

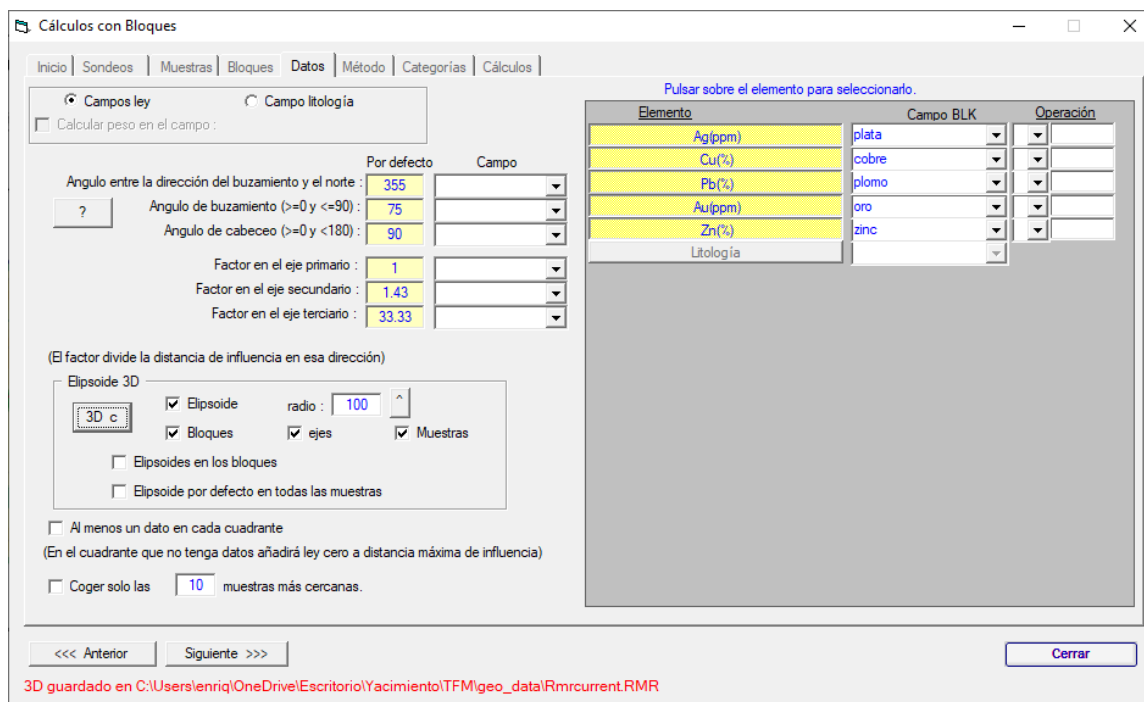


Ilustración 75: Selección de la pestaña datos para el cuerpo norte - Fuente: Recursos propios.

De la Ilustración 72 se obtienen los datos para los ejes. En el caso de la lente norte la dirección es de 355° y el buzamiento de 75° . Los factores se calculan como el cociente del eje mayor entre el eje correspondiente. En este caso el eje mayor es 100 metros, el semimayor es de 70 metros y el menor de 3 metros. Para el caso de la lente sur la dirección es de 351° ; el buzamiento es de 78° ; el eje mayor es 50 metros, el semimayor de 50 metros y el menor de 3,5 metros.

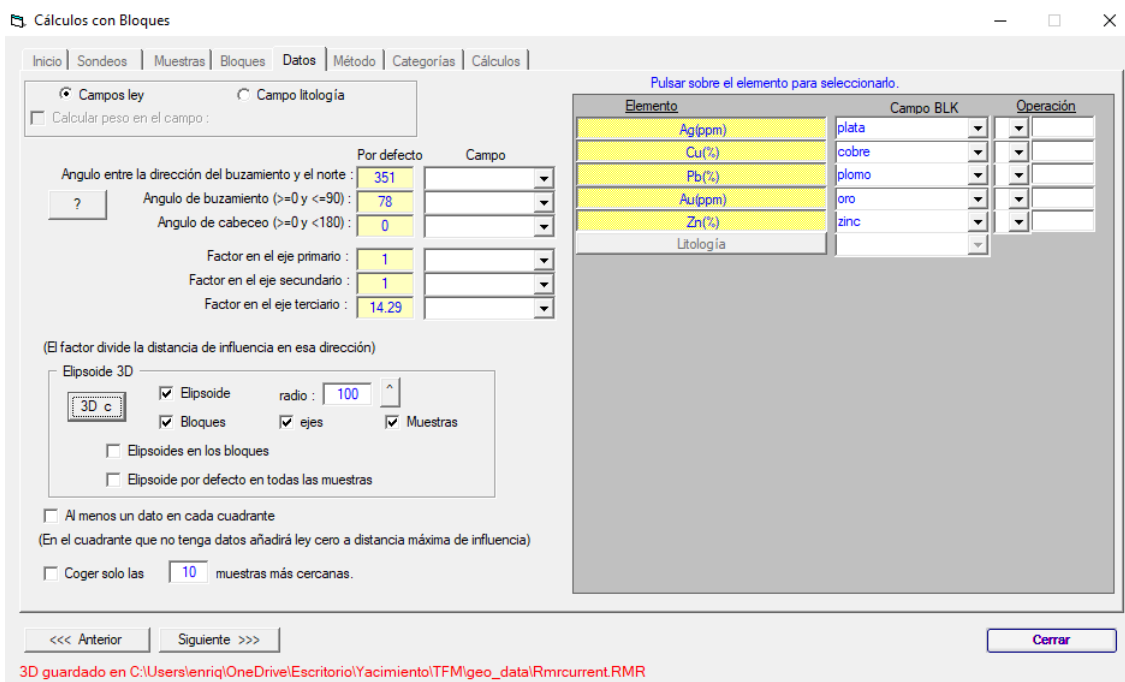


Ilustración 76: Selección de la pestaña datos para el cuerpo sur - Fuente: Recursos Propios.

Finalmente se ejecuta el modelo de bloques de La Infanta.

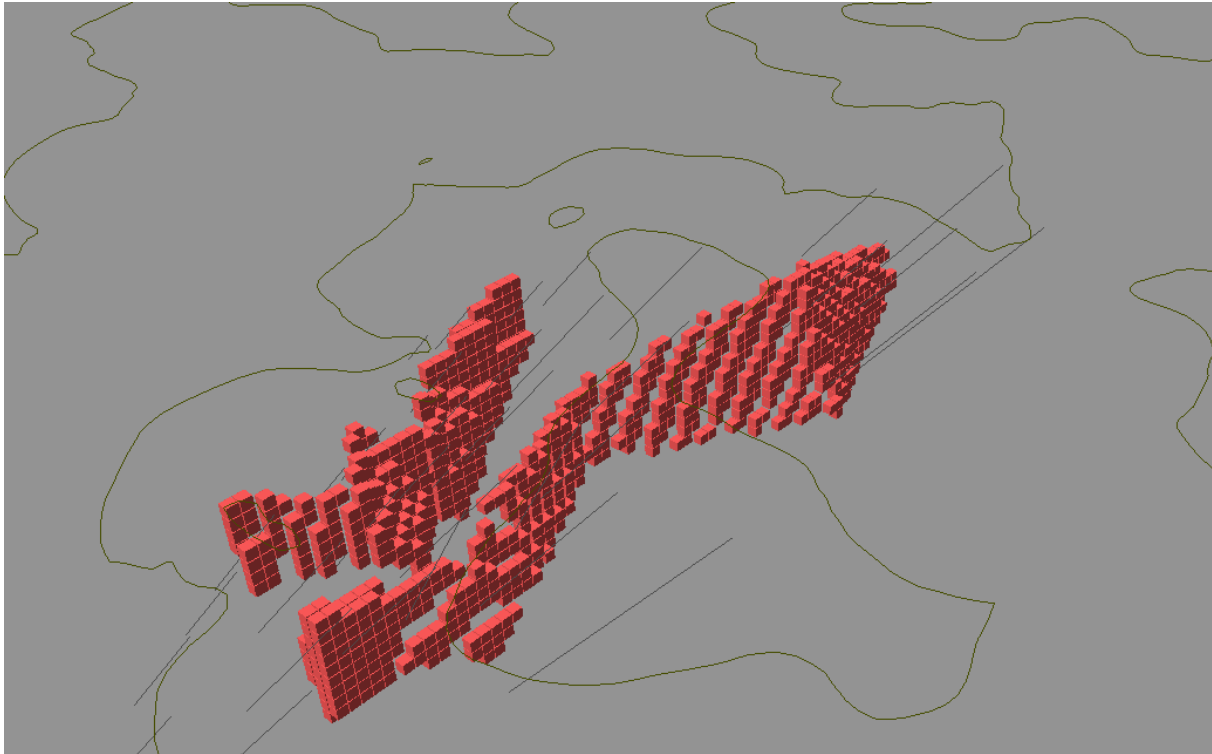


Ilustración 77: Modelo de bloques de La Infanta - Fuente: Recursos Propios.

3.2.2.3 Estimación de recursos de La Infanta

Al igual que en el caso de La Romanera se utilizará RM Variograms para mostrar las leyes de cada metal estimadas por Recmin. Para calcular la ley equivalente en Zinc se utilizará el mismo cálculo que se hizo en el caso del depósito de La Romanera.

La ley en oro en g/t:

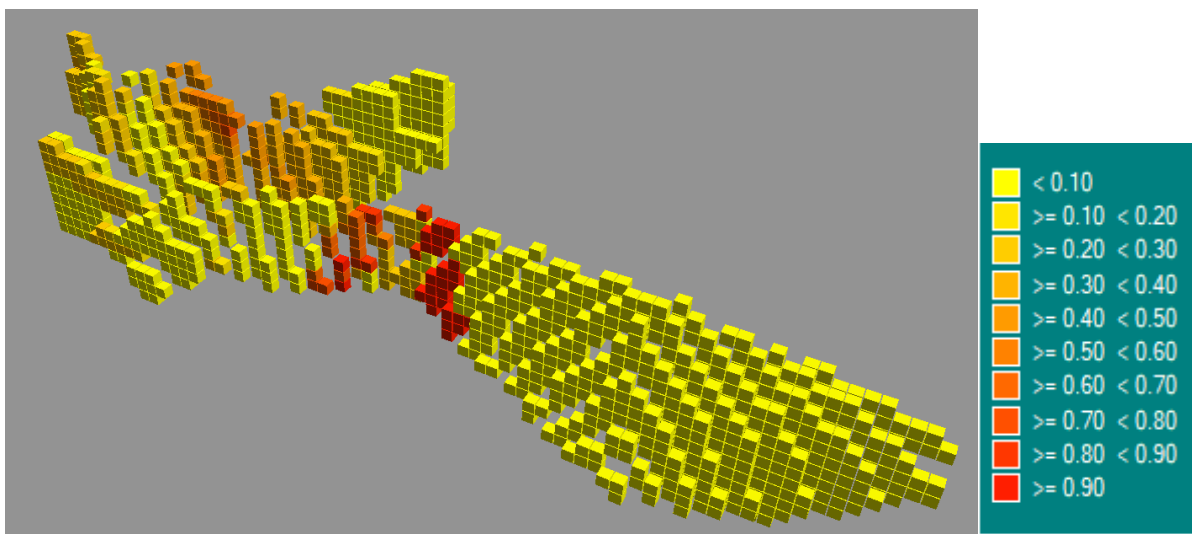


Ilustración 78: Modelo de bloques coloreado según la ley en oro en g/t - Fuente: Recursos Propios.

El histogramas de la ley en oro es el siguiente:

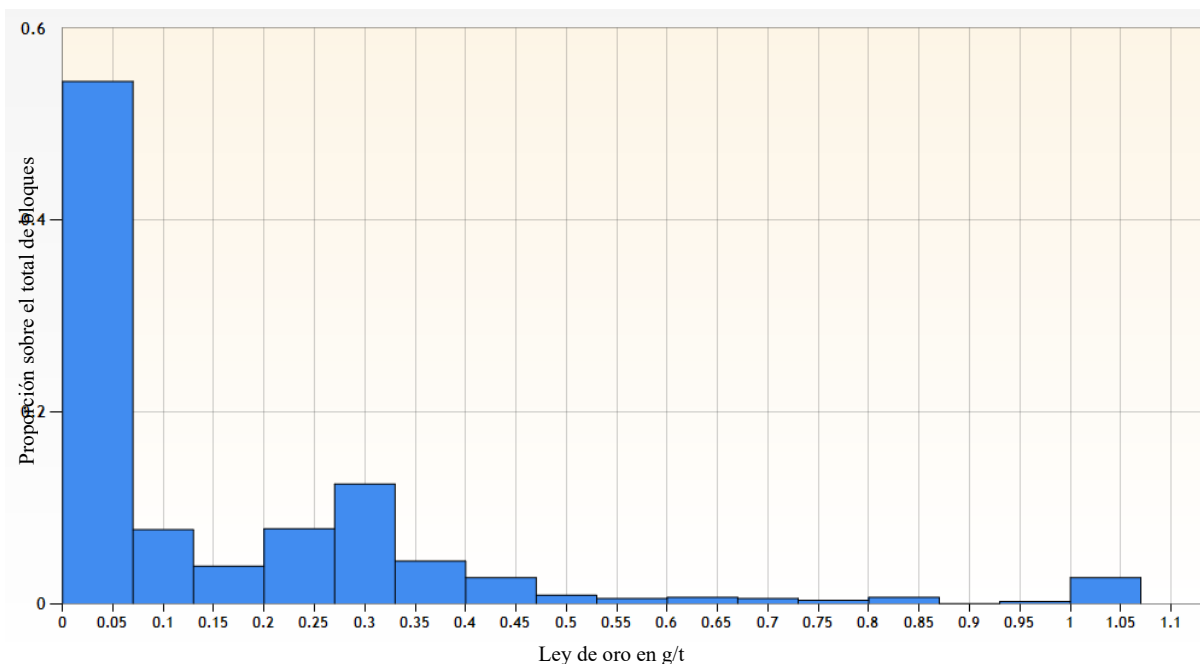


Ilustración 79: Histograma de la ley en oro - Fuente: Recursos Propios.

La ley en plata en g/t:

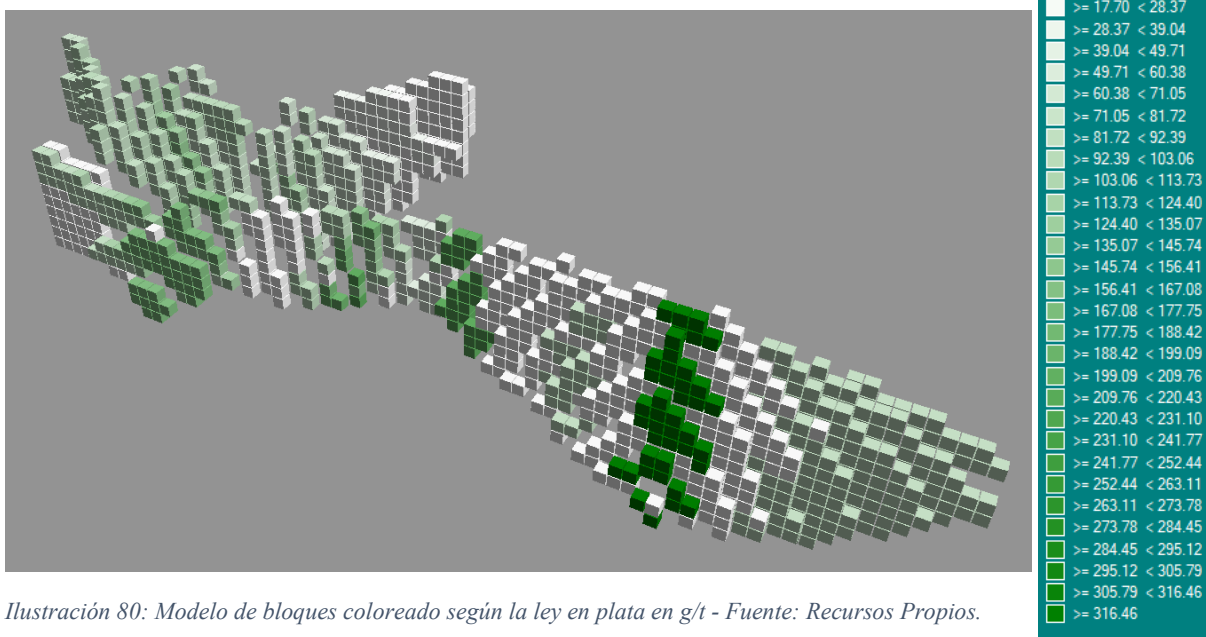


Ilustración 80: Modelo de bloques coloreado según la ley en plata en g/t - Fuente: Recursos Propios.

El histograma de la ley en plata es el siguiente:

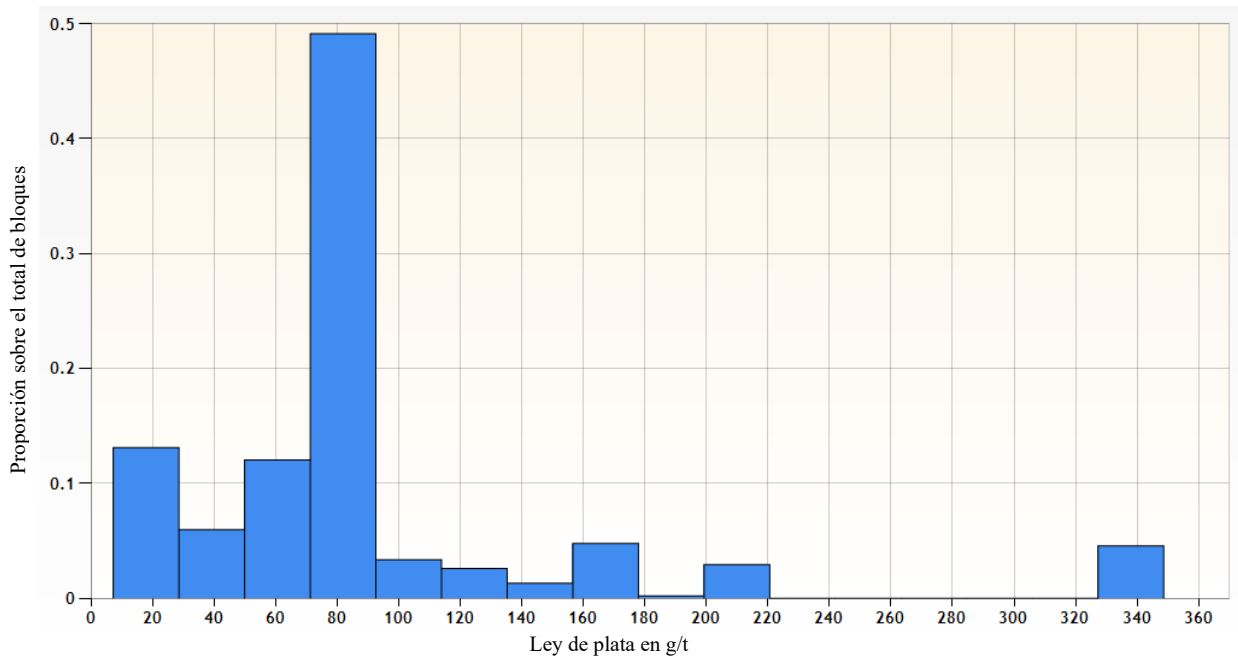


Ilustración 81: Histograma de la ley de plata en g/t - Fuente: Recursos Propios.

Se representan los bloques según la ley en cobre:

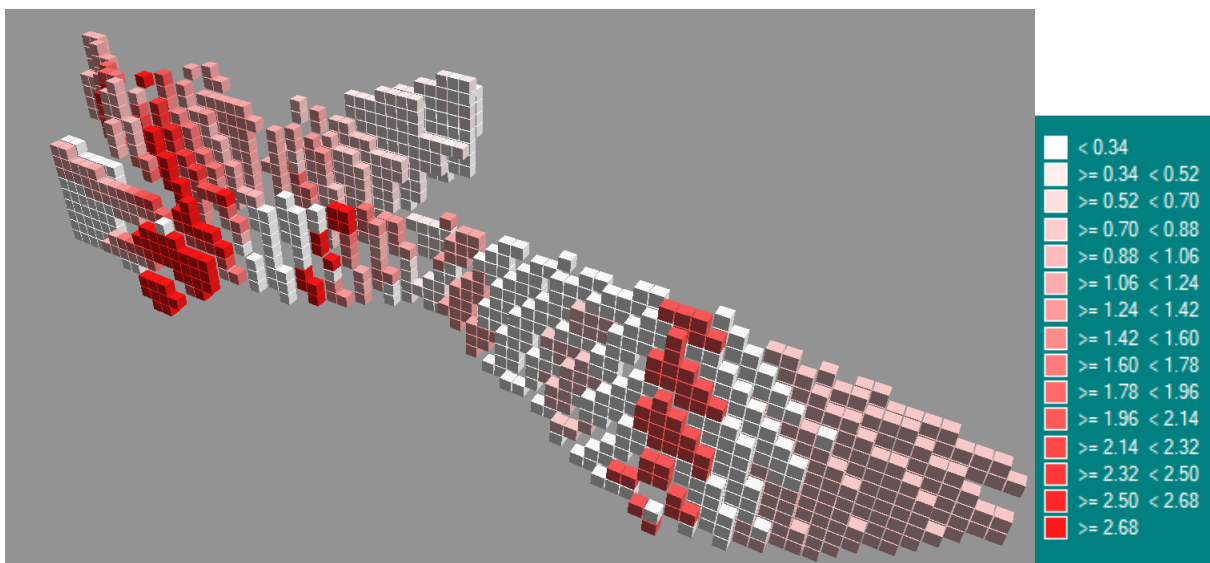


Ilustración 82: Modelo de bloques coloreado según la ley de cobre en % - Fuente: Recursos Propios.

El histograma de la ley en cobre es el siguiente:

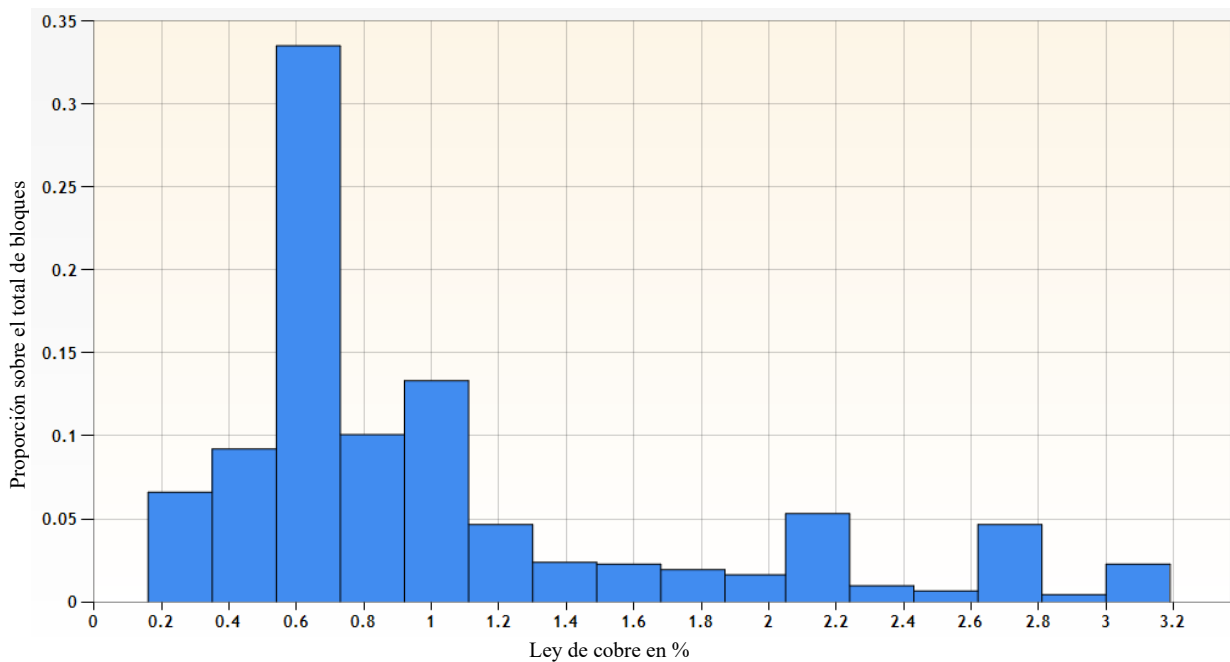


Ilustración 83: Histograma de la ley en cobre en % - Fuente: Recursos Propios.

Se representan los bloques según la ley en plomo:

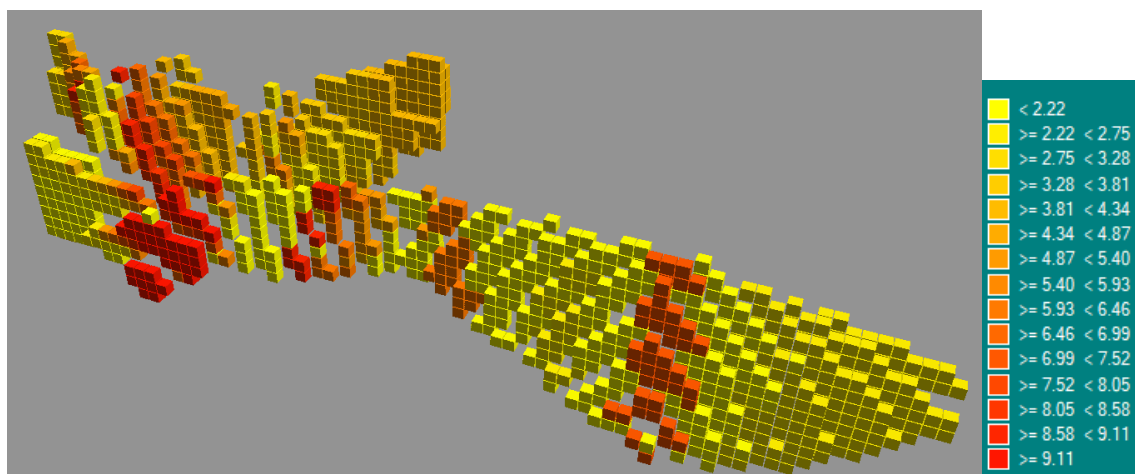


Ilustración 84: Modelo de bloques coloreado según la ley en plomo en % - Fuente: Recursos Propios.

El histograma es el siguiente:

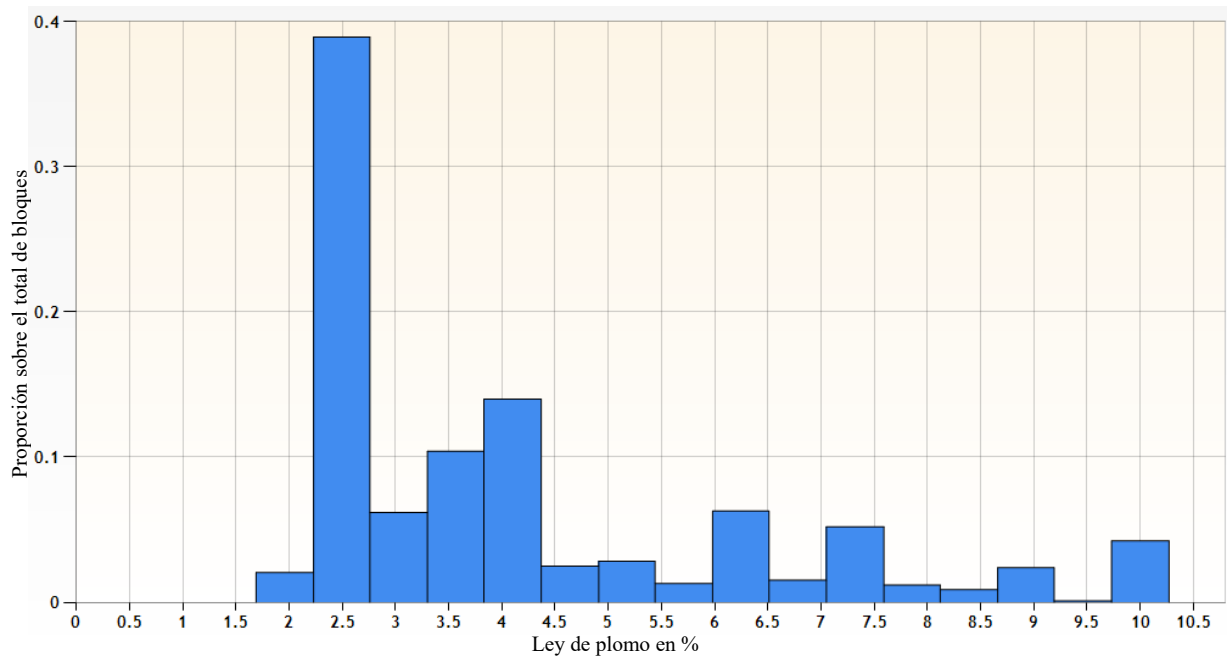


Ilustración 85: Histograma de la ley en plomo en % - Fuente: Recursos Propios.

Se representan los bloques según la ley en zinc:

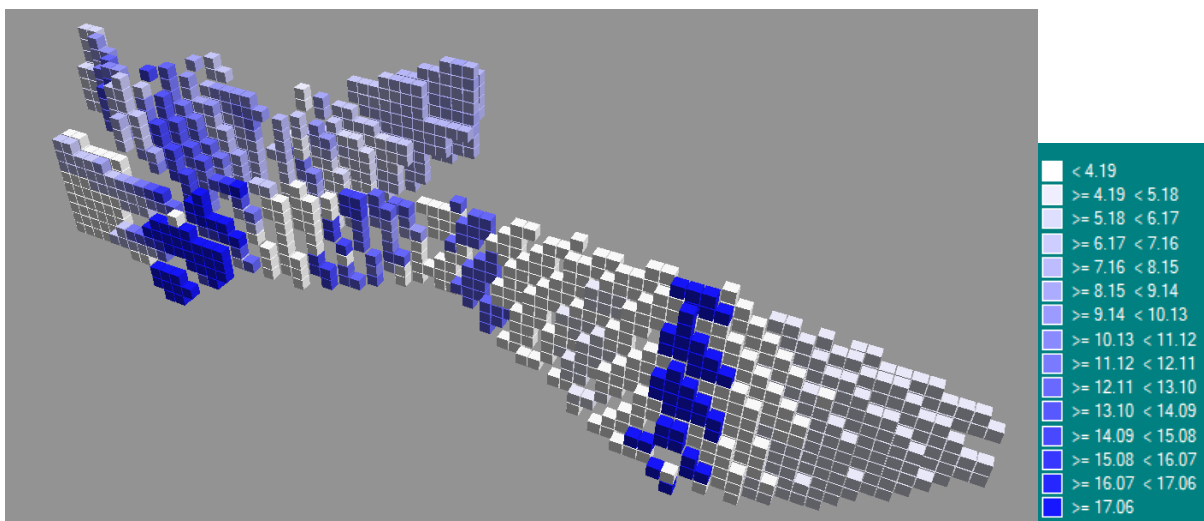


Ilustración 86: Modelo de bloques coloreado según la ley de zinc en % - Fuente: Recursos Propios.

El histograma de la ley de zinc es el siguiente:

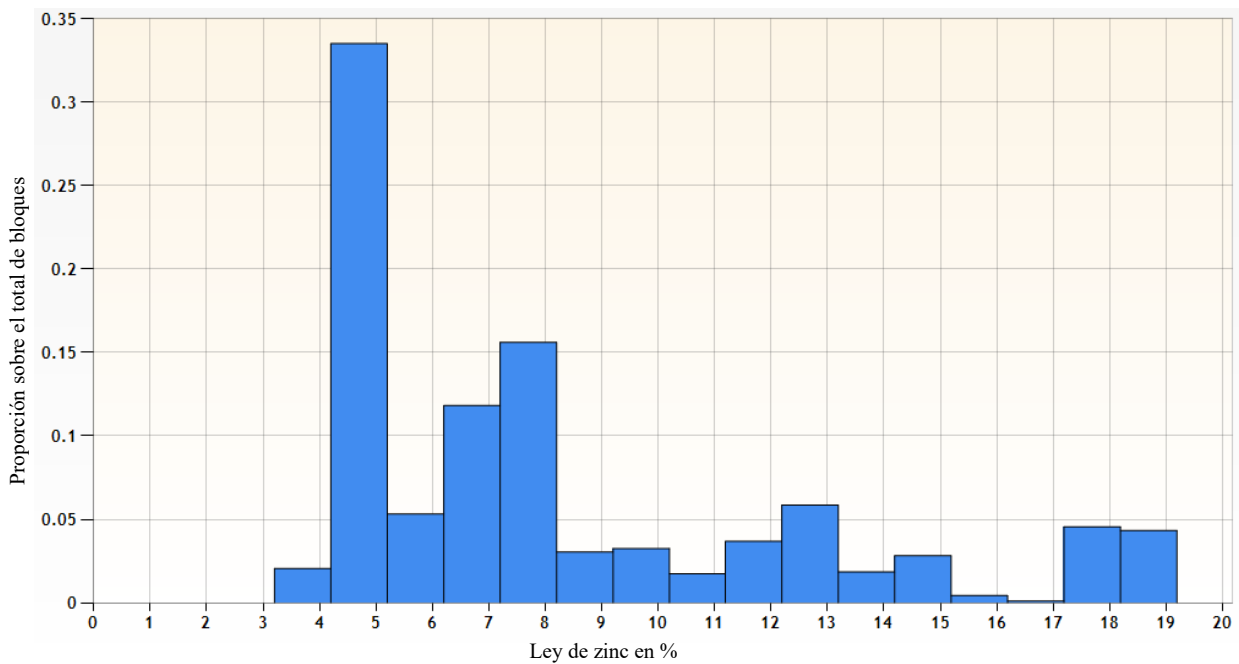


Ilustración 87: Histograma de la ley de zinc en % - Fuente: Recursos Propios.

Por último, se representa el modelo de bloques según la ley de equivalente en zinc. Este será el parámetro calculado con los mismos coeficientes que los usados para el depósito de La Romanera dado que los coeficientes están basados en una recuperación y unos precios que se consideran los mismos para toda la mina.

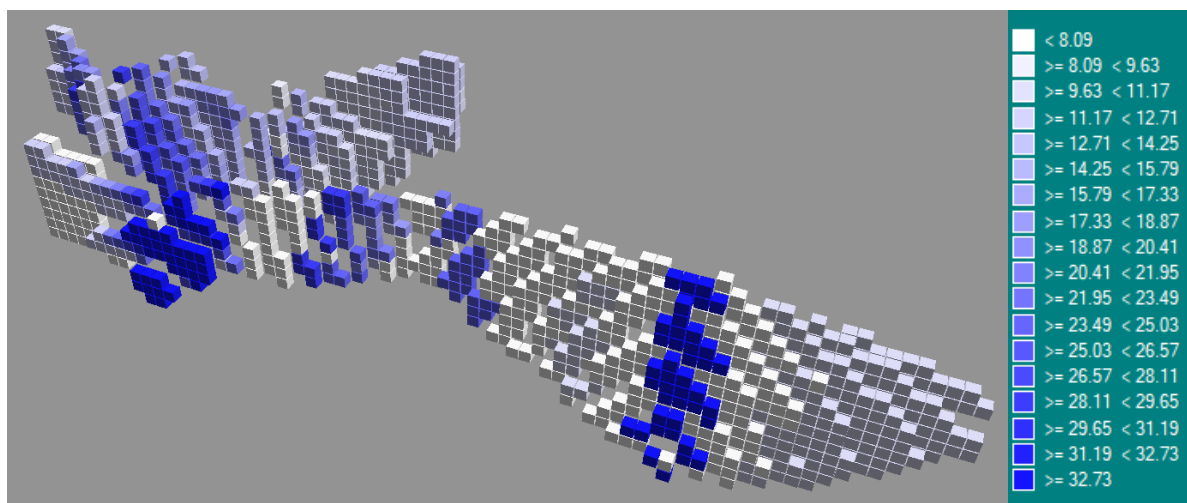


Ilustración 88: Modelo de bloques coloreado según la ley de equivalente en zinc en % - Fuente: Recursos Propios.

El histograma de la ley equivalente en zinc es:

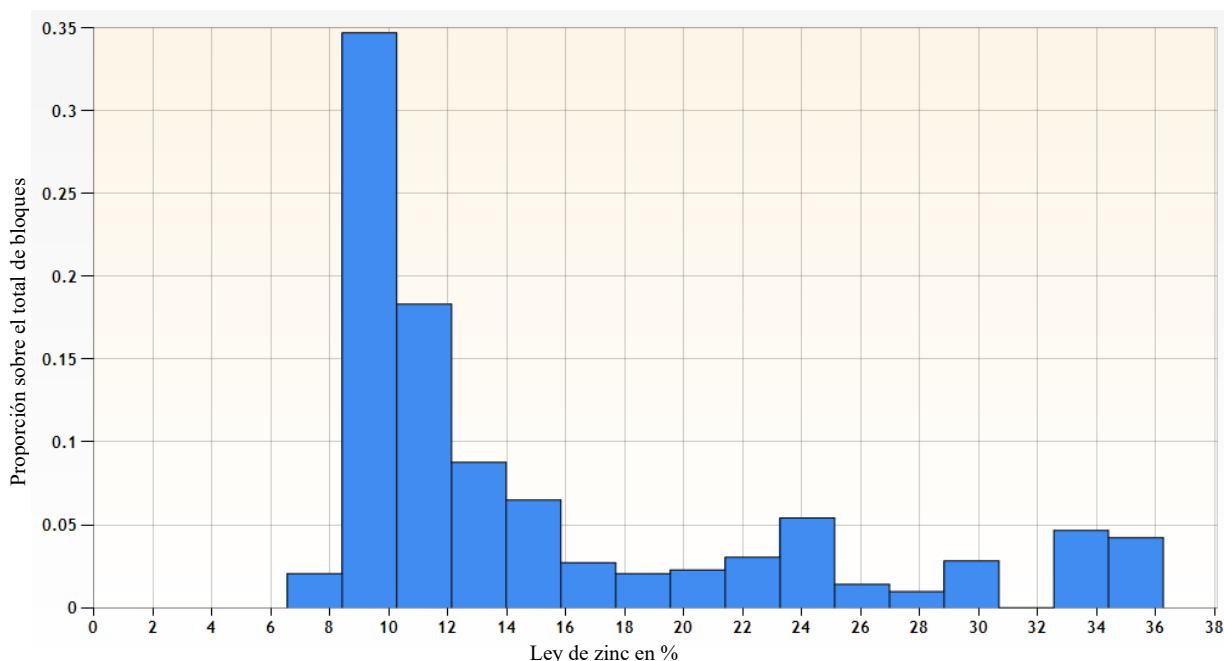


Ilustración 89: Histograma de la ley equivalente de zinc en % - Fuente: Recursos Propios.

Una vez calculadas las leyes medias y el volumen del depósito se pueden obtener las reservas de los distintos metales y compararlas con el NI-43-101. Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 7: Recursos del depósito de La Infanta. Comparación con los datos publicados por la empresa.

Metal	Oro (t)	Plata (t)	Cobre (t)	Plomo (t)	Zinc (t)	ZnEq (t)
NI-43-101	0.34	94.90	11,000.00	15,000.00	76,000.00	154,000.00
Simulación	0.07	43.08	5,168.91	20,414.32	40,063.82	75,195.19
Diferencia respecto al NI-43-101(%)	-366.79%	-120.29%	-112.81%	26.52%	-89.70%	-104.80%

Tabla 8: Leyes del depósito de La Infanta. Comparación con los datos publicados por la empresa.

Ley	Oro (g/t)	Plata (g/t)	Cobre (%)	Plomo (%)	Zinc (%)	ZnEq (%)
NI-43-101	0.32	79.74	0.98	4.08	6.67	14.32
Simulación	0.115	67.589	0.811	3.203	6.286	11.798
Diferencia respecto al NI-43-101(%)	-176.81%	-17.98%	-20.63%	-27.43%	-6.08%	-21.38%

En este segundo depósito hay una variación muy significativa respecto a los datos publicados por la empresa. La simulación se ha desviado principalmente en la cantidad de recursos estimados, aunque también hay diferencias notables en las leyes. Dado que el depósito de La Romanera estuvo mucho más ajustado a los datos reales se descarta la posibilidad de que el método general haya sido erróneo. Lo más probable es que una combinación de un menor número de muestras sumado a una gran dispersión entre las mismas ha afectado a la hora de

construir el cuerpo mineralizado, y por ende, en el cálculo de las reservas. En la Ilustración 90 se puede ver una sección del depósito de La Infanta estimada por Emerita Resources donde puede observarse que el depósito es de mayor tamaño comparado con el construido con los datos publicados por la empresa.

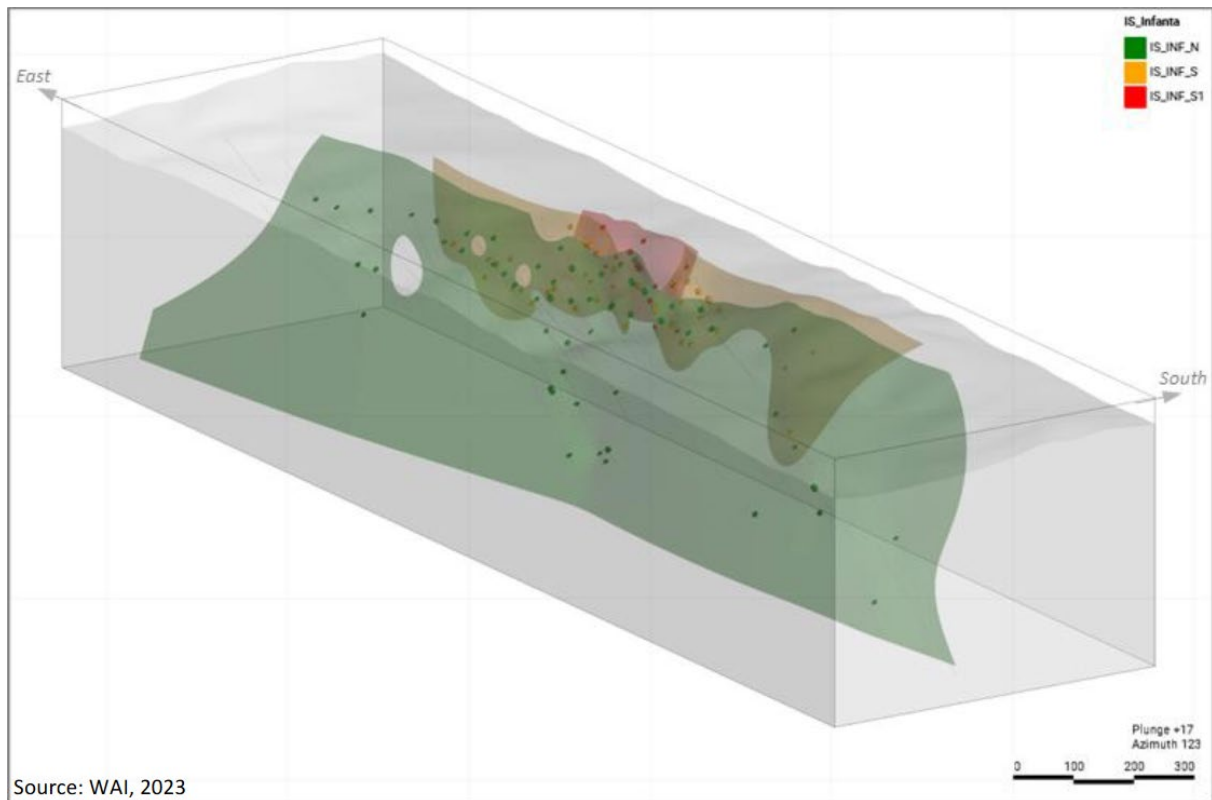


Ilustración 90: Sección del depósito de La Infanta - Fuente: NI-43-101.

3.2.2.4 Modelización de la corta teórica de La Infanta

Para modelizar las cortas teóricas se seguirá el mismo procedimiento que para el caso del depósito de La Romanera. Primero se crean los bloques desde el depósito hasta la superficie usando la función “Generar cono de bloques sobre bloques activos hasta superficie” con un ángulo de 50° desde la base del modelo de bloques. Estos bloques se guardan en un archivo .txt y se importan a una nueva base de datos denominada “BLK_CONO_5m”.

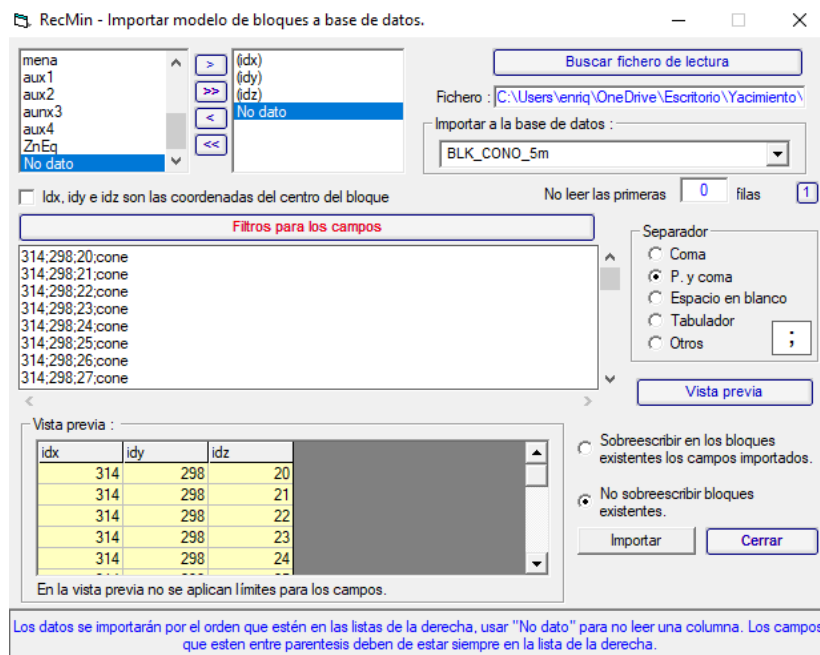


Ilustración 91: Importación de los bloques del cono generado del depósito de La Infanta - Fuente: Recursos Propios.

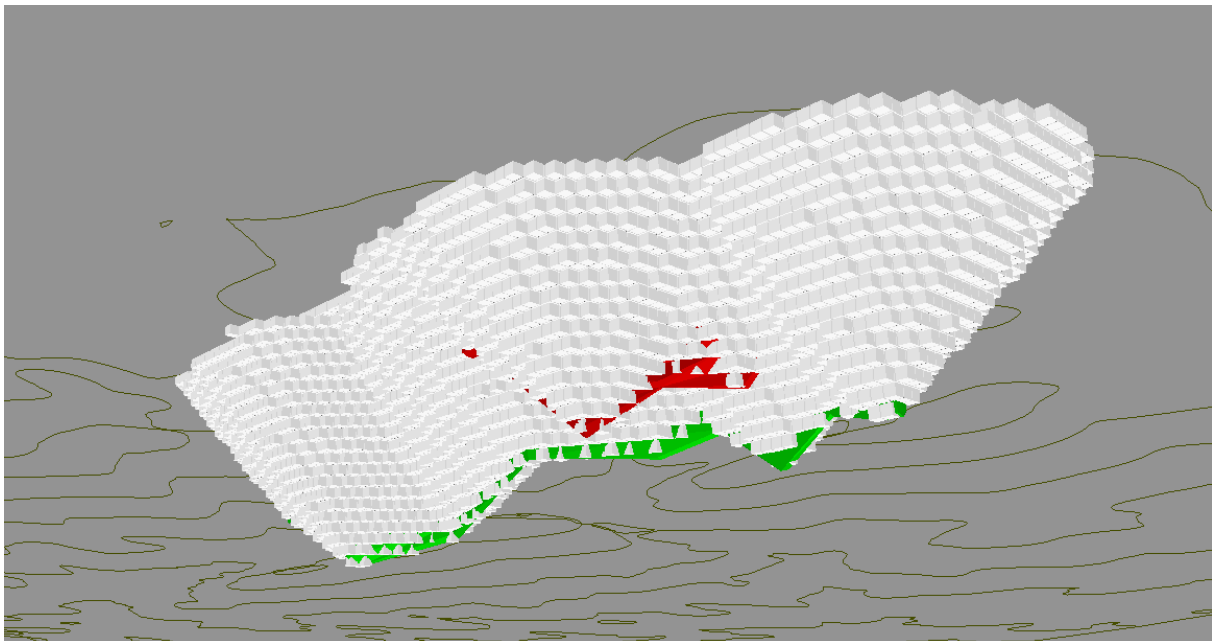


Ilustración 92: Cono generado sobre las dos lentes (Sur en rojo, norte en verde) del depósito de La Infanta - Fuente: Recursos Propios.

A continuación se ejecutará el método del cono flotante como se hizo con el anterior depósito. Para ello se utilizarán los mismos precios de mercado de las materias primas, ya que se espera explotar este yacimiento en conjunto. Los costes son los siguientes.

- Coste de explotación de estéril y mena: 1 USD/t
- Costes de planta de tratamientos: 30 USD/t
- Recuperación media de la planta: 75%
- Ingresos: Rango desde 2,5 USD/unidad de ley – 45 USD/unidad de ley de concentrado de zinc

- Talud medio: 50°

Se ejecuta el método en Recmin con estos parámetros.

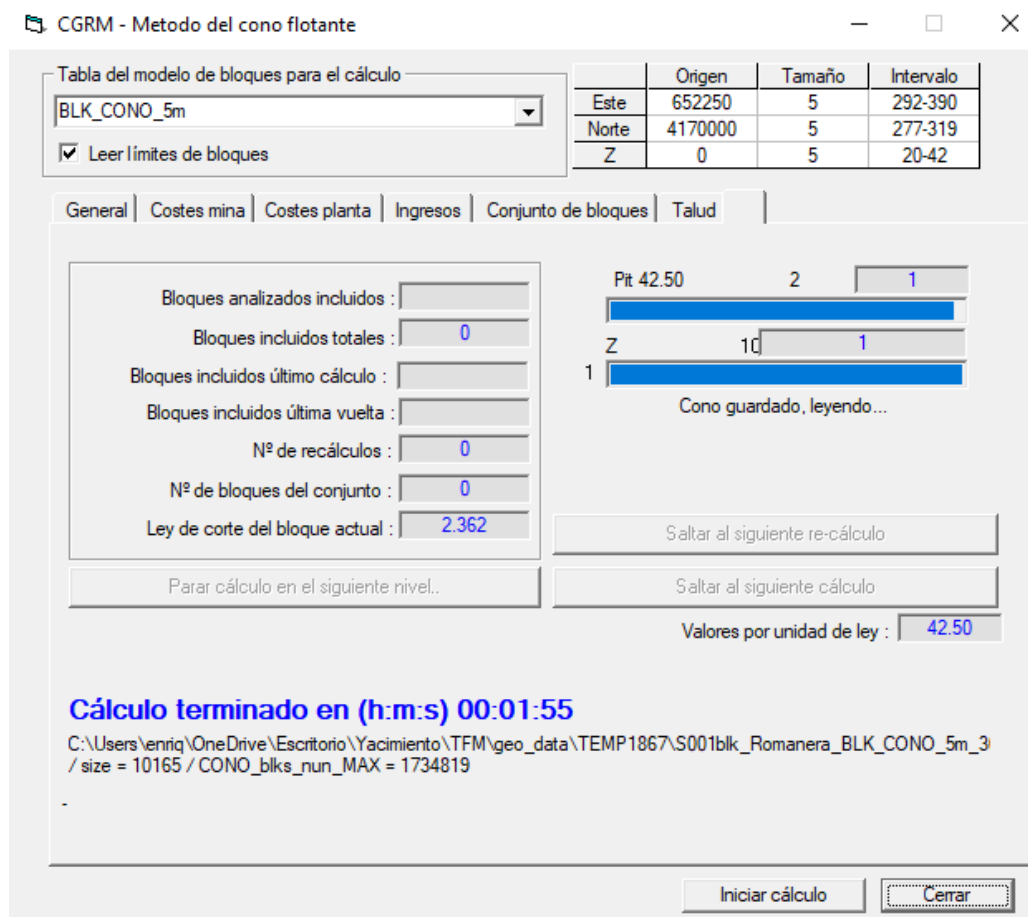


Ilustración 93: Cálculo del método del cono flotante finalizado para el depósito de La Infanta - Fuente: Recursos Propios.

El método ha requerido menos tiempo de cálculo que el anterior depósito debido a que el cuerpo mineralizado es más pequeño (1395 bloques en La Infanta y 3389 en La Romanera) y que La Infanta se encuentra más cerca de la superficie que La Romanera (-300m y -500m respectivamente).

En el módulo de dibujo se pueden ver las distintas cortas coloreadas según el precio del Zinc en USD/unidad de ley.

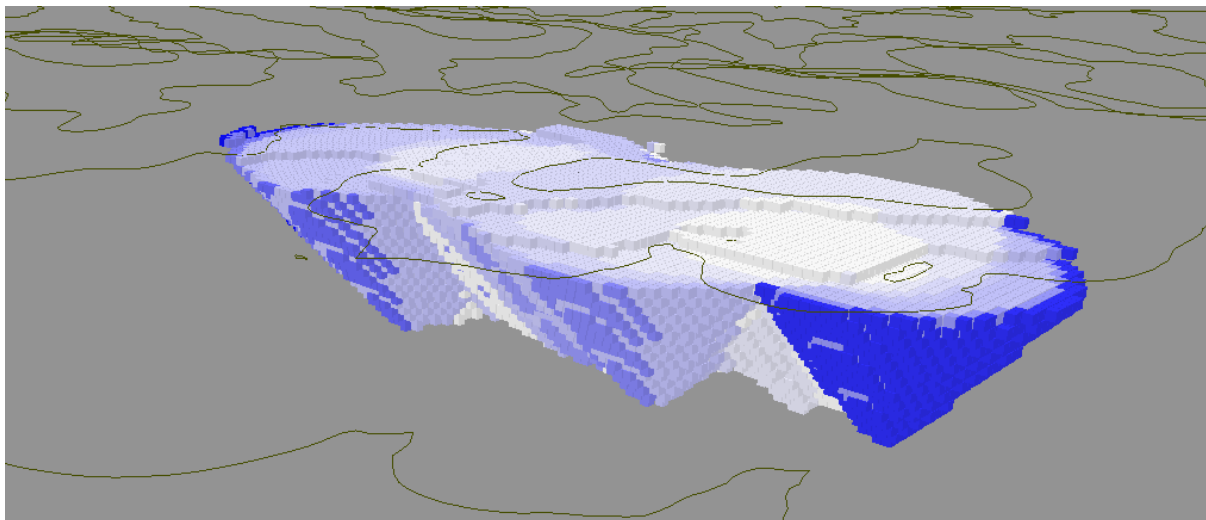


Ilustración 94: Representación de la corta con diferentes precios. A mayor precio mayor tonalidad de azul - Fuente: Recursos Propios.

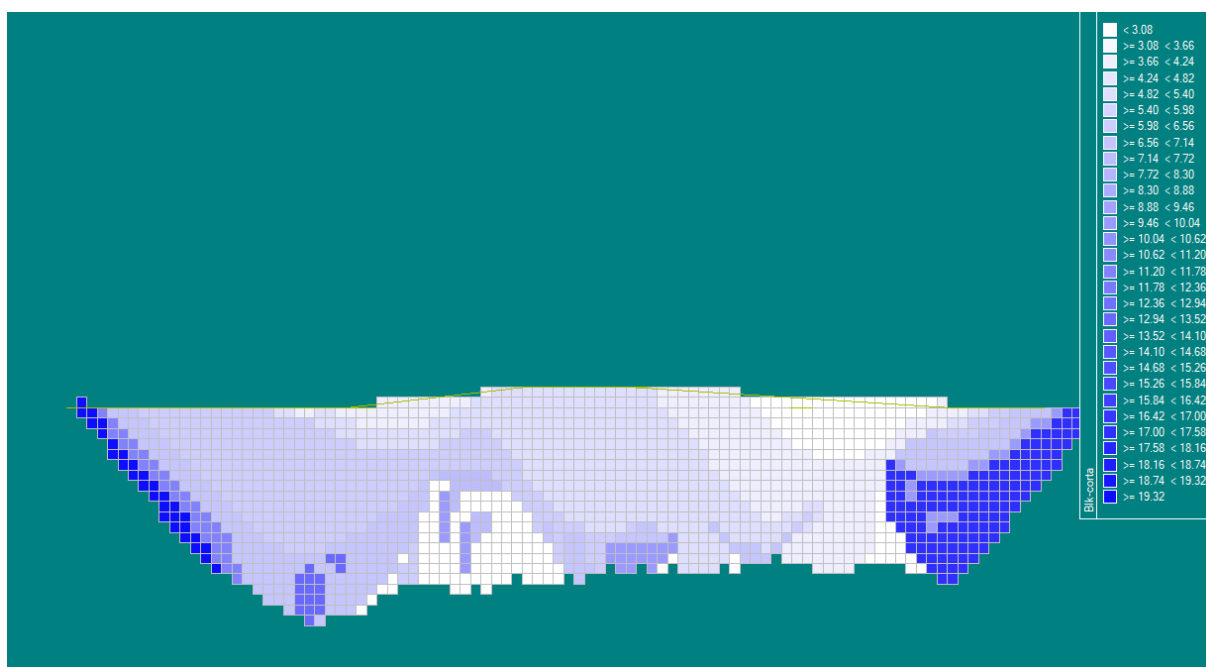


Ilustración 95: Corte de la corta con precios en USD/unidad de ley - Fuente: Recursos Propios.

El análisis económico se realizará en el Documento 2.

3.2.3 Recursos del Proyecto IWB

Los recursos estimados gracias a la simulación en Recmin se muestran en las siguientes tablas junto con los datos proporcionados por la empresa en su informe NI-43-101 más actualizado.

Tabla 9: Recursos del Proyecto IWB.

	Oro (t)	Plata (t)	Cobre (kt)	Plomo (kt)	Zinc (kt)	ZnEq (kt)
La Romanera	22.26	922.83	43.56	177.07	386.16	888.79
La Infanta	0.07	43.08	5.17	20.41	40.06	75.20
Total	22.33	965.91	48.72	197.48	426.23	963.99
NI-43-101	19.56	1058.45	65.00	233.00	463.00	1074.00

Tabla 10: Leyes del Proyecto IWB.

Ley	Oro (g/t)	Plata (g/t)	Cobre (%)	Plomo (%)	Zinc (%)	ZnEq (%)
La Romanera	1.564	64.834	0.306	1.244	2.713	6.244
La Infanta	0.115	67.589	0.811	3.203	6.286	11.798
Promedio	1.559	64.957	0.360	1.447	3.049	6.677
NI-43-101	1.390	75.200	0.460	1.660	3.290	7.630

En general se observan menores recursos que los que el informe detalla, con algunas excepciones como el oro donde la simulación arroja mayores toneladas y leyes de este metal.

Para comprobar la viabilidad del proyecto IWB se realizará el análisis financiero en el Documento 2.

Bibliografía

- Ali, S. H., Giurco, D., Arndt, N., Nickless, E., Brown, G., Demetriades, A., Durrheim, R., Enriquez, M. A., Kinnaird, J., Littleboy, A., Meinert, L. D., Oberhänsli, R., Salem, J., Schodde, R., Schneider, G., Vidal, O., & Yakovleva, N. (2017). Mineral supply for sustainable development requires resource governance. *Nature*, *543*(7645), 367-372.
<https://doi.org/10.1038/nature21359>
- Big banks to miss 'future facing' commodities mining boom.* (2023, abril 4). Australian Financial Review. <https://www.afr.com/companies/mining/big-banks-to-miss-future-facing-commodities-mining-boom-20230331-p5cx3p>
- BOE-A-1973-1018 Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas. Recuperado 22 de abril de 2024, de <https://www.boe.es/eli/es/l/1973/07/21/22/con>
- Chica Olmo, M. (1987). *Análisis geoestadístico en el estudio de la explotación de los recursos minerales.* <https://digibug.ugr.es/handle/10481/28731>
- Conductividad eléctrica. (2024). En *Wikipedia, la enciclopedia libre.* https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Conductividad_el%C3%A9ctrica&oldid=159352322
- Copper vs. Aluminum Conductors | Anixter.* (s. f.). Recuperado 22 de abril de 2024, de https://www.anixter.com/en_us/resources/literature/wire-wisdom/copper-vs-aluminum-conductors.html
- Corp, E. R. (2023, enero 5). *Emerita Reports Additional Drill Results from La Romanera, Provides IBW Project Update and Extends Warrants. Results Include 29.3 Meters Grading 0.3 % Cu; 1.0 % Pb; 3.4 % Zn; 3.83 g/t Au and 39.4 g/t Ag, Including 5.0 Meters Grading 0.5 % Cu; 2.6 % Pb; 8.3 % Zn; 6.25 g/t Au and 78.2 g/t Ag in Hole LR118.* GlobeNewswire News Room.

<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2023/05/01/2658156/0/en/Emerita-Reports-Additional-Drill-Results-from-La-Romanera-Provides-IBW-Project-Update-and-Extends-Warrants-Results-Include-29-3-Meters-Grading-0-3-Cu-1-0-Pb-3-4-Zn-3-83-g-t-Au-and.html>

Crisis del petróleo de 1973. (2024). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Crisis_del_petr%C3%B3leo_de_1973&oldid=158315735

Díez Montes, A., Matos, J. X., & Dias, R. (s. f.). *IGME - Catálogo de datos—Mapa geológico de la Zona Surportuguesa. Escala 1:400.000. Edición 2020* (2020.^a ed.) [Map]. Recuperado 9 de abril de 2024, de <https://info.igme.es/catalogo/resource.aspx?portal=1&catalog=3&ctt=1&lang=spa&dlang=en&llt=dropdown&master=infoigme&shdt=false&shfo=false&resource=8425>

Directorate-General for Communication (European Commission). (2020). *The European climate law*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2775/790913>

Directorate-General for Communication (European Commission). (2023). *European Critical Raw Materials Act*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2775/741940>

Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs (European Commission), Grohol, M., & Veeh, C. (2023). *Study on the critical raw materials for the EU 2023: Final report*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>

Emerita Resources—Developing the Iberian Pyrite Belt. (s. f.). Emerita Resources - Developing the Iberian Pyrite Belt. Recuperado 22 de abril de 2024, de <https://www.emeritaresources.com/>

EUROPA - Competition—List of NACE codes. (s. f.). Recuperado 22 de abril de 2024, de https://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/index/nace_all.html

European University Institute, Belmans, R., Conti, I., Ferrari, A., Galdi, G., Hancher, L., Kneebone, J., Meeus, L., Nouicer, A., Olczak, M., Piebalgs, A., Pototschnig, A., Reif, V., Stampatori, D., Schittekatte, T., & Meeus, L. (2022). *The EU Green Deal (2022 ed.)*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2870/00714>

Exchange, T. L. M. (s. f.). *LME Zinc | London Metal Exchange*. Lme. Recuperado 25 de mayo de 2024, de <https://www.lme.com/Metals/Non-ferrous/LME-Zinc>

Home | *Worldwide Governance Indicators*. (s. f.). [Text/HTML]. World Bank. Recuperado 25 de abril de 2024, de <https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators>

Hool, A., Helbig, C., & Wierink, G. (2023). Challenges and opportunities of the European Critical Raw Materials Act. *Mineral Economics*. <https://doi.org/10.1007/s13563-023-00394-y>

Índice de Herfindahl. (2023). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%8Dndice_de_Herfindahl&oldid=151071394

Joint Research Centre (European Commission), Carrara, S., Bobba, S., Blagoeva, D., Alves Dias, P., Cavalli, A., Georgitzikis, K., Grohol, M., Itul, A., Kuzov, T., Latunussa, C., Lyons, L., Malano, G., Maury, T., Prior Arce, Á., Somers, J., Telsnig, T., Veeh, C., Wittmer, D., ... Christou, M. (2023). *Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU: A foresight study*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/386650>

Newall, P., & Browning, F. (2023a). *NI-43-101 Technical Report on the La Romanera and La Infanta polymetallic deposits, Spain*.

Newall, P., & Browning, F. (2023b). *Signature Date: July 5, 2023*.

Opinion of the European Economic and Social Committee on Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions REPowerEU Plan (COM(2022) 230 final) and Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulation (EU) 2021/241 as regards REPowerEU chapters in recovery and resilience plans and amending Regulation (EU) 2021/1060, Regulation (EU) 2021/2115, Directive 2003/87/EC and Decision (EU) 2015/1814 (COM(2022) 231 final—2022/0164(COD)). (s. f.).

PLAZOS DE TRAMITACIÓN EN LA EVALUACIÓN AMBIENTAL. (s. f.). *ALLPE - Empresa de Medio Ambiente - Acústica - Topografía - Ingeniería*. Recuperado 22 de abril de 2024, de <https://www.allpe.com/medioambiente/evaluacion-ambiental/estudios-de-impacto-ambiental/evaluacion-de-impacto-ambiental/plazos-de-tramitacion-en-la-evaluacion-ambiental/>

Real Decreto 2857/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento General para el Régimen de la Minería, Pub. L. No. Real Decreto 2857/1978, BOE-A-1978-29905 27847 (1978). <https://www.boe.es/eli/es/rd/1978/08/25/2857>

Speech by the President on EU-China relations. (s. f.). [Text]. European Commission - European Commission. Recuperado 25 de abril de 2024, de https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_23_2063

Union, P. O. of the E. (2017, diciembre 15). *The Treaty of Lisbon* [Website]. Publications Office of the EU; Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b1d9d939-81dd-47d6-b263-282783ee819a>

Union, P. O. of the E. (2022, mayo 18). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE*

REGIONS REPowerEU Plan, COM/2022/230 final [Website]. Publications Office of the EU; Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1>

Union, P. O. of the E. (2023, junio 29). *Green Deal Industrial Plan* [Website]. Publications Office of the EU; Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5f9fd113-1b40-11ec-806b-01aa75ed71a1>

VICTOR RUDENO. (s. f.). *THE MINING VALUATION HANDBOOK* (4th EDITION). WILEY. <https://zarmesh.com/wp-content/uploads/2020/01/The-Mining-Valuation-Handbook.pdf>



ESTUDIO DE LA “EUROPEAN CRITICAL RAW
MATERIALS ACT” Y SUS POSIBLES CONSECUENCIAS.
CASO DE ESTUDIO DEL PROYECTO IBERIAN WEST
BELT.

Documento 2: Estudio Económico

1. Introducción

Como ya se ha expuesto en el Documento 1, el proyecto IWB se compone de dos depósitos polimetálicos de diferentes tamaños y leyes. Para poder analizar la viabilidad financiera del proyecto se van a estimar los ingresos y gastos de la mina durante los años previstos de explotación para calcular su rentabilidad neta.

El análisis tendrá en cuenta los costes de capital iniciales para comenzar el proyecto, así como los precios de venta del concentrado y los costes de operación de la mina. Con esto se realizará un balance anual con el que calcular parámetros como el Valor Actual Neto o VAN y la Tasa Interna de Retorno o TIR, que permitirán comprobar la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

Para estimar el capital inicial, también conocido como CAPEX, se tendrá en cuenta los costes que puedan tener construir y poner en marcha la planta de concentración de minerales, así como los costes de compra de los vehículos mineros. También se engrosará esta cifra con un monto suficiente como para poder realizar los gastos de gestión legal y administrativa, así como otros gastos que en los que pudiese incurrir la empresa durante las etapas iniciales del proceso.

Los ingresos de la mina se estimarán en base a los precios del Zinc. Aunque en la realidad lo que ocurra es que la planta separará y concentrará los cinco minerales presentes en el yacimiento (oro, plata, cobre, plomo y zinc), a efectos económicos se trabajará como si la venta se realizase en concentrado de zinc, siendo el precio de mercado de este metal la referencia para estimar los ingresos del proyecto. Un análisis más detallado requeriría estimar los costes de cada concentrado por separado y calcular anualmente su posible variación en base a los históricos de los distintos metales para realizar una estimación más ajustada del precio de venta anual. Ese enfoque queda fuera del análisis que se está realizando en este trabajo y se escogerá como concentrado de venta el de zinc, para lo cual se trabajará con la ley de Equivalente en Zinc expuesta en el anterior Documento.

Los costes de operación se estimarán con dos precios. El primero será el coste de minería, que recogerá el precio que cuesta extraer una tonelada de la mina. Utilizando la simulación del software Recmin se conocen las toneladas que se extraerán anualmente para conocer el precio anual de minería. Este precio recoge desde la perforación de barrenos, el coste de los explosivos y el movimiento de tierras. El segundo coste que se estimará será el coste de concentrado. Este recoge los costes estimados de la planta de concentración, teniendo en cuenta energía y otros gastos que pueda tener la planta. Este coste se imputará a las toneladas anuales que entren en la planta, es decir, las que el software Recmin categoriza como “mena”.

Finalmente se realizará el balance anual de cada depósito, ingresos menos gastos. Se introducirá un factor que estima el pago de impuestos por beneficios y otros gastos para, con ese balance neto, calcular el VAN y la TIR.

Otro factor de gran relevancia es el tiempo, o más concretamente el número de años de actividad que se espera que tenga la mina en su conjunto. Para ello se realizarán distintas estimaciones según unos casos supuestos que serán los siguientes:

- Caso 1: Solo se explota el depósito de La Romanera. El número de años estimado es de 15.
- Caso 2: Solo se explota el depósito de La Infanta. El número de años estimado es de 5.

- Caso 3: Se explotarán a la vez los dos depósitos. El número de años estimado es de 13.
- Caso 4: Se explotarán los dos depósitos de manera secuencial, comenzando con La Romanera y tras ello se explotará La Infanta. El número de años estimado es de 14.
- Caso 5: Se explotarán los dos depósitos de manera secuencial, comenzando con La Romanera y tras ello se explotará La Infanta. El número de años estimado es de 13.

El Valor Actual Neto se calcula usando la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Siendo:

- I_o la inversión inicial.
- n el número de años de actividad de la mina.
- F_t los flujos de cajas de cada periodo.
- k la tasa de descuento o tipo de interés exigido a la inversión.

La Tasa Interna de Retorno se calcula haciendo que el VAN valga 0. Indica la tasa de descuento que tendría que tener el proyecto para que sea rentable realizarlo. Si la TIR es mayor que la tasa de descuento será rentable realizar el proyecto. Cuanta más diferencia haya respecto a la tasa de interés exigida, más rentable será el proyecto.

2. Estudio Económico del Proyecto IWB

El estudio económico se realizará de manera independiente para cada caso citado anteriormente. Para cada uno se analizará el ritmo de explotación y se calculará el VAN y la TIR. De esta manera se podrá comprobar qué orden de explotar los depósitos es más eficiente económicamente hablando.

Los datos de partida son los proporcionados por el software Recmin con el cálculo del Método del cono flotante, en el que se estima para cada precio del concentrado de zinc la corta teórica, conociendo las toneladas que habría que extraer en cada modelo. Las cortas con las que se va a realizar el estudio económico son aquellas que tienen un precio de corte por debajo del precio de mercado a junio de 2024 (alrededor de 3000 USD/t).

Los precios para el conjunto de casos analizados son los siguientes:

- Precio de venta: 3000 USD/tonelada
- Costes de minería: 1,5 USD/tonelada
- Costes de concentrado: 40 USD/tonelada
- Recuperación media: 75%

El CAPEX se analizará utilizando el “The Mining Valuation Handbook” escrito por Víctor Rudenno («The-Mining-Valuation-Handbook», s. f.), donde expone una aproximación de los costes de capital basándose en los costes reales de minas alrededor del mundo. Los costes se

dividen en dos partidas, una que estima los costes de construcción de la planta de concentrado de mineral, y otra que estima los costes de adquisición de equipos mineros, como dumpers, perforadoras, etc. Para estimar el CAPEX de equipos mineros se sigue la siguiente fórmula:

$$US\$ = 19.95 * T^{0.865}$$

Siendo:

- US\$ en millones de dólares.
- T las toneladas minadas por año en millones.

Los costes de capital de la planta de concentrados siguen la siguiente fórmula:

$$US\$ = 68.61 * T^{0.720}$$

Siendo:

- US\$ en millones de dólares.
- T las toneladas de capacidad de la planta por año en millones.

Como en cada caso evaluado las toneladas minadas y las que la planta debe procesar son diferentes el CAPEX se indica en la siguiente tabla:

Tabla 11: Costes de capital para caso de estudio.

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Toneladas minadas al año (mt)	25.299	1.892	26.027	24.168	24.521
Toneladas procesadas por planta al año (mt)	1.067	0.123	1.115	1.035	1.090
CAPEX Minería (US\$m)	326.310	15.217	334.415	313.650	317.607
CAPEX Planta (US\$m)	71.896	34.636	74.185	70.331	72.989
CPAEX Total (US\$m)	398.206	49.854	408.600	383.981	390.597

El tipo de interés exigido a la inversión será del 10%.

Los balances y el cálculo del VAN y la TIR se realizarán en base al beneficio bruto, esto es, el beneficio antes de impuestos, tasas, amortizaciones e intereses de deudas. Esto implica que a los valores proporcionados debe descontarse la parte proporcional correspondiente a estas partidas.

2.1 Primer caso de estudio: Explotación de La Romanera

El análisis se muestra en el Documento 3: Anexo en la tabla 13. En este supuesto se explotará únicamente el yacimiento de La Romanera. Se ha estimado que un plazo de viabilidad aceptable es de 15 años de actividad. Para este plazo se requerirá extraer 25,3 millones de toneladas anuales de media.

Se puede ver que la mayor parte de la mena se extrae durante los primeros siete años, superando holgadamente el promedio total de 1 millón de toneladas anuales, dato con el que se ha dimensionado la planta. En general se busca que los ingresos se produzcan en las etapas más cercanas al comienzo del proyecto debido a dos factores, el valor del dinero y la mayor certidumbre de los precios de venta. Para este caso se podría evaluar dimensionar la planta para mayores toneladas anuales, aunque a partir del séptimo año esta quedaría ampliamente sobredimensionada.

Se puede observar que el año 14 y 15 no se han computado los balances. Esto es debido a que en ambos años se producirían pérdidas por la extracción de la mena. Como no se consigue rentabilidad se ha decidido no computar estos años para el cálculo del VAN y la TIR, por lo que se supone que, a no ser que el precio de venta aumentase, en las condiciones actuales no se explotaría el yacimiento en esos periodos.

Finalmente, el VAN asciende a 207.5 millones de dólares y la TIR sería de 26,19%.

2.2 Segundo caso de estudio: Explotación de La Infanta

El análisis se muestra en el Documento 3: Anexo en la tabla 14. En este supuesto se explotará únicamente el yacimiento de La Infanta. Se ha estimado que un plazo de viabilidad aceptable es de 5 años de actividad. Para este plazo se requerirá extraer 630 mil toneladas anuales de media.

En este caso al ser un yacimiento más pequeño se puede extraer íntegramente en 5 años. Esto permite que los ingresos se efectúen en un plazo muy cercano al momento inicial, lo que reduce la pérdida de valor del dinero, aumentando el VAN respecto a un proyecto similar pero explotado durante más años.

Para este caso la planta sería de un tamaño mucho menor que la requerida para el caso anterior, reduciendo sensiblemente el CAPEX. Ocurre algo similar con el coste de capital para los equipos mineros, permitiendo que el VAN sea de 52,6 millones de dólares, y la TIR se sitúe en un 51,34%, con una rentabilidad muy superior al Caso 1.

2.3 Tercer caso de estudio: Explotación de La Romanera y de La Infanta en paralelo

El análisis se muestra en el Documento 3: Anexo en la tabla 15. En este supuesto se explotarán ambos yacimientos en paralelo. Se ha estimado que un plazo de viabilidad aceptable es de 15 años de actividad. Para este plazo se requerirá extraer 26 millones de toneladas anuales.

Dado que ambos proyectos se realizan a la vez, los costes de capital son mayores, pues se requiere dimensionar la planta para más toneladas anuales y los equipos de mina deben poder extraer el tonelaje anual. Aun así, dado que el depósito de la Infanta estimado es de un tamaño mucho menor al de La Romanera, las toneladas que la planta debe tratar no difieren mucho del Caso 1. Además, ese caso se aprovecha de la escalabilidad de los equipos y planta, que quiere decir que el coste de aumentar las toneladas excavadas y tratadas no aumenta al mismo ritmo, si no que hay un efecto de menor coste a medida que el equipo se hace más grande. Esto deriva

en que el CAPEX total sea de 408,600 millones de USD, no excesivamente mayor al del Caso 1.

La rentabilidad de extraer ambos yacimientos es superior a la de realizarlo de manera independiente, dando un VAN de casi 300 millones de USD y una TIR del 33,86%.

2.4 Cuarto caso de estudio: Explotación de La Romanera y La Infanta secuencialmente

El análisis se muestra en el Documento 3: Anexo en la tabla 16. En este supuesto se explotarán ambos depósitos de manera secuencial. Primero se explotará íntegramente La Romanera durante 13 años y al finalizar se explotará La Infanta durante un año. Esto es viable debido a la gran diferencia de toneladas totales de cada depósito, donde La Romanera requerirá maquinaria más numerosa y de mayor tamaño debido a un ritmo de explotación mayor, pudiendo explotar, teóricamente, todo el yacimiento de La Infanta en un único año usando esa misma maquinaria. Para este plazo se requerirá extraer 22,5 millones de toneladas anuales.

Como la explotación se realiza consecutivamente, el CAPEX será menor al del Caso 3, situándose muy parejamente al Caso 1, ya que en esencia se va a explotar el depósito de La Romanera como en el primer caso. El VAN será de alrededor de 250 millones de USD, mientras que la TIR será de un 28,48%.

Se puede ver que la rentabilidad se reduce ya que, aunque se reduzca el CAPEX, la explotación de La Infanta se realiza en un periodo en el que el precio del dinero está muy depreciado, afectando significativamente al balance final.

2.5 Quinto caso de estudio: Explotación de La Romanera y La Infanta secuencialmente

El análisis se muestra en el Documento 3: Anexo en la tabla 17. En este supuesto se explotarán ambos depósitos con una variación respecto al caso anterior. En este se dejará sin explotarse la parte correspondiente al último año de La Romanera, que contiene menos mineral que el depósito de La Infanta en su conjunto. Por lo tanto, se explotará La Romanera en 12 años y La Infanta en un año siguiendo la misma dinámica del caso anterior. Para este plazo se requerirá extraer 21,3 millones de toneladas anuales.

Para este caso el CAPEX aumenta ligeramente, aunque se mantiene muy similar al caso anterior. Sin embargo, el VAN es de menos de 250 millones de dólares, mientras que la TIR es de 27,73%. Aunque se reduzca un año la extracción del depósito de La Infanta no se produce un cambio significativo respecto al caso anterior.

3. Conclusiones del Estudio Económico

Tras haber evaluado diferentes casos de estudio los indicadores económicos demuestran que lo más idóneo económicamente hablando es explotar ambos depósitos simultáneamente. Sin embargo, este escenario plantea otro tipo de complicaciones como el mayor número de personal o tener una logística compleja tanto en las dos cortas como en la planta de procesados, entre otros.

Se puede concluir que en cualquiera de los casos evaluados y en las condiciones de precios de venta que se tiene a junio de 2024, el Proyecto IWB sería rentable, con una ley de corte de un 1.733% en equivalente de zinc. Si se observa la Ilustración 58, donde se muestra el precio de la tonelada de zinc, el precio se ha mantenido más o menos estable en el entorno de los 2500-3000 USD. Sin embargo, cabe recordar que, aunque se utilice el equivalente en zinc para los cálculos en el simulador, los concentrados que se venderán serán los de los cinco metales explotados, y por lo tanto los precios de venta de cada uno de estos concentrados impactará en la rentabilidad, representada por la ley de corte, del proyecto.

Además, la ECRMA puede ayudar al proyecto ya no solo con las facilidades burocráticas que se espera que tenga sino con la certidumbre legal junto a los contratos de venta a largo plazo que darán estabilidad de precios.

La conclusión a la que se llega en vista tanto de la simulación proporcionada por Recmin como con el estudio económico es que el Proyecto IWB demuestra su potencial viabilidad, tanto técnica como económica. Además, puede proporcionar valor y puestos de trabajo a una región eminentemente minera, además de potenciales beneficios para el suministro de materias primas estratégicas en la Unión Europea.



ESTUDIO DE LA “EUROPEAN CRITICAL RAW
MATERIALS ACT” Y SUS POSIBLES
CONSECUENCIAS. CASO DE ESTUDIO DEL
PROYECTO IBERIAN WEST BELT.

Documento 3: Anexo

Tabla 12: Datos de los sondeos - Fuente: NI-43-101 Technical Report (Emerita Resources)

Sondeo	Este	Norte	Elevación	Distancia	Dirección	Inclinación
IN1P	654076,3	4171490	201,45	72,4	172	-80
IN2P	653810,2	4171445	201,45	207,45	172	-70
IN2P	653810,2	4171445	201,45	207,45	172	-70
IN2P	653810,2	4171445	201,45	207,45	172	-70
IN5P	653938,6	4171529	209,27	181	172	-85
IN6P	653840	4171512	203,6	106,4	172	-50
A1	654165,5	4171566	204,85	148,14	172	-50
A2	654173,7	4171518	200,4	69,12	172	-50
A3	654071,1	4171509	205,7	80,26	172	-50
A3	654071,1	4171509	205,7	80,26	172	-50
A4	654021,3	4171505	207,68	93,83	172	-50
A5	654120,9	4171519	203,2	92,3	172	-50
A6	653974,6	4171483	209,08	85,86	172	-50
A7	654220,4	4171536	196,73	79,08	172	-50
A8	653923,5	4171488	210,36	80,65	172	-50
A9	653810,3	4171537	189,47	107,4	172	-50
A10	653761	4171529	199,65	98	172	-50
A11	653861,1	4171535	203,79	100,7	172	-50
A12	654067,3	4171538	208,92	104,6	172	-50
A13	653816,6	4171497	198,77	60,11	172	-50
A14	654076,7	4171481	202,5	46	172	-50
A15	653803,5	4171576	200,3	142,43	172	-50
A16	654115,6	4171557	209,16	112,9	172	-50
A16	654115,6	4171557	209,16	112,9	172	-50
A17	653855	4171575	200,54	125,15	172	-50
A17	653855	4171575	200,54	125,15	172	-50
A18	654126,3	4171489	200	72,06	172	-50
A19	654014,9	4171547	210,18	140,14	172	-50
A20	653968,6	4171522	210,16	109,62	172	-50
A21	654028,5	4171463	201,7	52,37	172	-50
A22	654060,4	4171577	213,79	132,77	172	-50
A23	653979,9	4171454	206,67	50,82	172	-50
A24	654053,3	4171617	212,5	158,25	172	-50
A24	654053,3	4171617	212,5	158,25	172	-50
A25	654045,8	4171510	207,44	94,3	172	-50
A26	654095,5	4171513	203,8	78,15	172	-52
A27	654149,2	4171503	199,4	60,26	172	-50
A28	654193,2	4171541	200,34	71,56	172	-50
A29	654001,7	4171477	204,26	65,74	172	-50
A30	654099,8	4171490	203,35	50,42	172	-50
A31	654040,8	4171539	210,95	100,25	172	-60

Sondeo	Este	Norte	ELEVACION	Distancia	DIRECCION	INCLINACION
A32	654091,9	4171542	208,33	106,51	172	-60
A33	654140,6	4171550	206,82	105	172	-50
A35	654028,4	4171443	200,75	20,3	172	-50
A36	654007,4	4171443	203,44	35	172	-50
A38	653954,3	4171455	209,23	44,63	172	-50
A39	654048,7	4171490	204,3	55,25	172	-50
LR092	646802	4172735	150	534,5	189	-51
LR095	646967	4172385	170	290,7	202	-67
LR117	646888	4172759	154	208,6	196	-57
LR118	646618	4172447	146	236,3	163	-56
LR118	646618	4172447	146	236,3	163	-56
LR118	646618	4172447	146	236,3	163	-56
LR119	646817	4172418	150	162,9	196	-40
LR121	646716	4172736	146	556,9	212	-59
LR121	646716	4172736	146	556,9	212	-59
LR122	646567	4172435	146	130,2	199	-26
LR123	646414	4172539	142	195,5	179	-41
LR124	646780	4172582	154	400	187	-56
LR124	646780	4172582	154	400	187	-56
LR124	646780	4172582	154	400	187	-56
LR124	646780	4172582	154	400	187	-56
LR125	646618	4172447	146	150,3	188	-36
LR125	646618	4172447	146	150,3	188	-36
LR126	646414	4172539	142	209,4	162	-36
LR127	646751	4172871	154	671,4	201	-53
LR128	646597	4172725	144	543,5	213	-65
LR128	646597	4172725	144	543,5	213	-65
LR128	646597	4172725	144	543,5	213	-65
LR130	646414	4172539	142	189,1	163	-22
LR131	646716	4172736	146	562	202	-60
LR131	646716	4172736	146	562	202	-60
LR133	646618	4172447	146	178,1	164	-33
LR133	646618	4172447	146	178,1	164	-33
LR134	646593	4172590	148	360,6	218	-55
LR134	646593	4172590	148	360,6	218	-55
LR136	646817	4172418	150	141	181	-29
LR138	646597	4172725	144	558,5	217	-68
LR139	646618	4172447	146	133,7	176	-25
LR139	646618	4172447	146	133,7	176	-25
LR141	646712	4172405	150	163,9	193	-47
LR141	646712	4172405	150	163,9	193	-47

Sondeo	Desde	Hasta	Au(ppm)	Ag(ppm)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
IN1P	53,6	55,9	0,3	148,1	2,6	12,8	24,5
IN2P	35,15	37,1	0,4	128,3	1,6	5,3	9,8
IN2P	43,05	43,9	1,1	363,2	4	11,6	25,1
IN2P	49,5	55,8	0,5	176,4	3,1	11,1	20,7
IN5P	117,4	130,9	1	202,3	1,1	6,1	12,3
IN6P	93,2	93,8	0,7	410	3,3	18,2	37,3
A1							
A2							
A3	47,64	53,46	0,3	140,4	1,7	6,5	12,2
A3	54,46	66,16	0,3	62,1	1	4,3	7,6
A4	80,2	93,83	0,3	57,8	0,8	2,3	4,4
A5							
A6							
A7							
A8							
A9	75,81	98,91	0	80,6	0,7	2,7	5
A10	86	87,16	0	75	0,88	2,1	7,26
A11	55,9	62,6	0	327,3	2,1	7,5	17,3
A12	78	86,14	0	85,6	3	8,7	14,5
A13	37,21	37,78	0,5	50	1,07	5,7	13,8
A14	21,45	25,29	0,6	88	1,5	3,9	8,2
A15							
A16	77,35	80,6	0,1	80,3	1	4	7,4
A16	96,99	101,59	0,1	13,7	0,1	3,4	9,1
A17	68,84	69,9	0,4	160,8	1,3	4,3	11,7
A17	101,8	103,96	0,28	221	2,5	10,33	17,6
A18	18,92	25,3	0,2	69,2	0,9	2,7	4,9
A19	88,23	91,29	0,2	150,9	1,6	7,4	14,5
A20	89,3	94	0,3	50,4	0,5	1,8	3,4
A21	33,69	36,75	0	155	1,4	6,3	12,5
A22	104,92	109,15	0	186,2	3,2	11,5	21,5
A23	26,9	41,4	0	7,8	0,3	4,3	8,4
A24	89,65	91,65	0,01	94	1,09	6,32	10,34
A24	92,05	110,6	0,1	35,9	0,5	2,9	5,6
A25	70,52	74	0,4	157,4	2,7	8	16,7
A26	27,25	32,67	0,2	79,4	0,9	2,5	6,7
A27	31,3	34	1	140,6	3	10,6	16,4
A28	61,65	62,4	1	220	2,9	14,8	33,6
A29	30,65	31,7	0,67	230	2,9	6,1	15,6
A30	81,2	86,5	0,9	240	3,8	13,1	25,3
A31	72,37	76	0,4	214	3,8	18,2	31,2

Sondeo	Desde	Hasta	Au(ppm)	Ag(ppm)	Cu(%)	Pb(%)	Zn(%)
A32	76,39	79,8	0,3	153,6	1,4	5,2	18,9
A33							
A35							
A36							
A38	24,6	24,66	0,62	270	2,5	18,5	29,7
A39	34,97	40,6	0,8	102,6	1,4	5	12,5
LR092	514	518,9	1,4	97	0,2	2	4,6
LR095							
LR117	560,3	565,6	0,3	43	0,6	1,5	7
LR118	153,1	160	0,97	28,8	0,5	1,1	1,9
LR118	165,9	195,2	3,83	39,4	0,3	1	3,4
LR118	185,5	190,5	6,25	78,2	0,5	2,6	8,3
LR119							
LR121	497,8	533,7	1,12	88,4	0,3	0,9	0,7
LR121	515,6	524,4	2,14	114,3	0,4	1,3	1,1
LR122	96,4	101	0,67	113,7	0,9	1	0,6
LR123	153,2	156	4,16	215,2	0,5	1,4	0,5
LR124	332,6	348,6	1,64	138,2	0,3	1,1	1
LR124	338,6	343	2,55	203,6	0,4	1,1	1,1
LR124	350,9	381,5	0,35	35,2	0,4	0,6	3
LR124	351,9	356,9	0,62	66,2	0,2	1,5	6,6
LR125	124	133,6	1,88	98,8	0,2	2,9	5,6
LR125	126,3	132,2	2,14	114,2	0,2	3,9	7,8
LR126	164,2	167,5	0,87	48	0,2	1,1	1,2
LR127	624,5	632,2	0,88	118	0,3	2	2,3
LR128	497,6	509	1,33	74,7	0,4	2,7	4,7
LR128	501,3	505,6	2,76	135,4	0,9	5,7	10,4
LR128	516,5	523	0,6	23,1	0,3	0,5	1,1
LR130							
LR131	518,9	531,3	1,62	110,3	0,2	3,9	8,9
LR131	521,9	525,7	2,6	144,8	0,3	7,2	14,6
LR133	122,4	124,7	1,16	207,6	0,2	5,9	6,5
LR133	144,3	151,3	2,13	74	0,2	1,5	2,8
LR134	307,8	325	0,88	53,1	0,4	1,1	3,2
LR134	329,6	337,6	3	46,8	0,5	0,7	2,3
LR136							
LR138	517,8	534	1,29	69,6	0,4	2,7	3,6
LR139	115,5	118	2,92	177,6	0,2	3,3	6
LR139	123,6	130,2	1,19	47	0,1	3,1	7,9
LR141	92	93,8	0,68	24,3	0,3	0,8	1,7
LR141	104,9	117,2	2,04	47,7	0,3	1	0,9

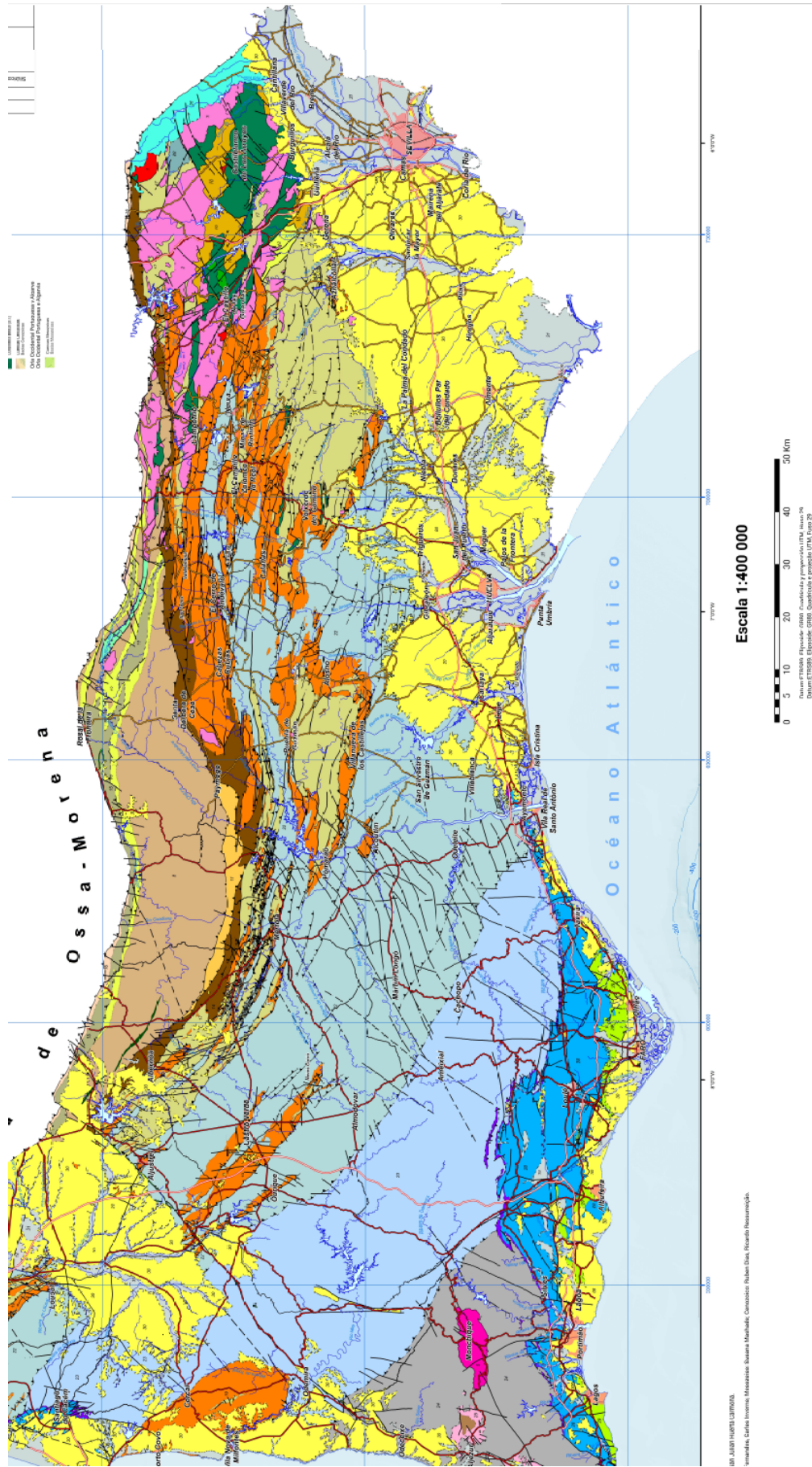


Ilustración 96: Mapa Geológico de la Zona Surportuguesa. Escala 1:400.000. Edición 2020. – Fuente: IGME.

LEYENDA

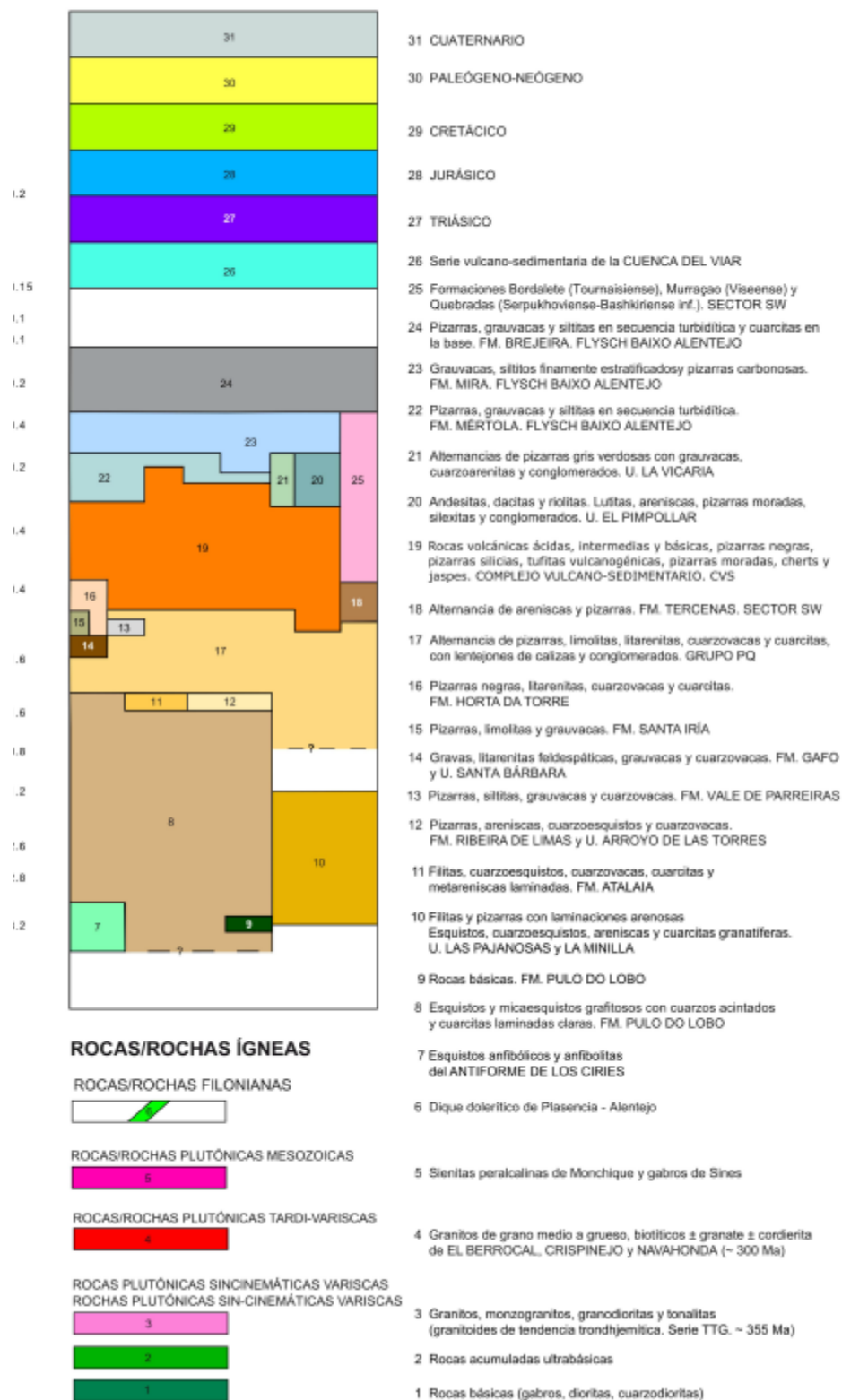


Ilustración 97: Leyenda del Mapa Geológico de la Zona Surportuguesa - Fuente: IGME.

Tabla 13: Cash Flow del Caso 1: Explotación de La Romanera

Año	Toneladas Mena	Toneladas Estéril	Toneladas Totales	Toneladas Acumuladas	Toneladas Eq. Zn	Ingresos (Venta Concentrado)
0	0	0	0	0	0	\$ -
1	2,515,800.00	21,332,500.00	23,848,300.00	23,848,300.00	163,862.29	\$ 368,690,143.50
2	1,226,400.00	13,877,500.00	15,103,900.00	38,952,200.00	74,801.66	\$ 168,303,744.00
3	1,755,600.00	26,987,500.00	28,743,100.00	67,695,300.00	105,162.54	\$ 236,615,715.00
4	1,260,000.00	22,335,000.00	23,595,000.00	91,290,300.00	68,615.15	\$ 154,384,083.00
5	1,239,000.00	27,009,166.67	28,248,166.67	119,538,466.67	67,550.28	\$ 151,988,130.00
6	1,239,000.00	27,009,166.67	28,248,166.67	147,786,633.33	67,550.28	\$ 151,988,130.00
7	1,239,000.00	27,094,166.67	28,333,166.67	176,119,800.00	67,550.28	\$ 151,988,130.00
8	741,300.00	23,855,000.00	24,596,300.00	200,716,100.00	48,569.98	\$ 109,282,446.00
9	741,300.00	25,432,600.00	26,173,900.00	226,890,000.00	48,569.98	\$ 109,282,446.00
10	634,200.00	30,785,000.00	31,419,200.00	258,309,200.00	48,097.73	\$ 108,219,888.00
11	634,200.00	30,785,000.00	31,419,200.00	289,728,400.00	48,097.73	\$ 108,219,888.00
12	323,400.00	19,257,500.00	19,580,900.00	309,309,300.00	26,075.39	\$ 58,669,616.25
13	323,400.00	19,257,500.00	19,580,900.00	328,890,200.00	26,075.39	\$ 58,669,616.25
14	273,000.00	41,007,500.00	41,280,500.00	370,170,700.00	22,723.76	\$ 51,128,469.00
15	21,000.00	2,982,500.00	3,003,500.00	373,174,200.00	1,132.74	\$ 2,548,665.00
	14,166,600.00	359,007,600.00	373,174,200.00		884,435.16	\$ 1,989,979,110.00
Costes Mina	Costes Planta	Costes Totales	Balance EBITD	Valor del dinero	VAN	TIR
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	1	\$ -398,205,957.68	\$ -398,205,957.68
\$ 35,772,450.00	\$ 100,632,000.00	\$ 136,404,450.00	\$ 232,285,693.50	0.9091	\$ 211,168,812.27	\$ 232,285,693.50
\$ 22,655,850.00	\$ 49,056,000.00	\$ 71,711,850.00	\$ 96,591,894.00	0.8264	\$ 79,828,011.57	\$ 96,591,894.00
\$ 43,114,650.00	\$ 70,224,000.00	\$ 113,338,650.00	\$ 123,277,065.00	0.7513	\$ 92,619,883.55	\$ 123,277,065.00
\$ 35,392,500.00	\$ 50,400,000.00	\$ 85,792,500.00	\$ 68,591,583.00	0.6830	\$ 46,848,974.11	\$ 68,591,583.00
\$ 42,372,250.00	\$ 49,560,000.00	\$ 91,932,250.00	\$ 60,055,880.00	0.6209	\$ 37,289,976.47	\$ 60,055,880.00
\$ 42,372,250.00	\$ 49,560,000.00	\$ 91,932,250.00	\$ 60,055,880.00	0.5645	\$ 33,899,978.61	\$ 60,055,880.00
\$ 42,499,750.00	\$ 49,560,000.00	\$ 92,059,750.00	\$ 59,928,380.00	0.5132	\$ 30,752,734.71	\$ 59,928,380.00
\$ 36,894,450.00	\$ 29,652,000.00	\$ 66,546,450.00	\$ 42,735,996.00	0.4665	\$ 19,936,657.53	\$ 42,735,996.00
\$ 39,260,850.00	\$ 29,652,000.00	\$ 68,912,850.00	\$ 40,369,596.00	0.4241	\$ 17,120,649.52	\$ 40,369,596.00
\$ 47,128,800.00	\$ 25,368,000.00	\$ 72,496,800.00	\$ 35,723,088.00	0.3855	\$ 13,772,796.86	\$ 35,723,088.00
\$ 47,128,800.00	\$ 25,368,000.00	\$ 72,496,800.00	\$ 35,723,088.00	0.3505	\$ 12,520,724.41	\$ 35,723,088.00
\$ 29,371,350.00	\$ 12,936,000.00	\$ 42,307,350.00	\$ 16,362,266.25	0.3186	\$ 5,213,522.27	\$ 16,362,266.25
\$ 29,371,350.00	\$ 12,936,000.00	\$ 42,307,350.00	\$ 16,362,266.25	0.2897	\$ 4,739,565.70	\$ 16,362,266.25
\$ 61,920,750.00	\$ 10,920,000.00	\$ 72,840,750.00	\$ -	0.2633	\$ -	\$ -
\$ 4,505,250.00	\$ 840,000.00	\$ 5,345,250.00	\$ -	0.2394	\$ -	\$ -
		\$ 1,126,425,300.00	\$ 888,062,676.00		\$ 207,506,329.91	26.19%

Tabla 14: Cash Flow del Caso 2: Explotación de La Infanta

ño	Toneladas Mena	Toneladas Estéril	Toneladas Totales	Toneladas Acumuladas	Toneladas Eq_Zn	Ingresos (Venta Concentrado)
0	0	0	0	0	0	\$ -
1	63,525.00	412,150.00	475,675.00	475,675.00	12,217.96	\$ 27,490,404.38
2	142,275.00	2,453,100.00	2,595,375.00	3,071,050.00	24,733.65	\$ 55,650,719.25
3	142,800.00	1,973,400.00	2,116,200.00	5,187,250.00	16,715.69	\$ 37,610,291.25
4	180,075.00	2,320,500.00	2,500,575.00	7,687,825.00	15,200.36	\$ 34,200,813.94
5	88,725.00	1,684,800.00	1,773,525.00	9,461,350.00	6,316.07	\$ 14,211,146.25
	617,400.00	8,843,950.00	9,461,350.00		75,183.72	\$ 169,163,375.06

Costes Mina	Costes Planta	Costes Totales	Balance EBITDA	Valor del dinero	VAN	TIR
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	1	\$ -49,853,721.36	\$ -49,853,721.36
\$ 713,512.50	\$ 2,541,000.00	\$ 3,254,512.50	\$ 24,235,891.88	0.9091	\$ 22,032,628.98	\$ 24,235,891.88
\$ 3,893,062.50	\$ 5,691,000.00	\$ 9,584,062.50	\$ 46,066,656.75	0.8264	\$ 38,071,617.15	\$ 46,066,656.75
\$ 3,174,300.00	\$ 5,712,000.00	\$ 8,886,300.00	\$ 28,723,991.25	0.7513	\$ 21,580,759.77	\$ 28,723,991.25
\$ 3,750,862.50	\$ 7,203,000.00	\$ 10,953,862.50	\$ 23,246,951.44	0.6830	\$ 15,877,980.63	\$ 23,246,951.44
\$ 2,660,287.50	\$ 3,549,000.00	\$ 6,209,287.50	\$ 8,001,858.75	0.6209	\$ 4,968,524.72	\$ 8,001,858.75
		\$ 38,888,025.00	\$ 130,275,350.06		\$ 52,677,789.88	51.34%

Tabla 15: Cash Flow del tercer caso de estudio: Explotación de La Romanera y de La Infanta en paralelo

Año	Toneladas Mercurio	Toneladas Estévil	Toneladas Totales	Toneladas Acumuladas	Toneladas Eq. Zn	Ingresos (Venta Concentrada)
0	0	0	0	0	0	\$ -
1	2,579,325.00	21,744,650.00	24,323,975.00	24,323,975.00	176,080.24	\$ 396,180,547.88
2	1,368,675.00	16,330,600.00	17,699,275.00	42,023,250.00	99,535.32	\$ 223,954,463.25
3	1,898,400.00	28,960,900.00	30,859,300.00	72,882,550.00	121,878.23	\$ 274,226,006.25
4	1,440,075.00	24,655,500.00	26,095,575.00	98,978,125.00	83,815.51	\$ 188,584,896.94
5	1,327,725.00	28,693,966.67	30,021,691.67	128,999,816.67	73,866.35	\$ 166,199,276.25
6	1,239,000.00	27,009,166.67	28,248,166.67	157,247,983.33	67,550.28	\$ 151,988,130.00
7	1,239,000.00	27,094,166.67	28,333,166.67	185,581,150.00	67,550.28	\$ 151,988,130.00
8	741,300.00	23,855,000.00	24,596,300.00	210,177,450.00	48,569.98	\$ 109,282,446.00
9	741,300.00	25,432,600.00	26,173,900.00	236,351,350.00	48,569.98	\$ 109,282,446.00
10	634,200.00	30,785,000.00	31,419,200.00	267,770,550.00	48,097.73	\$ 108,219,888.00
11	634,200.00	30,785,000.00	31,419,200.00	299,189,750.00	48,097.73	\$ 108,219,888.00
12	323,400.00	19,257,500.00	19,580,900.00	318,770,650.00	26,075.39	\$ 58,669,616.25
13	323,400.00	19,257,500.00	19,580,900.00	338,351,550.00	26,075.39	\$ 58,669,616.25
14	273,000.00	41,007,500.00	41,280,500.00	379,632,050.00	22,723.76	\$ 51,128,469.00
15	21,000.00	2,982,500.00	3,003,500.00	382,635,550.00	1,132.74	\$ 2,548,665.00
	14,784,000.00	367,851,550.00	382,635,550.00		959,618.88	\$ 2,159,142,485.06

Costes Mina	Costes Planta	Costes Totales	Balance EBITDA	Valor del dinero	VAN	TIR
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	1.000	\$ -408,599,935.41	\$ -408,599,935.41
\$ 36,485,962.50	\$ 103,173,000.00	\$ 139,658,962.50	\$ 256,521,585.38	0.909	\$ 233,201,441.25	\$ 256,521,585.38
\$ 26,548,912.50	\$ 54,747,000.00	\$ 81,295,912.50	\$ 142,658,550.75	0.826	\$ 117,899,628.72	\$ 142,658,550.75
\$ 46,288,950.00	\$ 75,936,000.00	\$ 122,224,950.00	\$ 152,001,056.25	0.751	\$ 114,200,643.31	\$ 152,001,056.25
\$ 39,143,362.50	\$ 57,603,000.00	\$ 96,746,362.50	\$ 91,838,534.44	0.683	\$ 62,726,954.74	\$ 91,838,534.44
\$ 45,032,537.50	\$ 53,109,000.00	\$ 98,141,537.50	\$ 68,057,738.75	0.621	\$ 42,258,501.19	\$ 68,057,738.75
\$ 42,372,250.00	\$ 49,560,000.00	\$ 91,932,250.00	\$ 60,055,880.00	0.564	\$ 33,899,978.61	\$ 60,055,880.00
\$ 42,499,750.00	\$ 49,560,000.00	\$ 92,059,750.00	\$ 59,928,380.00	0.513	\$ 30,752,734.71	\$ 59,928,380.00
\$ 36,894,450.00	\$ 29,652,000.00	\$ 66,546,450.00	\$ 42,735,996.00	0.467	\$ 19,936,657.53	\$ 42,735,996.00
\$ 39,260,850.00	\$ 29,652,000.00	\$ 68,912,850.00	\$ 40,369,596.00	0.424	\$ 17,120,649.52	\$ 40,369,596.00
\$ 47,128,800.00	\$ 25,368,000.00	\$ 72,496,800.00	\$ 35,723,088.00	0.386	\$ 13,772,796.86	\$ 35,723,088.00
\$ 47,128,800.00	\$ 25,368,000.00	\$ 72,496,800.00	\$ 35,723,088.00	0.350	\$ 12,520,724.41	\$ 35,723,088.00
\$ 29,371,350.00	\$ 12,936,000.00	\$ 42,307,350.00	\$ 16,362,266.25	0.319	\$ 5,213,522.27	\$ 16,362,266.25
\$ 29,371,350.00	\$ 12,936,000.00	\$ 42,307,350.00	\$ 16,362,266.25	0.290	\$ 4,739,565.70	\$ 16,362,266.25
\$ 61,920,750.00	\$ 10,920,000.00	\$ 72,840,750.00	\$ -	0.263	\$ -	\$ -
\$ 4,505,250.00	\$ 840,000.00	\$ 5,345,250.00	\$ -	0.239	\$ -	\$ -
		\$ 1,165,313,325.00	\$ 1,018,338,026.06		\$ 299,643,863.42	33.86%

Tabla 16: Cash Flow del cuarto caso de estudio: Explotación de La Romanera y La Infanta secuencialmente

Año	Toneladas Mena	Toneladas Estéril	Toneladas Totales	Toneladas Acumuladas	Toneladas Eq. Zn	Ingresos (Venta Concentrado)
0	0	0	0	0	0	\$ -
1	2,515,800.00	21,332,500.00	23,848,300.00	23,848,300.00	163,862.29	\$ 368,690,143.50
2	1,226,400.00	13,877,500.00	15,103,900.00	38,952,200.00	74,801.66	\$ 168,303,744.00
3	1,755,600.00	26,987,500.00	28,743,100.00	67,695,300.00	105,162.54	\$ 236,615,715.00
4	1,260,000.00	22,335,000.00	23,595,000.00	91,290,300.00	68,615.15	\$ 154,384,083.00
5	1,239,000.00	27,009,166.67	28,248,166.67	119,538,466.67	67,550.28	\$ 151,988,130.00
6	1,239,000.00	27,009,166.67	28,248,166.67	147,786,633.33	67,550.28	\$ 151,988,130.00
7	1,239,000.00	27,094,166.67	28,333,166.67	176,119,800.00	67,550.28	\$ 151,988,130.00
8	741,300.00	23,855,000.00	24,596,300.00	200,716,100.00	48,569.98	\$ 109,282,446.00
9	741,300.00	25,432,600.00	26,173,900.00	226,890,000.00	48,569.98	\$ 109,282,446.00
10	634,200.00	30,785,000.00	31,419,200.00	258,309,200.00	48,097.73	\$ 108,219,888.00
11	634,200.00	30,785,000.00	31,419,200.00	289,728,400.00	48,097.73	\$ 108,219,888.00
12	323,400.00	19,257,500.00	19,580,900.00	309,309,300.00	26,075.39	\$ 58,669,616.25
13	323,400.00	19,257,500.00	19,580,900.00	328,890,200.00	26,075.39	\$ 58,669,616.25
14	617,400.00	8,843,950.00	9,461,350.00	338,351,550.00	75,183.72	\$ 169,163,375.06
	14,490,000.00	323,861,550.00	338,351,550.00		935,762.38	\$ 2,105,465,351.06
Costes Mina	Costes Planta	Costes Totales	Balance EBITDA	Valor del dinero	VAN	TIR
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	1.000	\$ -383,980,858.54	\$ -383,980,858.54
\$ 35,772,450.00	\$ 100,632,000.00	\$ 136,404,450.00	\$ 232,285,693.50	0.909	\$ 211,168,812.27	\$ 232,285,693.50
\$ 22,655,850.00	\$ 49,056,000.00	\$ 71,711,850.00	\$ 96,591,894.00	0.826	\$ 79,828,011.57	\$ 96,591,894.00
\$ 43,114,650.00	\$ 70,224,000.00	\$ 113,338,650.00	\$ 123,277,065.00	0.751	\$ 92,619,883.55	\$ 123,277,065.00
\$ 35,392,500.00	\$ 50,400,000.00	\$ 85,792,500.00	\$ 68,591,583.00	0.683	\$ 46,848,974.11	\$ 68,591,583.00
\$ 42,372,250.00	\$ 49,560,000.00	\$ 91,932,250.00	\$ 60,055,880.00	0.621	\$ 37,289,976.47	\$ 60,055,880.00
\$ 42,372,250.00	\$ 49,560,000.00	\$ 91,932,250.00	\$ 60,055,880.00	0.564	\$ 33,899,978.61	\$ 60,055,880.00
\$ 42,499,750.00	\$ 49,560,000.00	\$ 92,059,750.00	\$ 59,928,380.00	0.513	\$ 30,752,734.71	\$ 59,928,380.00
\$ 36,894,450.00	\$ 29,652,000.00	\$ 66,546,450.00	\$ 42,735,996.00	0.467	\$ 19,936,657.53	\$ 42,735,996.00
\$ 39,260,850.00	\$ 29,652,000.00	\$ 68,912,850.00	\$ 40,369,596.00	0.424	\$ 17,120,649.52	\$ 40,369,596.00
\$ 47,128,800.00	\$ 25,368,000.00	\$ 72,496,800.00	\$ 35,723,088.00	0.386	\$ 13,772,796.86	\$ 35,723,088.00
\$ 47,128,800.00	\$ 25,368,000.00	\$ 72,496,800.00	\$ 35,723,088.00	0.350	\$ 12,520,724.41	\$ 35,723,088.00
\$ 29,371,350.00	\$ 12,936,000.00	\$ 42,307,350.00	\$ 16,362,266.25	0.319	\$ 5,213,522.27	\$ 16,362,266.25
\$ 29,371,350.00	\$ 12,936,000.00	\$ 42,307,350.00	\$ 16,362,266.25	0.290	\$ 4,739,565.70	\$ 16,362,266.25
\$ 14,192,025.00	\$ 24,696,000.00	\$ 38,888,025.00	\$ 130,275,350.06	0.263	\$ 34,305,571.34	\$ 130,275,350.06
		\$ 1,087,127,325.00	\$ 1,018,338,026.06		\$ 256,037,000.39	28.48%

Tabla 17: Cash Flow del quinto caso de estudio: Explotación de La Romanera y La Infanta secuencialmente

Año	Toneladas Mena	Toneladas Estéril	Toneladas Totales	Toneladas Acumuladas	Toneladas Eq_Zn	Ingresos (Venta Concentrado)
0	0	0	0	0	0	\$ -
1	2,515,800.00	21,332,500.00	23,848,300.00	23,848,300.00	163,862.29	\$ 368,690,143.50
2	1,226,400.00	13,877,500.00	15,103,900.00	38,952,200.00	74,801.66	\$ 168,303,744.00
3	1,755,600.00	26,987,500.00	28,743,100.00	67,695,300.00	105,162.54	\$ 236,615,715.00
4	1,260,000.00	22,335,000.00	23,595,000.00	91,290,300.00	68,615.15	\$ 154,384,083.00
5	1,239,000.00	27,009,166.67	28,248,166.67	119,538,466.67	67,550.28	\$ 151,988,130.00
6	1,239,000.00	27,009,166.67	28,248,166.67	147,786,633.33	67,550.28	\$ 151,988,130.00
7	1,239,000.00	27,094,166.67	28,333,166.67	176,119,800.00	67,550.28	\$ 151,988,130.00
8	741,300.00	23,855,000.00	24,596,300.00	200,716,100.00	48,569.98	\$ 109,282,446.00
9	741,300.00	25,432,600.00	26,173,900.00	226,890,000.00	48,569.98	\$ 109,282,446.00
10	634,200.00	30,785,000.00	31,419,200.00	258,309,200.00	48,097.73	\$ 108,219,888.00
11	634,200.00	30,785,000.00	31,419,200.00	289,728,400.00	48,097.73	\$ 108,219,888.00
12	323,400.00	19,257,500.00	19,580,900.00	309,309,300.00	26,075.39	\$ 58,669,616.25
13	617,400.00	8,843,950.00	9,461,350.00	318,770,650.00	75,183.72	\$ 169,163,375.06
	14,166,600.00	304,604,050.00	318,770,650.00		909,686.99	\$ 2,046,795,734.81
Costes Mina	Costes Planta	Costes Totales	Balance EBITDA	Valor del dinero	VAN	TIR
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	1	\$ -390,596,774.28	\$ -390,596,774.28
\$ 35,772,450.00	\$ 100,632,000.00	\$ 136,404,450.00	\$ 232,285,693.50	0.909	\$ 211,168,812.27	\$ 232,285,693.50
\$ 22,655,850.00	\$ 49,056,000.00	\$ 71,711,850.00	\$ 96,591,894.00	0.826	\$ 79,828,011.57	\$ 96,591,894.00
\$ 43,114,650.00	\$ 70,224,000.00	\$ 113,338,650.00	\$ 123,277,065.00	0.751	\$ 92,619,883.55	\$ 123,277,065.00
\$ 35,392,500.00	\$ 50,400,000.00	\$ 85,792,500.00	\$ 68,591,583.00	0.683	\$ 46,848,974.11	\$ 68,591,583.00
\$ 42,372,250.00	\$ 49,560,000.00	\$ 91,932,250.00	\$ 60,055,880.00	0.621	\$ 37,289,976.47	\$ 60,055,880.00
\$ 42,372,250.00	\$ 49,560,000.00	\$ 91,932,250.00	\$ 60,055,880.00	0.564	\$ 33,899,978.61	\$ 60,055,880.00
\$ 42,499,750.00	\$ 49,560,000.00	\$ 92,059,750.00	\$ 59,928,380.00	0.513	\$ 30,752,734.71	\$ 59,928,380.00
\$ 36,894,450.00	\$ 29,652,000.00	\$ 66,546,450.00	\$ 42,735,996.00	0.467	\$ 19,936,657.53	\$ 42,735,996.00
\$ 39,260,850.00	\$ 29,652,000.00	\$ 68,912,850.00	\$ 40,369,596.00	0.424	\$ 17,120,649.52	\$ 40,369,596.00
\$ 47,128,800.00	\$ 25,368,000.00	\$ 72,496,800.00	\$ 35,723,088.00	0.386	\$ 13,772,796.86	\$ 35,723,088.00
\$ 47,128,800.00	\$ 25,368,000.00	\$ 72,496,800.00	\$ 35,723,088.00	0.350	\$ 12,520,724.41	\$ 35,723,088.00
\$ 29,371,350.00	\$ 12,936,000.00	\$ 42,307,350.00	\$ 16,362,266.25	0.319	\$ 5,213,522.27	\$ 16,362,266.25
\$ 14,192,025.00	\$ 24,696,000.00	\$ 38,888,025.00	\$ 130,275,350.06	0.290	\$ 37,736,128.47	\$ 130,275,350.06
		\$ 1,044,819,975.00	\$ 1,001,975,759.81		\$ 248,112,076.07	27.73%