

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE
MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN,
NAMORA-CAJAMARCA.**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

Autor:

Bach. Ayay Donato Wilson

Asesor:

M. Cs. Ing. Gonzales Yana Roberto Severino

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN, NAMORA-CAJAMARCA**, realizada por el Bachiller en Ingeniería de Minas **Wilson Ayay Donato** de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor MCs. Roberto Severino Gonzales Yana con el software antiplagio Turnitin que identifica **19% (diecinueve por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:311157603**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 23 de enero del 2024.

Documento firmado digitalmente

Dra. Yvonne Katherine Fernández León
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:
FERNANDEZ LEON Yvonne
Katherine FAU 20148258601 soft
Motivo: Soy el autor del
documento
Fecha: 23/01/2024 19:36:30-0500

Cc.
Archivo
c01524wa

AGRADECIMIENTO

A Dios, por sus infinitas bendiciones, por darme salud de cumplir mi objetivo, de la misma forma de haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida en mi formación profesional.

A la Universidad Nacional de Cajamarca por formarme profesionalmente, así como también a los diferentes docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería de Minas por sus conocimientos brindados.

Al M.Cs. Ing. Roberto Severino Gonzales Yana, por brindarse su apoyo y asistencia en el desarrollo de la presente investigación.

Wilson Ayay D.

DEDICATORIA

A mis padres; Alejandro Ayay de la Cruz y Juana Donato Zambrano, quienes siempre me mostraron su apoyo en mi formación académica y mostrar su confianza en mí.

Wilson Ayay D.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE FOTOS	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II.....	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes teóricos de la investigación.....	3
2.2. Bases Teóricas.....	4
2.2.1. Mineralogía del Manganeso	4
2.2.2. Clasificación mineral del Manganeso	5
2.2.3. Usos del Manganeso.....	12
2.2.4. Mercado del Manganeso	13
2.2.5. Características de la minería de acuerdo a las aportaciones económicas.....	16
2.2.6. Riesgo económico	18
2.2.7. Análisis Económico y Financiero	19
2.3 Definición de términos básicos	26
CAPÍTULO III.....	28
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Ubicación	28
3.1.2. Ubicación Política	28

	Pág.
3.1.3. Accesibilidad.....	28
3.2. Metodología de la Investigación	29
3.2.1. Tipo de la investigación	29
3.2.2. Nivel de la investigación.....	29
3.2.3. Diseño de la investigación.....	29
3.2.4. Método de la investigación	29
3.2.5. Población de Estudio.....	29
3.2.6. Muestra.....	29
3.2.7. Unidad de Análisis	29
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.3.1. Técnicas.....	30
3.3.2. Instrumentos, materiales y equipos	30
3.4. Procedimientos	31
3.4.1. Etapa Preliminar de Gabinete.....	31
3.4.2. Etapa de Campo	31
3.4.3. Etapa Final de Gabinete	31
CAPÍTULO IV.	32
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32
4.1. Evaluación Económica.....	32
4.1.1. Flujo de Caja (CASH FLOW).....	32
4.1.2. Precio.....	35
4.1.3. Canales de Comercialización	35
4.2. Cálculo de las reservas mineras de manganeso mediante Leapfrog Geo.....	35
4.2.1. Cálculo de reserva del manganeso	46
4.3. Propiedades geoquímicas del manganeso	46
4.3.1. Análisis de muestras de manganeso por método analítico.....	46
4.4. Mercado del manganeso.....	47
4.4.1. Mercancía y Origen.....	47
4.4.2. Precio.....	48

	Pág.
CAPÍTULO V.....	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1 CONCLUSIONES	49
5.2 RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Clasificación geoquímica de los depósitos de óxidos de Mn de Nicholson (1992).....	12
Tabla 2: Exportaciones, complejidad económica y complejidad del producto en mineral de manganeso.....	16
Tabla 3: Coordenadas.....	28
Tabla 4: Flujo de caja.....	34
Tabla 5: Puntos de estación de muestreo en el manto y afloramiento	46
Tabla 6: Composición química del mineral	47
Tabla 7: Composición química del manganeso y otros elementos	47
Tabla 8: Porcentajes aceptables para el Mn, sus elementos asociados y la humedad.....	48
Tabla 9: Precio CIF (\$USD) según el porcentaje de Mn	48

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Modelo de un depósito sedimentario de Mn en un lago de agua dulce de ambiente de tundra. (Borchert, 1980).....	6
Figura 2: Modelo de un depósito volcanogénico de Mn (basado en Borchert, 1980)	7
Figura 3: Método de los perfiles o secciones (Minero, 2020).....	25
Figura 4: Se muestra la creación del proyecto en el software Leapfrog Geo.....	36
Figura 5: En la interfaz de Leapfrog vamos a Cross Sections and Contours para realizar la importación de las secciones.	37
Figura 6: En New Cross Section From Image, se realiza la subida de cada sección.	38
Figura 7: Se realiza el cargo de las secciones para georreferenciaciones.	39
Figura 8: Vista de perfil de las secciones luego de ser georreferenciadas	40
Figura 9: Creación del modelo geológico	41
Figura 10: Se crea la sección de Marga usando polilínea	42
Figura 11: Se crean las tres litologías (arenisca, manganeso y marga).....	43
Figura 12: Generamos los volúmenes para cada litología.....	44
Figura 13: Cálculo del volumen del manganeso	45

ÍNDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1: Punto de muestra obtenida de uno de los afloramientos de Mn mediante el método de canales, consta de realizar el muestreo en base a un canal de mineralización.....	57
Foto 2: Punto de muestreo obtenida de uno de los afloramientos de Mn mediante el método de puntos o rock chips, consta de realizar el muestreo en diferentes puntos de mineralización.....	57
Foto 3: Sección tomando rumbo y buzamiento para poder realizar el cálculo de reservas mediante el método de secciones	58
Foto 4: Levantamiento topográfico utilizando dron modelo PHANTHOM 4 PRO	58

LISTA DE ABREVIATURAS

CAGR	: Tasa de crecimiento anual compuesto
CIF	: Costo, Seguro y Flete
Cm	: Centímetros
Cp	: Costo de producción
Lm	: Ley de mineral
Hda	: Hacienda
IGAFON	: Instrumento de Gestión Ambiental y Fiscalización para la Formalización de Actividades de Pequeña Minería y Minería Artesanal.
K	: Mil
Km	: Kilómetros
Vm	: Valor del mineral
m ²	: Metros Cuadrados
m ³	: Metros Cúbicos
Mtu	: Unidad de Tonelada Métrica
Oz	: Onza
PIB	: Producto Interno Bruto
Tm	: Tonelada Métrica
USD	: Dólar Estadounidense
Tn	: Tonelada
Lme	: Ley mínima explotable
Pn	: Precio neto pagable
R	: Recuperación metalúrgica del mineral

RESUMEN

La evaluación económica para la explotación de Manganeseo en la Concesión San Jorge de Chuchun, Namora-Cajamarca, dicha investigación es importante ya que el crecimiento hoy en día en la explotación de minería no metálica se expandido a gran escala y si no se realiza una adecuada evaluación económica, muchas veces estos emprendimientos quiebran, es por ello que se realizó la evaluación económica y el cálculo de reservas por medio del software Leapfrog tiene 24478 Tm, además con el fin de ver la calidad del material se realizó el análisis de 10 muestras tomadas por el método de muestreo Rock Chips y canales, así mismo se realizó el cálculo del Cash Flow, y el cálculo del Payback para ver el tiempo de recuperación de la inversión y poder ver si la concesión es viable o no, el estudio tuvo un enfoque cualitativo, fue de tipo aplicado, de alcance correlacional y de diseño no experimental. Para la concesión se realizó el cartografiado, alteración, estructural y mineralización; identificándose superficialmente rocas de areniscas compactas y granulares, los cuales corresponden a la Formación Farrat, también, se observa la alteración supérgena (meteorización) por tener arenisca muy deleznable y presencia de óxidos; estructuralmente la roca caja tiene una orientación de SE-NW al igual que el aporte del manganeseo y con las secciones se determinó la potencia de la mineralización de Mn. Por último, se evaluó el mercado de manganeseo, en efecto las muestras obtenidas de manganeseo de 40% resulta comercializable.

Palabras Claves: Evaluación económica, potencial, calidad y manganeseo.

ABSTRACT

The economic evaluation for the exploitation of Manganese in the San Jorge de Chuchun Concession, Namora-Cajamarca, said research is important since the growth today in the exploitation of non-metallic mining has expanded on a large scale and if an adequate economic evaluation, many times these enterprises go bankrupt, that is why the economic evaluation and calculation of reserves was carried out through the Leapfrog software. It has 24,478 Tm, in addition, in order to see the quality of the material, the analysis of 10 samples taken was carried out. by the Rock Chips and canales sampling method, the calculation of the Cash Flow was also carried out, and the calculation of the Payback to see the recovery time of the investment and to be able to see if the concession is viable or not, the study had a qualitative, it was applied, correlational in scope and non-experimental in design. For the concession, mapping, alteration, structural and mineralization was carried out; superficially identifying compact and granular sandstone rocks, which correspond to the Farrat Formation, also, the supergene alteration (weathering) is observed due to having very crumbly sandstone and the presence of oxides; Structurally, the box rock has a SE-NW orientation as does the manganese contribution and with the sections the power of the Mn mineralization was determined. Finally, the manganese market was evaluated, in fact the samples obtained of 40% manganese are marketable.

Key Words: Economic evaluation, potential, quality and manganese

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

El estudio de la evaluación económica de proyectos mineros no sería muy efectivo al menos que tengamos un conocimiento apropiado de la minería y de sus disciplinas asociadas, por ello nos deberíamos realizar una buena evaluación económica para la explotación del mineral ya que con ello nos permitirá determinar la viabilidad de la explotación, también poder calcular las reservas que nos permite ver la viabilidad del proceso de explotación del proyecto, para luego poder establecer el flujo de caja correspondiente que nos podrá brindar claridad para la implementación del proyecto, posteriormente a los resultados del análisis muestrario que brinda información de las propiedades geoquímicas del yacimiento que indica la calidad de la ley del mineral.

La evaluación económica de un proyecto minero es un requisito previo esencial para presentar la empresa a sus accionistas y determinar su futura inversión en el desarrollo y preparación de la mina. Por otro lado, los titulares de proyectos mineros deben proporcionar la información geológica, minera y metalúrgica recopilada. También sabemos que la ley peruana nos obliga a saber qué piensan las comunidades aledañas sobre los posibles proyectos mineros en su área.

De esta manera, se proporciona información útil que también servirá como evaluación de la viabilidad del proyecto. Además, sabemos que los pequeños mineros y artesanos muchas veces no cuentan con una política de inversión para la exploración de yacimientos y sus posteriores evaluaciones técnicas y económicas, por considerar estos costos elevados e innecesarios, teniendo en cuenta todo ello nos podemos plantear la siguiente pregunta. ¿Cuál es la evaluación económica para la explotación de manganeso en la concesión San Jorge de Chuchun, Namora-Cajamarca?

Por ello, como resultado de la investigación de la evaluación de estas exploraciones, obtendremos nueva información, recursos y reservas minerales del manganeso y análisis de evaluación económica, aproximación y simplificación para determinar el tipo de yacimiento y su génesis, proporcionando una mejor claridad en la toma de decisiones en cuanto al desarrollo de proyectos mineros económicamente viables.

Por este motivo se puede dar una propuesta de evaluación económica para aprovechar todos los recursos minerales.

Posteriormente, se presenta como objetivo general realizar la evaluación económica para la explotación de Manganeso en la Concesión San Jorge de Chuchun, Namora-Cajamarca y como objetivos específicos, calcular las reservas minerales de manganeso mediante software Leapfrog Geo, evaluar económicamente el yacimiento de manganeso mediante el modelo de CASH FLOW, determinar las propiedades geoquímicas del manganeso en un laboratorio certificado para determinar su calidad, determinar el mercado que dicho producto tiene a nivel nacional e internacional para establecer sus canales de distribución y comercialización.

Los contenidos de los capítulos se detallan a continuación. En el capítulo I, se describe la Introducción, incluyendo dentro el planteamiento del problema, hipótesis, justificación, delimitación y los objetivos de la investigación. En el capítulo II, se destaca el marco teórico de la investigación teniendo en cuenta las bases teóricas de diferentes fuentes y autores, y definimos términos básicos para servir mejor a nuestra comprensión de la investigación. En el capítulo III, la descripción de los materiales y métodos que se utilizaron en esta investigación dando inicio con la ubicación geográfica, accesibilidad, los procedimientos de gabinete y campo, así también, la geología local estructural del yacimiento y la evaluación técnica de la estructura mineralizada manganeso, para poder determinar el método de explotación. En el capítulo IV, analizó y discutió los resultados de la presente investigación tanto de la evaluación económica para poder contrastar nuestra hipótesis. En el capítulo V, se presenta las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos de la investigación

Galo (2012), en su tesis titulada: “Modelo de Costos para la Valorización de Planes Mineros”, concluye que se verifica la importancia de la etapa de diseño minero ya que es fundamental poder tener los mejores diseños mineros porque estos impactarán directamente en el valor del costo, este varía en el tiempo en cerca de un 20% respecto del valor medio usado en un principio, es fundamental revisar esta estimación para entender así el beneficio esperado del negocio, también que pueden ser utilizados para posteriores diseños de fases con el fin de minimizar el costo de mina asociado a transporte, que en la mina en estudio es aproximadamente el 45% del costo mina total.

Milthon (2015), en su tesis titulada: “Planificación Minera en Mina Pucamarca de Minsur S.A.”, se concluyó que, el valor de las reservas de la Mina Pucamarca con la nueva planificación incremento de 178 millones de dólares en el año 2012 a 235 millones de dólares, una vida útil de 10 años contados a partir del 2013 con una producción diaria de 17,500 toneladas por día de mineral, la relación desmonte mineral es de 0,32 con una producción anual promedio de 80,000 Oz de oro. Actualmente la producción tiene un ritmo de producción de 17,500 toneladas por día de mineral; los resultados operativos indicarían una alta probabilidad de lograr una producción de 21,000 toneladas diarias de mineral.

Martínez & Chuctaya (2020), en su tesis “Estudio Geológico para Determinar el Potencial de Manganeso en la Concesión San Jorge De Chuchun, Distrito De Namora, Cajamarca-2020” calcula las leyes de manganeso a nivel de exploración, con 32% en afloramientos y en el mismo manto una ley promedio de 41%, lo que indica que el mineral es comercializable. Además, revela que la única limitante para su comercialización es el % de humedad de 16.8%, el cual sobrepasa del límite máximo que es 8%.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Mineralogía del Manganeso

La mineralogía del manganeso es complicada por la formación de muchos óxidos e hidróxidos, donde a menudo se produce la sustitución de Mn^{+2} y Mn^{+3} por Mn^{+4} . Una vez que el número de oxidación de suficientes iones ha cambiado, la estructura se vuelve inestable y se forma una nueva fase. Las sustituciones provocan cambios en la longitud media del enlace Mn-O seguidos de cambios en el tamaño de la celda unitaria e implican alguna sustitución de O^{2-} por OH para lograr la neutralidad de carga (Curia, 2010).

Dada la importante variabilidad tanto en el número de oxidación del manganeso como en el contenido en cationes, es difícil dar una fórmula para la composición de cada mineral. La mayoría de ellos son compuestos no estequiométricos, y dentro de la cantidad total cada elemento puede variar dentro de ciertos límites.

El mineral más común es la pirolusita (MnO_2). Siendo otros minerales de interés: hausmannita, birnesita, bixbyita, criptomelano, groutita, manganosita, todorokita, rodocrosita ($MnCO_3$) (Cespón, 2007).

Hausmannita (Mn_3O_4). Este óxido presenta una estructura de espinela distorsionada, $[Mn^{+2}(Mn^{2+3})O_4]$, donde los cationes Mn^{+2} ocupan sitios tetraédricos y los cationes Mn^{+3} sitios octaédricos. Hay 32 oxígenos y 24 cationes en la celda unidad de la estructura de espinela con los octaedros Mn^{+3} distorsionados. A altas temperaturas cambia a la forma de espinela cúbica. α - Mn_2O_3 . Este óxido presenta una estructura cristalina semejante al mineral bixbyita $[(Mn,Fe)_2O_3]$. Los átomos de manganeso se encuentran en dos diferentes sitios octaédricos, posee cuatro enlaces Mn-O cortos, y dos más largos.

Pirolusita (β - MnO_2). En la naturaleza se encuentran varios óxidos de manganeso, pero, como fuente del metal, la pirolusita es la más importante de todos. Generalmente se sintetiza a partir de la descomposición térmica de $Mn(NO_3)_2$ a $180^\circ C$ durante 48 horas.

Es el polimorfo del MnO_2 más estable termodinámicamente y más abundante. Posee una red tetragonal, tipo rutilo, formada por cadenas infinitas de octaedros de MnO_6 unidos por los vértices. En la pirolusita un octaedro de una capa se une por los vértices a octaedros de otras capas,

generando túneles de dimensión 1x1 demasiados pequeños como para acomodar otras especies químicas, por lo que los análisis químicos demuestran que la composición es muy cercana a MnO₂.

Ramsdelita (R-MnO₂). En este óxido, los octaedros se hallan unidos de a dos por los lados y estos unidos a otros dos octaedros por el vértice. Los túneles generalmente se encuentran vacíos, pero en algunas ocasiones pueden contener pequeñas cantidades de moléculas de H₂O.

La ramsdellita es un mineral relativamente raro, que naturalmente se encuentra asociado o impurificado con pirolusita (7). Puede ser preparada a partir de la hidrólisis ácida a 90°C de las espinelas LiMn₂O₄ y Li₂Mn₄O₉. Nsutita (γ-MnO₂). (Curia, 2010)

Óxidos de manganeso como catalizadores

Los óxidos de manganeso son baratos y no tóxicos, por lo que existe un gran interés científico en su uso en catálisis heterogénea, remediación de sitios contaminados y tecnología de baterías. En general, los MnO_x son compuestos que contienen oxígenos de red lábiles en sus estructuras. Sus propiedades catalíticas son atribuidas a la capacidad del manganeso para formar óxidos con variados estados de oxidación (MnO₂, Mn₂O₃, Mn₃O₄, Mn₅O₈, MnO), y a su capacidad de almacenamiento de oxígeno en la red cristalina.

Debido a la labilidad de su enlace con el oxígeno, el Mn es capaz de actuar tanto como agente reductor $Mn^{+2} \rightarrow Mn^{+3} + e^- \rightarrow Mn^{+4} + e^-$ o como agente oxidante $Mn^{+4} + e^- \rightarrow Mn^{+3} + e^- \rightarrow Mn^{+2}$ actuando en ambos como un componente activo en el sistema REDOX. (Curia, 2010)

2.2.2. Clasificación mineral del Manganeso

2.2.2.1. Clasificaciones generales de los depósitos de manganeso

Existen diferentes clasificaciones de depósitos de manganeso basadas en diferentes criterios por diferentes autores. Este hecho dificulta la formación de una distribución uniforme de diferentes depósitos de manganeso. Básicamente, hay dos clasificaciones globales en las que muchos autores están de acuerdo.

1) basada en las características genéticas de los depósitos (p.e., Rakhmanov, 1967; Borchert, 1980; Varentsov y Rakhmanov, 1980).

2) basada en la estructura y la litología encajonante (p.e., Shatsky, 1954; GonzálezReyna, 1956; Mapes, 1956; Roy, 1969).

Recientemente se ha utilizado una clasificación de depósitos de mineral de manganeso por criterios geoquímicos y se basa en evidencia mineralógica y geoquímica para distinguir entre tipos de depósitos genéticos. La evidencia de esto proviene de la caracterización de varios depósitos en todo el mundo, agrupaciones estadísticas de depósitos similares y experimentos. (Cruz, 2016)

2.2.2.2. Clasificación genética

I. Depósitos sedimentarios (acumulaciones de manganeso en cuencas sedimentarias):

Los depósitos sedimentarios en sí mismos se caracterizan por su exogenidad, corteza meteorizada y el hecho de que están asociados con los procesos de erosión y diagénesis de las rocas. (Cruz, 2016)

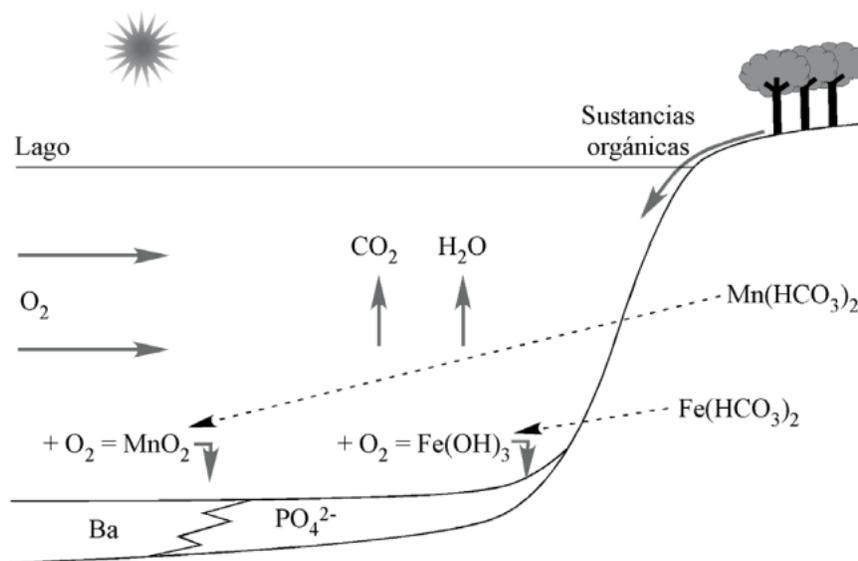


Figura 1: Modelo de un depósito sedimentario de Mn en un lago de agua dulce de ambiente de tundra. (Borchert, 1980)

II. Depósitos hidrotermales:

Se caracterizan por su disposición en vetas, stockworks y brechas mineralizadas, y porque la mineralización se forma a partir de soluciones hidrotermales ricas en manganeso. Este tipo de yacimientos incluye los depósitos fósiles y actuales formados a partir de manantiales termales (o “hot springs”), tanto en los continentes como en el piso oceánico (volcanogénicos y sedimentario-exhalativos); en dorsales oceánicas, en arcos de islas y en relación a vulcanismo de intraplaca oceánica (Smirnov, 1982). (Cruz, 2016)

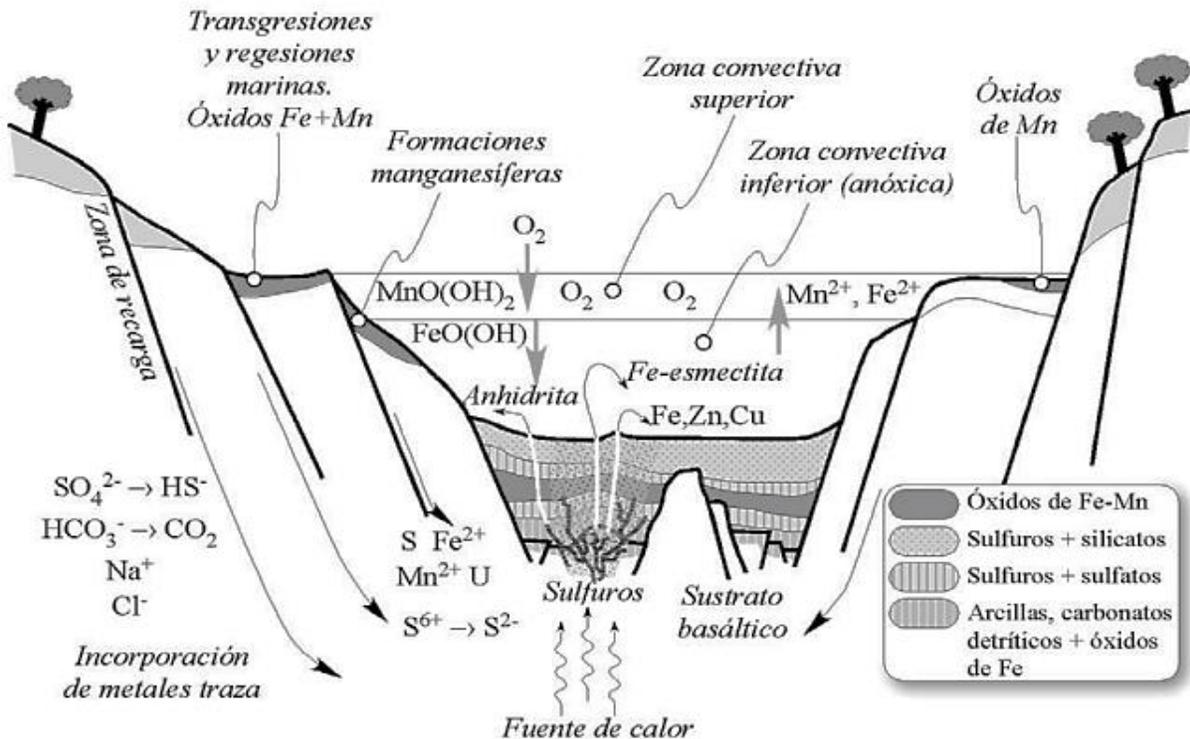


Figura 2: Modelo de un depósito volcánico de Mn (basado en Borchert, 1980)

III. Depósitos metamorfizados:

No pueden ser considerados productos metamórficos ya que son el resultado del metamorfismo regional o de contacto de secuencias sedimentarias con mineralización de Mn preexistente. Es el caso del distrito minero de Postmasbury, en Sudáfrica, cuyos depósitos de Mn se encuentran en pizarras y cuarcitas, y están constituidos por pirolusita, psilomelana, polianita, braunita, barita, bixbyíta y jacobsita. Estos dos últimos minerales son producto del metamorfismo de la criptomelana, la pirolusita y la birnessita (Roy, 1981). (Cruz, 2016)

IV. Depósitos de Intemperismo:

Son depósitos residuales o resultado de filtraciones (lateritas, productos de lixiviación intensa, etc.). Se originan en climas tropicales, a partir de rocas con altos contenidos en Mn. Como ejemplo se pueden mencionar a los nódulos y películas de Fe-Mn, que se producen en suelos que presentan periodos alternantes de humedad y sequía (Aguilar et al., 2010).

2.2.2.3. Clasificación de depósitos de Mn basado en sus características genéticas y litológicas (Borchert, 1980, Edición especial de la UNESCO)

Tipo I: Enriquecimiento de manganeso de Gonditas en conexión con lateritas

Se forman en condiciones subtropicales cuando la meteorización afecta a los esquistos de escudo precámbricos y degrada los silicatos endógenos. La formación de óxidos de manganeso en estas condiciones se debe principalmente al levantamiento del Escudo Precámbrico combinado con lluvia y sequía durante miles o millones de años. (Borchert, 1970). Tal es el caso de las lateritas ricas en Mn de Minas Gerais, Brasil (Borchert, 1980).

Tipo II: Enriquecimiento de manganeso en lateritas por intemperismo de rocas ultrabásicas

Se trata de depósitos de escasas dimensiones, en comparación con el tipo de enriquecimiento de manganeso de Gonditas.

Tipo III: Nikopol (Chiatura)

En los alrededores del Mar Negro existen muchos depósitos de manganeso de grandes dimensiones encajonados en areniscas, calizas y lutitas bituminosas con pirita, p.e., Nikopol en Ucrania, Chiatura en Georgia, y Thrakia en Turquía (Shatsky, 1954; Varentsov y Rakhmanov, 1980).

Tipo IV: Nódulos de manganeso

Los nódulos de manganeso son concreciones de óxidos de manganeso y otros metales con un diámetro promedio de 0,5 a 3 cm que se presentan desde el medio marino hasta profundidades superiores a los 6.000 m. Estos nódulos han sido estudiados desde la década de 1960, especialmente en la Zona de Clarion-Clipperton, en el noreste del Océano Pacífico. Los minerales que componen los nódulos son, entre otros: vanadita, birnessita, manganita, todorokita, nsutita, pirolusita,

criptomelana, psilomelana, rancieita, ferrihidrita, goethita, akaganeita, lepidocrocita, ferroxihita, hematites, maghemita y magnetita, además de cuarzo, feldespatos, barita y arcillas (Borchert, 1980; Morgan, 2000). Estas concreciones son particularmente interesantes por su alto contenido en metales básicos, Ni y Co (Schweisfurth, 1971). La geoquímica de oxidación-reducción del manganeso en los sistemas acuosos rige la acumulación de estos depósitos. Se han propuesto diversas teorías para explicar la formación de los distintos tipos de nódulos; las dos más aceptadas son las siguientes (Autoridad Internacional de los Fondos Marinos, 2005):

1) Teoría hidrogenética, los nódulos se forman mediante un proceso lento de precipitación de los componentes metálicos a partir de agua de mar.

2) Teoría diagenética, el Mn precipita en la interfase agua-sedimento.

Tipo V: Depósitos submarinos de manganeso en lutitas-pedernal-lavas espilíticas

Estos depósitos están estrechamente asociados a flujos de lavas espilíticas y tobas. Son similares a los depósitos volcanogénicos.

Tipo VI: Depósitos de intraplaca continental en conexión con magmatismo inicial basáltico

Incluye depósitos hidrotermales de diversa naturaleza en relleno de fracturas:

1) Vetas de siderita manganesífera, con más de 7% de Mn, (p.e., Siegerland, Alemania),

2) vetas casi superficiales, con minerales de mena derivados del MnO₂, especialmente manganita y hausmannita.

3) vetas asociadas a andesitas, de óxidos de Mn con barita (Borchert, 1970). Estos depósitos, además de Mn, pueden contener Cu, Zn y Pb.

El proceso primario causante del enriquecimiento en Mn es la cristalización fraccionada de magmas basálticos (Borchert, 1970 y 1980).

Tipo VII: Enriquecimiento de Mn en conexión con magmatismo ácido

Incluye depósitos en pegmatitas, con fosfatos de Fe-Mn como la litiofilita LiMnPO_4 y la trifilita LiFePO_4 , los cuales son producto de una cristalización tardía del fundido pegmatítico (Borchert, 1970). Además, incluye algunos depósitos magmáticos de mayor profundidad, en los que se deposita wolframita $(\text{Fe,Mn})\text{WO}_4$ (Gundlach y Thormann, 1960).

Tipo VIII: Reemplazamiento metasomático

Incluye numerosos depósitos de poco tonelaje de Fe-Mn, por ejemplo los del Macizo de Renania, en Alemania. Se forman a partir de soluciones hidrotermales mediante procesos de reemplazamiento metasomático de rocas carbonatadas (Borchert, 1970).

Tipo IX: Series transgresivas tipo Postmasburg (Sudáfrica)

En el distrito de Postmasburg, en un ambiente geológico de escudo, la sedimentación de secuencias transgresivas con potentes niveles de plataforma generó una zona enriquecida en Mn (Borchert, 1980).

Tipo X: Yacimientos en lagos y pantanos de la tundra

El intemperismo de rocas en ambientes de tundra, especialmente en el norte de Rusia, provoca la movilización del Mn y del Fe hacia lagos y pantanos, donde estos elementos se separan debido a la oxidación de materia orgánica, precipitando en forma de geles (Borchert, 1970).

Los depósitos de geles pueden generar óxidos de Mn (Rakhmanov, 1967). (Cruz, 2016)

2.2.2.4. Clasificación litológica de los yacimientos de manganeso

Esta clasificación se basa en las características generales de la mineralización y de la roca encajonante (Routhier, 1963; Fernández del Olmo, 1980). Incluye las siguientes categorías:

- I.** Depósitos de óxidos y carbonatos de Mn en la base de series transgresivas con sílice dominante. Por ejemplo, el Distrito Molango en Hidalgo (Alexandri et al., 1985; Alexandri y Martínez, 1986; Okita, 1992).
- II.** Depósitos de óxidos de Mn asociados a cambios de facies verticales en series transgresivas. Por ejemplo, Imini, en Marruecos (Routhier, 1963).
- III.** Depósitos en formaciones carbonatadas. Por ejemplo, región de Dinamita en Durango, Buenavista en Guerrero, Guadalcázar en San Luis Potosí, y El Milagro en Coahuila (Rodríguez y Task, 1948).
- IV.** Depósitos en lutitas y en argilitas. Por ejemplo, región de La Colorada en Zacatecas (GonzálezReyna, 1956), y La Patrona en Guanajuato (Rodríguez y Task, 1948).
- V.** Tipo volcanosedimentario. Por ejemplo, Nsuta en Ghana (Mücke et al., 1999), y Autlán en Jalisco y Lucifer en Baja California Sur, México (Freiberg, 1983)
- VI.** Filones con ganga dolomítica en rocas volcánicas. Por ejemplo, Los Borregos, Casa de Janos, Casas Grandes, Satevó, Los Órganos y 7 Tinajas en Chihuahua, y San Miguel el Alto y Mezcala en Jalisco (González-Reyna, 1956; Mapes, 1956).
- VII.** Filones de ganga barítica en rocas volcánicas. Por ejemplo, Talamantes en Chihuahua (Rodríguez y Task, 1948).
- VIII.** Filones intraplutónicos en granitos. Por ejemplo, Butte en Montana (E.U.A.), del Cretácico-Eoceno (Hewett et al., 1956 ; Park, 1956).
- IX.** Cuerpos lenticulares pirometasomáticos en granitos. Por ejemplo, Hei Jun Lin y Tsa lo Chiatu'n en China, del Precámbrico (Borchert, 1980).
- X.** Cuerpos lenticulares periplutónicos en granitos. Por ejemplo, Grenfell en Nueva Gales del Sur (Australia), del Paleozoico (Hewett et al., 1956; Routhier, 1963).
- XI.** Depósitos de silicatos manganesíferos en terrenos metamórficos (ricos en cuarzo). Ejemplos: Madhya Pradesh, Orissa y Bihar en India, Laiiete y Minas Gerais en Brasil, y Jocabeni Sarul Domei en Rumanía (Hewett et al., 1956; Park, 1956).
- XII.** Depósitos de silicatos manganesíferos en terrenos metamórficos (pobres en cuarzo). Ejemplos: Kisenge Kamata en la R.D. del Congo, y Amada (Serra Do Navio) en Brasil (Routhier, 1963). (Cruz, 2016)

2.2.2.5. Clasificación de los depósitos de manganeso por sus características mineralógicas y geoquímicas

La clasificación de los yacimientos de manganeso aplicando criterios geoquímicos fue inicialmente propuesta por Nicholson (1992) para depósitos de óxidos. Esta clasificación se basa en datos mineralógicos y geoquímicos de numerosos depósitos de óxidos de Mn de todo el mundo, en la agrupación estadística de depósitos similares y en la experimentación. Las categorías de depósitos de óxidos de Mn corresponden a los diferentes procesos genéticos de mineralización y, en segundo lugar, a los ambientes deposicionales. Los depósitos de óxidos de Mn formados por procesos supergénicos e hidrotermales se subdividen, por ambiente de formación, en continentales y marinos. En esta clasificación no se incluyen los depósitos metamorfoseados, ya que existe una alteración de la firma mineralógica y/o geoquímica primaria, lo que no permite su empleo para discriminar yacimientos. Para el resto de yacimientos, la mineralogía y la geoquímica de los óxidos permiten diferenciar los diferentes depósitos de manganeso. (Cruz, 2016)

Tabla 1: Clasificación geoquímica de los depósitos de óxidos de Mn de Nicholson (1992)

Supergénico		Hidrotermal	
Continental	Marino	Continental	Marino
Pantanos y suelos	Cortezas	Hot spring	Sedimentario exhalativo
Agua dulce	Estratificado	Vetas	
Intemperismo	Nódulos		
Dudhitas	Sedimentos		

Fuente: Boletín de mineralogía UNAM (2005)

2.2.3. Usos del Manganeso

El manganeso ocurre más comúnmente en la naturaleza como óxidos y sulfuros. Se encuentra en la mayoría de los minerales de hierro. La mayoría de los compuestos de manganeso (II) son solubles en agua. El manganeso se utiliza en la producción de aleaciones de metales ferrosos y no ferrosos, incluida la producción de acero. La fabricación de acero representa del 85% al 95% del mercado de manganeso. La exposición ocupacional proviene de la minería, la fabricación de metal de manganeso y aleaciones metálicas, la fabricación de productos químicos a base de manganeso y la fabricación de hierro, otros procesos de fundición de metales, soldadura, fabricación de baterías, producción y uso de productos agrícolas y seis sectores principales de usuarios. Fabricación de pigmentos, pinturas y vidrio. (DLEP, 2017)

Se utiliza en el proceso de fabricación de pilas secas.

Compuestos como el dióxido de manganeso se emplean como elemento desecante y catalizador para pinturas y barnices.

Sirve para aumentar el octanaje de los combustibles.

Dado que muchos de sus compuestos presentan colores intensos, sirve para fabricar y colorear vidrios y cerámicas. Incluso, se ha llegado a detectar su uso en pinturas rupestres y en vidrios por los egipcios y romanos para darles color.

2.2.4. Mercado del Manganeso

Mundial

Alrededor del 90% de los minerales de manganeso es consumido por la industria siderúrgica, un 1,5% por la metalurgia no férrea y el resto por la industria química, agricultura, pilas secas y piensos. Consecuentemente, el aumento de la producción mundial de acero en 1995 (+ 22,2 Mt) provocó una mayor demanda de manganeso en forma de concentrados y de aleaciones (FeMn, SiMn), acentuada porque el descenso del consumo específico de manganeso por t de acero producida parece haber tocado fondo, al menos en los países occidentales. La producción minera creció un 6,5%, dando lugar a una situación de exceso de oferta, por lo que los precios descendieron por debajo de 2 \$/mtu. (Mordor Intelligence, 2022)

El mercado del manganeso se caracteriza por la fuerte integración minero-transformador, que en el mundo occidental llega ya al 70% (casi el 100% en Sudáfrica), tras la compra del 90% de la francesa SFPO por COMILOG, del 30% de la también francesa SEAS por CVRD y del 50% del grupo Paulista /SIBRA por esta misma empresa minera. En consecuencia, el único gran mercado libre que queda para los minerales es el Sureste asiático y China.

El mercado mundial de manganeso está segmentado por aplicación (aleaciones, dióxido de manganeso electrolítico, metales de manganeso electrolítico y otras aplicaciones), sector de uso final (industrial, construcción, almacenamiento de energía y electricidad, y otros sectores de uso final) y geografía (Asia). Pacífico, América del Norte, Europa, América del Sur y Oriente Medio y África) (Coe, 2010).

Visión general del mercado

Se proyecta que el mercado mundial de manganeso registre una CAGR de más del 4,19% durante el período de pronóstico (2022-2027).

Durante el escenario de pandemia, las actividades de construcción se detuvieron temporalmente durante el cierre impuesto por el gobierno para frenar la propagación de nuevos casos de COVID-19, lo que disminuyó la demanda de acero de la industria de la construcción. Sin embargo, considerando el escenario pospandemia, la industria de la construcción está acelerando el paso y se espera que aumente la demanda del mercado estudiado en los próximos años.

A corto plazo, se espera que la creciente demanda de manganeso en la producción de baterías de iones de litio, debido a la creciente demanda de vehículos eléctricos, impulse el crecimiento del mercado.

Por otro lado, se espera que las condiciones desfavorables que surjan debido al impacto de COVID-19 obstaculicen el crecimiento del mercado.

Se espera que la región de Asia y el Pacífico domine el mercado y también es probable que sea testigo de la CAGR más alta durante el período de pronóstico (2022-2027).

El mercado de manganeso está segmentado por aplicación, sector de uso final y geografía. Por aplicación, el mercado está segmentado en aleaciones, dióxido de manganeso electrolítico, metales de manganeso electrolítico y otras aplicaciones. Por sector de uso final, el mercado está segmentado en industrial, construcción, almacenamiento de energía y electricidad, y otros sectores de uso final. El informe también cubre el tamaño del mercado y las previsiones para el mercado de manganeso en 15 países de las principales regiones. Para cada segmento, el dimensionamiento del mercado y las previsiones se han realizado en función del volumen (Bazán, 2018).

Tendencias clave del mercado

Creciente demanda del sector de la construcción

El manganeso se utiliza en el acero, ya que aumenta la templabilidad y la resistencia a la tracción. Más del 40% del acero producido en el mundo se utiliza en el sector de la construcción, para aplicaciones en edificios (secciones estructurales, barras de refuerzo, productos laminados, acero no estructural y otros), infraestructura y transporte.

El manganeso también actúa como un agente oxidante suave. Los aceros también se utilizan en plataformas petroleras en alta mar, puentes, ingeniería civil y máquinas de construcción, recipientes a presión, centrales eléctricas y centrales hidroeléctricas.

Se estima que la industria de la construcción global será de alrededor de USD 12,9 billones para 2030, impulsada principalmente por países como India, China y Estados Unidos.

La industria de la construcción de China parece inestable ya que el país está lidiando con la crisis de Evergrande (la compañía tiene USD 300 mil millones en pasivos solo a partir de junio de 2021) y no se puede descartar una crisis financiera china en toda regla y una recesión. (Mordor Intelligence, 2022)

En Estados Unidos, el presidente Biden presentó un plan de USD 2 billones en 2021 para revisar y mejorar la infraestructura de la nación, en una industria más ecológica.

Para 2025, se espera que la producción del mercado de la construcción de la India crezca en promedio un 7,1% cada año. Además, se espera que la industria de bienes raíces en India alcance USD 1 billón para 2030 y contribuya al 13% del PIB.

Por lo tanto, se espera que los factores mencionados anteriormente muestren un impacto significativo en el mercado del manganeso en los próximos años. (Mordor Intelligence, 2022)

Manganeso en el Perú

EXPORTACIONES:

En 2020, Perú exportó \$159k en Mineral de manganeso, convirtiéndolo en el exportador número 60 de Mineral de manganeso en el mundo. En el mismo año, Mineral de manganeso fue el producto número 686 más exportado en Perú. El principal destino de Mineral de manganeso exportaciones de Perú son: China (\$101k), Ecuador (\$42,8k), y India (\$15,2k).

Los mercados de exportación de más rápido crecimiento para Mineral de manganeso de Perú Entre 2019 y 2020 fueron Ecuador (\$21k) y India (\$12,5k). (Datawheel, 2020)

IMPORTACIONES:

En 2020, Perú importó \$238k en Mineral de manganeso, convirtiéndose en el importador número 60 de Mineral de manganeso en el mundo. En el mismo año, Mineral de manganeso fue el producto número 976 más importado en Perú. Perú importaciones Mineral de manganeso principalmente de: China (\$102k), India (\$97,5k), México (\$39,2k), y Marruecos (\$46,0). (Datawheel, 2020)

Tabla 2: Exportaciones, complejidad económica y complejidad del producto en mineral de manganeso.

PRECIO DE EXPORTACIÓN DEL MANGANESO 2020		
Exportaciones / Importaciones \$ 159k / \$238k	Complejidad económica de Perú (2020)	Complejidad de producto en mineral de manganeso (2020)
RNK MUNDIAL 60/82	-0,68	-2,44
RNK 686/1116/ RNK MUNDIAL 60/110	RNK 89/127	RNK 1026/1029

Fuente: Datawheel (2020).

2.2.5. Características de la minería de acuerdo a las aportaciones económicas

Se puede destacar resumidamente, algunas características de este tipo de negocios con respecto a las aportaciones económicas:

A) Volumen de inversión

La inversión minera requerida es muy alta. Al igual que con la evolución del mercado, la precisión con la que se conocen los depósitos depende de muchas variables que están fuera de su control y que ciertamente pueden afectar el resultado futuro de su proyecto. Los depósitos suelen ser de baja ley y requieren proyectos más grandes para aprovecharlos, de economías de escala y reducir los costos unitarios de producción. Agregue la mecanización masiva necesaria para reducir las fuertes necesidades de infraestructura (carreteras, servicios públicos, desarrollo de viviendas, etc.), la complejidad de la planta de tratamiento de aguas residuales, las limitaciones ambientales y los costos laborales, y se convierte en una realidad. Puede darle una idea, la frecuencia de las inversiones en proyectos mineros.

Por eso se suele verificar la siguiente relación:

$$I = 3 \times V \quad (1)$$

Donde:

I: Equivale a la inversión

V: Facturación anual.

Mientras que para la industria transformadora esta relación es del orden de la unidad, esto es 100 euros de inversión producen una facturación del orden de 100 euros / año.

B) Cash Flow

Teniendo conocimientos previos para lograr una rentabilidad suficiente de sus inversiones, la industria minera ha de producir un cash-flow importante respecto de la facturación. Se acepta frecuentemente que una explotación minera alcanza el umbral de rentabilidad cuando:

$$\text{Cash Flow} = \text{Gasto monetario anual}, \quad (2)$$

O también (“regla del 50%”)

$$\text{Cash Flow} = 0,5 \times \text{facturación anual}. \quad (3)$$

Si se verifican las condiciones (1) y (3), con una inversión de 100 euros se producirá una facturación anual de 33,3 euros, con un cash-flow de 16,7 euros. Supuesto nulo el valor residual

de la inversión, con una vida útil de 15 años, se comprueba fácilmente que las cifras anteriores corresponden a una TRI aproximada del 15%, que puede ser considerada como la mínima aceptable. (Naranjo, 2005)

Como se pudo comprobar es necesario un cash-flow del orden del 50% para lograr un TRI del 15% (en el límite inferior de lo razonable).

C) Inflación

Las inversiones mineras vienen sufriendo últimamente una escalada de Costes que supera con mucho a las tasas inflación globales. Esto se debe principalmente a las razones siguientes:

- Tendencia a una mecanización y automatización crecientes.
- Incidencia cada vez más intensa de los factores ambientales.
- Cada explotación minera es un caso específico.

Por ello, las instalaciones mineras se benefician en menor grado que otros sectores industriales de las economías de escala motivadas por la producción de equipos en serie. El coste de los equipos mineros tiende a crecer como el de la mano de obra. (Naranjo, 2005)

D) Financiación

Por lo general, requiere una dependencia significativa de la financiación externa (50-70%), lo que reduce la proporción de financiación propia de los mineros. En cambio, aprovecha su experiencia y capacidades industriales para garantizar la viabilidad técnica y económica de los proyectos, lo que permite el establecimiento de operaciones financieras complejas y de gran escala. (Naranjo, 2005)

2.2.6. Riesgo económico

Además de los riesgos obvios asociados con la intensidad del capital y la madurez del proyecto, las empresas mineras tienen otras fuentes de riesgo económico. Parte de ella es controlable por el inversionista y parte no. En general, estos riesgos se pueden categorizar como riesgos geológicos, operativos, económicos y políticos.

El riesgo en el lado del depósito es que la valoración es un proceso costoso y que lleva mucho tiempo. Se hacen estimaciones para encontrar un compromiso entre la información y su costo.

Esto quiere decir que el grado de imprecisión se ve afectado por parámetros como reservas, legislación, son mucho más altos que los precios de salida de otras tiendas. Debido a una mayor mecanización y automatización de plantas y una mayor seguridad, los riesgos técnicos se han reducido recientemente y su ocurrencia se ha minimizado. y la calidad de los productos disponibles para la venta. Existen riesgos de procedimiento y no debemos perder de vista los riesgos de confiar en controles de materias primas (López, 2014).

No se puede decir eso en el mundo de los negocios. Existe una gran incertidumbre con respecto a las verdaderas propiedades de los yacimientos y los precios a los que se venderán los concentrados. Por un lado, las condiciones del mercado se han vuelto cada vez más difíciles de predecir, mostrando una gran volatilidad en cortos períodos de tiempo. Esto se suma a los altos gastos de capital (como ya hemos demostrado, el período de recuperación de las inversiones mineras suele ser más largo que el de otras industrias). Los largos plazos de entrega para nuevos proyectos hacen que los proyectos sean de alto riesgo

También de estos factores, otro elemento de incertidumbre económica surge de la inflación. El impacto de la alta inflación en los proyectos es muy importante. El precio de muchas materias primas minerales en las bolsas internacionales se cotiza en la moneda del país anfitrión, y su importancia lo ha convertido en un factor relevante dentro de la economía de los proyectos en estos días, por lo que la equivalencia entre varias monedas está también relacionada con la inflación. Puede haber, la equivalencia entre diferentes monedas afecta no solo el potencial de ganancias futuras, sino también las tasas de interés a las que se realizan las adquisiciones de financiamiento externo, equipos, tecnología y servicios.

Finalmente, existen riesgos políticos que las empresas que buscan desarrollar proyectos en el extranjero deben evaluar. Ahora hay una participación cada vez mayor del gobierno en las empresas mineras, especialmente en los países en desarrollo con amplios requisitos de infraestructura, que en ciertos momentos pueden expropiar o interferir con su progreso (Cortés & Gallardo, 1998).

2.2.7. Análisis Económico y Financiero

Determinación del Cash Flow

En la determinación del cash flow se debe tener en cuenta todas las entradas y salidas de caja.

- Ingresos

Deberemos estimar los ingresos por ventas de minerales y concentrados producidos, haciendo una proyección de los precios de mercado y su evolución previsible en el tiempo. Reforzaríamos nuestra posición si se consiguen acuerdos con futuros clientes, demostrando así la viabilidad de la comercialización, su cuantía y las fórmulas de cálculo de los ingresos en función de las especificaciones del producto vendible, el contenido en elementos valiosos, bonificaciones y penalizaciones, cargas de fundiciones.

También se debe tener en cuenta otro tipo de ingresos, como los financieros.

- Inversiones y costes de operación

Como se puede inferir, los proyectos mineros requieren de grandes inversiones iniciales, característica señalada anteriormente y única respecto a otro tipo de actividad por los altos costos iniciales que conlleva.

Los proyectos mineros requieren inversiones en infraestructura además de estudios geológicos, construcción de la propia mina (preparación o instalaciones, equipos) y plantas de tratamiento (preparaciones, edificaciones e instalaciones, presas). Ubicación, tamaño y complejidad del proyecto (Katsitadze et al., 2004).

Entre estos, se destaca el suministro de energía eléctrica que puede resolverse con la construcción de pequeñas centrales térmicas, y el suministro de agua requiere la construcción de presas, pozos de bombeo, plantas de tratamiento de aguas residuales. Un tramo muy importante es la red de comunicaciones y medios de transporte y navegación para poder comercializar los productos minerales extraídos y recibir de forma económica y rápida el suministro de materiales y repuestos para la maquinaria que se ha construido.

Cuando se hable de minas subterráneas, se deben tener en cuenta las obras mayores de acceso, pozos, rampas. Instalaciones internas tales como energía, agua, bombas, ventilación, tratamiento y fracturamiento primario, sistemas de extracción, preparación de relleno y transporte (cuando corresponda), tales como minas en construcción y drenaje.

En ambos casos se requieren edificios separados para oficinas, vestuarios, comedor, almacén general, polvorín, entre otros espacios.

Otra parte importante de los proyectos mineros son los servicios sociales como vivienda, escuelas y hospitales, todos servicios generalmente requeridos para grandes comunidades como operaciones mineras alejadas de áreas residenciales.

En algunos casos la construcción de todas las obras de infraestructura puede llegar a requerir más tiempo y capital que las propias instalaciones de la mina y planta de tratamiento, aumentando así el riesgo del proyecto o convirtiendo el yacimiento en un recurso eventualmente antieconómico.

Dado que las obras de infraestructura inducen un efecto claramente positivo en el medio socio-económico que rodea a una explotación minera, siempre es conveniente negociar con las autoridades locales o regionales el abordar y aprovechar conjuntamente alguna de las citadas obras, pues ello podrá traducirse en una menor inversión para el promotor minero.

En grandes proyectos mineros que se llevan a cabo en países en vías de desarrollo y regiones sin infraestructura, algunos gobiernos optan por una de las siguientes alternativas: aportar la infraestructura básica mediante la construcción de centrales eléctricas, suministro de agua y medios de transporte para toda la región, fomentando el desarrollo industrial y agrícola del área, o conceder beneficios fiscales y financieros a la empresa minera para compensarla del fuerte desembolso inicial de capital. Esta última vía es actualmente la tendencia que siguen numerosos países poco industrializados o en vías de desarrollo.

La cuantificación de las inversiones en un estudio de viabilidad deberá estar respaldada documentalmente mediante ofertas de proveedores de equipos y contratistas de construcción, realizadas basándose en volúmenes y precios unitarios de cada unidad de obra o equipo. De tratarse de estudios de evaluación preliminares o intermedios, el soporte documental de estas estimaciones es menos exigente, siendo admisible el empleo de técnicas de estimación de costes basadas en ratios, ábaco o fórmulas.

También debe tenerse en cuenta la cuantía de las subvenciones, el fondo de maniobra necesario, los costes propios del grupo de proyecto, cánones, impuestos, licencias de obra, cualquier otra inversión en activos no tangibles que pudiera ser necesaria.

Dentro de los costes de operación aparte de la energía, repuestos y materiales merecen especial atención los recursos humanos, los cuales han debido de ser determinados en el estudio minero

identificando las categorías, el número de trabajadores por cada una de ellas y el esquema de organización.

En zonas aisladas y poco desarrolladas conseguir personal adecuado con el grado de formación y especialización requerido puede llegar a constituir un grave inconveniente, con posible incidencia en los resultados previstos en cuanto a productividades de extracción, plazos de puesta en marcha, accidentabilidad.

La selección del método de laboreo y el proceso de tratamiento pueden llegar a verse condicionados por esta disponibilidad de mano de obra cualificada o, de otro modo, tener que recurrir a personal procedente de otras regiones, con un coste salarial mayor. En cualquier caso, siempre es conveniente prever una fase inicial de formación y entrenamiento del personal involucrado en el nuevo proyecto.

Las innovaciones tecnológicas han permitido en las últimas décadas alcanzar mayores grados de mecanización y automatización de las operaciones mineras.

En países desarrollados, como es el caso de España, se puede llevar a cabo un proyecto minero contratando la operación, tanto en minería a cielo abierto como de interior, aunque en esta última lo normal es contratar sólo las labores de avance y preparación. Es una modalidad que tiene ventajas como baja inversión inicial, poco personal y corto tiempo de puesta en marcha, pudiendo reducir el riesgo del propio proyecto. Sin embargo, los costos operativos suelen ser más altos. El método de operación depende de las características del promotor minero, la escala, duración y rentabilidad del proyecto. (Ruiz, 2010)

También se deben estimar otros gastos no operativos, tales como los asociados a la comercialización y transporte de productos comercializables, pagos de comisiones o regalías a terceros, costos financieros, costos de exploración, entre otros gastos.

- Sistema impositivo, amortización y factor de agotamiento.

La aplicación en el modelo de estos factores es necesaria para calcular los resultados y el flujo de fondos, basándonos en la metodología económica aplicable en cada caso.

Estudio de rentabilidad y análisis de riesgo

Una evaluación económica de un proyecto de inversión minera es un paso fundamental antes de tomar una decisión final. La herramienta básica es el modelo económico. Refleja el movimiento de los fondos recaudados y generados por el proyecto a lo largo del tiempo.

Para crear este modelo, partimos de la inversión estimada en el capítulo anterior. Es importante clasificar las inversiones en moneda local y extranjera y mostrar la paridad de las diferentes monedas. Para la adquisición de nuevas plantas y equipos, o su reposición, se elabora un calendario de inversiones indicando el año en que se realizaron. También se muestra el valor restante alcanzable. Por convención, se permite que el retiro o la generación de fondos previos al período de análisis (generalmente un año) ocurra al final del período de análisis.

El rendimiento operativo es la diferencia entre los ingresos por la venta de un mineral y su costo de producción. Restando del valor obtenido la cifra correspondiente a la depreciación anual del capital gastado en la adquisición de activos fijos, se calcula la utilidad bruta anual y los impuestos. Esta etapa final se realiza introduciendo un concepto tributario dedicado a la minería, como el valor de los minerales vendidos. Estos tienen una serie de limitaciones que serán analizadas en capítulos posteriores.

Después de calcular la utilidad neta, sume el monto de los factores de depreciación y agotamiento, y deduzca la inversión en activos fijos y circulantes para obtener el flujo de efectivo operativo o cash flow.

Ley mínima explotable

La ley mínima explotable, denominado en el idioma inglés “cut off grade”, mal traducido como ley de corte, ya que traducción real debe ser ley mínima de corte, permitirá determinar en el proceso de minado de la unidad productiva minera las siguientes consideraciones:

- a) La ley del mineral de mina, que propiciará que los ingresos netos que se generen sean igual a cero (0), esto es que los ingresos brutos económicos sean iguales a los costos de producción.
- b) Determina que mineral, dentro del proceso de explotación, debe ser extraído bajo consideraciones de rentabilidad económica; es decir establece el planeamiento de minado de las labores mineras de explotación.

- c) Permite determinar la rentabilidad óptima de la empresa, de un modo continuo.
- d) La determinación correcta de la ley mínima explotable es de vital importancia para definir la cantidad de reserva mineral que sustentará el proyecto minero a ejecutarse en un determinado periodo de tiempo.

Esta variable tiene un carácter dinámico debido a que la ley mínima explotable debe calcularse al menos una vez al año durante toda la vida del proyecto minero. Teniendo en cuenta las fluctuaciones de las variables que lo condicionan, como los precios de los metales y los costos de producción, el cálculo puede realizarse tantas veces como sea necesario durante el año, en particular para asegurar un desarrollo rentable de la operación del yacimiento. cuando el precio del metal cayó en el mercado internacional. (Ruiz, 2010)

Determinación de la ley mínima explotable:

En toda operación minera, para un cierto valor de ley de mineral (L_m) le corresponde un valor económico (V_m), como se puede indicar:

$$L_m \text{ =====} \rightarrow V_m$$

Si al valor del mineral le deducimos el Costo de Producción (C_p), se tiene el margen de ganancia de la operación (M_g):

$$L_m \text{ =====} \rightarrow V_m - C_p = M_g$$

En un depósito mineralizado, se tiene la opción de trabajar leyes más altas que la ley mínima explotable, de modo que el valor del mineral será superior al costo de producción, es decir reportará ganancias:

$$V_m > C_p = \text{Ganancia}$$

Por lo contrario, si la ley de mineral disminuye debajo de la ley mínima explotable, habrá pérdidas:

$$V_m < C_p = \text{Pérdida}$$

De esta manera se pasa de una posición de ganancias a otra de pérdidas, lo que significa que, en dicho tramo, en algún momento habrá un punto cero, sin ganancias ni pérdidas económicas, es decir:

$$V_m = C_p$$

En este momento se predispone la ley mínima explotable (Lme).

Establecemos la fórmula de la ley mínima explotable.

$$Lme = Lm \times \frac{Cp}{Vm}$$

Otro modo de calcular la ley mínima explotable es aplicando la siguiente fórmula:

$$Lme = \frac{Cp}{Pn \times R}$$

Donde:

Lme = Ley mínima explotable

Cp = Costo de producción.

PN = Precio neto pagable.

R = Recuperación metalúrgica del mineral.

Las fórmulas establecidas para el cálculo de la Lme, son aplicables en yacimientos monometálicos.
(Ruiz, 2010)

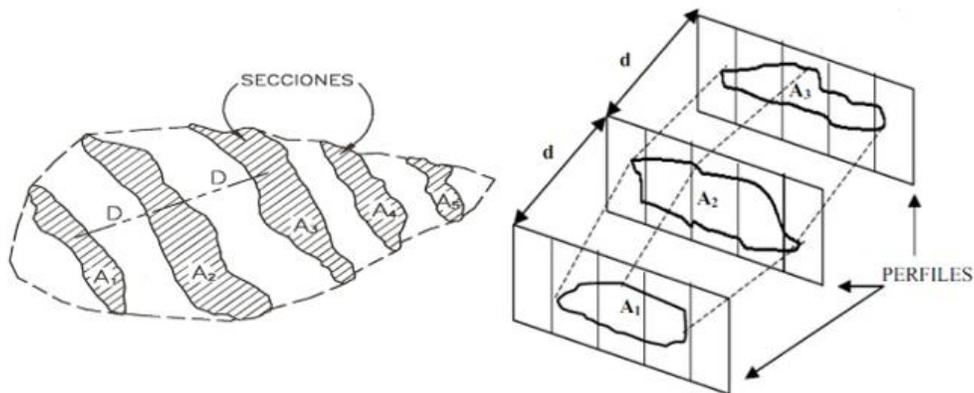


Figura 3: Método de los perfiles o secciones (Minero, 2020)

Método de perfiles para cálculo de reservas

Se usa cuando se tienen cuerpos mineralizados de desarrollo irregular y que han sido estudiados mediante sondeos distribuidos regularmente de forma que permiten establecer cortes o perfiles en los que se basa el cálculo de reservas o cortes verticales, delimitando la mineralización y determinando superficies de los perfiles (Minero, 2020). En el caso de de la concesión San Jorge de Chuchun se analizó los datos tomados en campo y se creó una base de datos en Microsoft Excel con toda la información obtenida para ser trabajadas con el software ArcGIS 10.3 y así elaborar los planos geológicos y topográficos. Luego, se interpretó las secciones geológicas realizadas en el tajo principal y se aplicó el método de secciones o perfiles para estimar el potencial de la mineralización de manganeso utilizando el software Leapfrog 4.0.

2.3 Definición de términos básicos

Concesión minera. Otorga a su titular el derecho a la exploración y explotación de los recursos minerales concedidos, que se encuentren dentro de un sólido de profundidad indefinida, limitado por planos verticales correspondientes a los lados de un cuadrado, rectángulo o poligonal cerrada, cuyos vértices están referidos a coordenadas Universal Transversal Mercator (UTM). (Baldeón, 2003)

Estimación. Es una predicción de como los recursos económicos o humanos (JORC, 2012).

Ingresos. Es el dinero que ingresa a la empresa, por ventas de su producto en este caso mineral, la cantidad de ingresos dependerá de la producción y ley del mineral. (Sapag y Sapag, 2008)

Riesgo Económico. Aparte de los riesgos obvios asociados con la intensidad del capital y la madurez del proyecto, las empresas mineras tienen otras fuentes de riesgo económico. Parte de esto está bajo el control del inversor, pero otros no. (Cortés & Gallardo, 1998)

Cash Flow. ese término determina la capacidad de liquidez que tiene una empresa. Este término es conocido y traducido muchas veces como flujo de caja, flujo de efectivo o flujo de tesorería. (Naranjo, 2005)

Inversión. Son todas aquellas acciones tendientes a ejecutar físicamente el proyecto o programa tal como fue especificado en la preinversión, a fin, de concretar los beneficios netos estimados en la misma. Este estado incluye las etapas de:

1) Diseño definitivo (ingeniería de detalle).

2) Ejecución del proyecto (Cortés & Gallardo, 1998)

Inflación. Proceso económico provocado por el desequilibrio existente entre la producción y la demanda; causa una subida continuada de los precios de la mayor parte de los productos y servicios, y una pérdida del valor del dinero para poder adquirirlos o hacer uso de ellos. (Naranjo, 2005)

Eficiencia. Es tarea fundamental del ingeniero combinar recursos, herramientas de producción y energía en sistemas integrados, capaces de generar productos nuevos y útiles, o productos a un costo menor, o incluso productos mejores a menos costo. (Medina L., Nogueira R., Quintana T., & Nogueira R., 2003)

Manganeso. El manganeso (Mn) es un elemento químico que se encuentra en la primera serie metales de transición (grupo VIIb) en la Tabla Periódica. Cuenta con un número atómico de 25, peso molecular de 54.938 g/mol, punto de fusión y ebullición de 1246 y 2062°C respectivamente. (Leal, 2002)

Alteración. Cualquier cambio en la composición mineralógica de una roca producido por medios químicos o mecánicos, especialmente por la acción de soluciones hidrotermales (Bates and Jackson ,1980).

Fisiografía. La Fisiografía hace referencia al estudio de la interrelación del clima, la geología, morfología, origen y edad de los materiales rocosos, la hidrología e indirectamente los aspectos bióticos en la extensión que estos inciden en el origen de los suelos y/o en su aptitud de uso y manejo del suelo.

CAPÍTULO III.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación Geográfica

Se encuentra a una altitud entre los 2900 y 3200 m. s. n. m, entre el centro poblado hacienda El Milagro y el cerro Papelillo y está ubicada en la parte Noroeste del Cuadrángulo de San Marcos (15-g).

Tabla 3: Coordenadas

Vértice	Norte	Este
1	9205500	792500
2	9207500	792500
3	9205500	795500
4	9207500	795500

3.1.2. Ubicación Política

Comprende el centro poblado hacienda El Milagro y el cerro Papelillo, se encuentra ubicada en el Distrito de Namora, Provincia y Departamento de Cajamarca (Zona 17).

(Ver anexo N° 4)

3.1.3. Accesibilidad

El acceso es mediante carreteras tipo asfaltadas y trochas. Además, se cuenta con dos vías de acceso.

El primer acceso fue por la carretera 8B, a una distancia de 34,9 km con un tiempo de 1 hora; inició en Cajamarca (Plazuela Bolognesi), luego en dirección hacia Baños del Inca (Av. Atahualpa), se siguió por la carretera 8B hasta llegar al cruce de Namora, desde el cruce se transitó por la carretera CA-1501 y se continuó por la carretera de Chuchun/CA-1502 (Concesión San Jorge de Chuchun).

El segundo acceso fue por la carretera 3N, a una distancia de 28.5 km con un tiempo de 1 hora y 15 min aproximadamente; inició en Cajamarca (Plazuela Bolognesi), nos dirigimos a la carretera Vía de Evitamiento Sur con dirección hacia Llacanora, luego continuamos en la carretera 3N hasta Namora y finalmente llegamos a la Concesión San Jorge de Chuchun.

3.2. Metodología de la Investigación

3.2.1. Tipo de la investigación

La investigación tuvo un enfoque cualitativo-cuantitativo; por una parte, fue cualitativo porque se obtuvo datos al observar, describir, interpretar y relacionar la teoría con lo observado, y, por otra parte, fue cuantitativo porque se centró en el análisis y medición numérica de los datos recogidos para contestar la pregunta de investigación y probar la hipótesis establecida. (Ruiz, 2010)

El tipo de investigación fue aplicado porque los resultados obtenidos tuvieron el propósito de resolver el problema de investigación; de alcance correlacional porque tuvo el propósito de comprender la relación o asociación que puede haber entre dos o más variables. (Oblitas, 2018)

3.2.2. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es analítico – descriptivo, porque se describen los índices económicos (Oblitas, 2018).

3.2.3. Diseño de la investigación

Diseño de investigación no experimental, porque es estudio conceptual donde se evaluó y no ejecuto (Oblitas, 2018).

3.2.4. Método de la investigación

El método es deductivo – inductivo, porque utilizo las fórmulas ya establecidas y conocidas para los índices económicos.

3.2.5. Población de Estudio

5 hectáreas de la concesión San Jorge de Chuchun.

060002118 (código de la concesión minera)

3.2.6. Muestra

Muestras representativas de las 5 hectáreas de la concesión metálica San Jorge de Chuchun.

3.2.7. Unidad de Análisis

Costo por tonelada del mineral (Mn) explotado.

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas

Observación directa: Para recopilar información sobre medidas de vetas como longitud de afloramiento, espesor y profundidad, tipo de roca y tipo de suelo, se debe considerar que se toman medidas sistemáticas para poder segmentar el cuerpo mineral y recolectar muestras para enviar al laboratorio, lo que puede conducir a la ley del mineral.

Análisis de documental: Se realiza para revisar diversas fuentes bibliográficas relacionadas con el tema de investigación, tales como libros, tesis, publicaciones, revistas científicas, sitios web de bolsas de valores internacionales, informes de campo de empresas, resultados de laboratorio.

3.3.2. Instrumentos, materiales y equipos

- ✓ Libreta de campo, lapiceros, Colores: Los cuales fueron de utilidad para realizar las secciones geológicas a mano alzada, así como para anotar datos tomados en campo.
- ✓ Wincha o Flexómetro: para medir las secciones y longitudes del cuerpo mineral.
- ✓ Laptop: para el procesamiento de la información utilizando software de minería y Excel.
- ✓ GPS: para ubicar las coordenadas en campo.
- ✓ Dron: Para realizar el levamiento topográfico in situ del terreno, así como para reconocer alteraciones presentes en la zona de trabajo.
- ✓ Cámara fotográfica: Para capturar fotos en campo.
- ✓ Brújula: para medir el rumbo y buzamiento del cuerpo mineralizado.
- ✓ Planos: Ilustraciones realizadas para interpretar en campo.
- ✓ Word: programa para redacción.
- ✓ Excel: Programa para cálculos.

3.4. Procedimientos

Para realizar el estudio dado para la evaluación del proyecto, me pareció conveniente realizar dos etapas las cuales cuentan con dos gabinetes y una de campo, información que permite un cálculo preciso y por ende también para que pueda invertir el dueño de la concesión una vez teniendo los resultados.

3.4.1. Etapa Preliminar de Gabinete

En esta etapa, destacamos la revisión de informes previos relacionados al proyecto, en los que han profundizado ingenieros geólogos y de minas, así como tesis y bibliografías relacionadas, como libros sobre métodos de explotación y finanzas corporativas de evaluación en inversión minera para la toma de decisiones.

3.4.2. Etapa de Campo

En esta etapa se realizaron 6 visitas al proyecto. Para el reconocimiento general del área de investigación, en este caso la concesión minera San Jorge de Chuchun, también se tomaron diferentes muestras del mineral para análisis de laboratorio para comprobar las leyes del mineral que fueron hechos para determinar las dimensiones y obtener información real sobre el área de estudio.

3.4.3. Etapa Final de Gabinete

En esta etapa se elaboraron tablas a partir de los datos recolectados para el análisis en campo, donde se consideró la cantidad de mineral de manganeso por tonelada (ley), el valor del commodity en el mercado internacional y su posterior valoración por tonelada de mineral.

Luego también realicé un análisis de costos para cada operación individual, para este caso recolecté los costos promedio de minas similares a este proyecto, donde ya está establecido, con esto pude hacer un análisis estadístico deductivo - inductivo para desarrollar gráficos de barras y tablas de flujo de efectivo y obtener resultados cuantificados. Cabe señalar que todos los datos se procesan en Microsoft Excel, cuyo único propósito es la adecuada seguridad de los datos y no menos el desarrollo de la planificación del flujo de caja (Cash Flow), la sensibilidad del proyecto y se puede mejorar en el futuro.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Evaluación Económica

La evaluación se realizó teniendo en cuenta los parámetros del código NIIF, el cual tiene como objetivo brindar información sobre la específica de la exploración y evaluación de recursos minerales. En este caso para la evaluación de a la cantera San Jorge de Chuchun se considera ingresos relacionados a la exploración y explotación que son los gastos realizados por la empresa extractora de manganeso, al final de todo ello se mostrara la factibilidad técnica y la viabilidad comercial de la extracción de dicho material.

4.1.1. Flujo de Caja (CASH FLOW)

Debemos tener en cuenta que, hoy en día la minería no metálica tiene un presupuesto de gasto mucho menor a la de una minería metálica, ya que no se utilizará ningún tipo de explosivo, sino más bien se necesitará maquinaria como una retroexcavadora, camión y personal obrero. Cabe menciona que la concesión San Jorge solo se explota manganeso, así mismo el transporte de dicho material corre por cuenta del comprador.

4.4.1.1. Cálculo de vida útil:

$$\text{Vida útil en años} = \frac{24477.6 \text{ TM}}{150 \text{ TM/mes}}$$

$$\text{Vida útil en años} = \frac{163.184 \text{ TM}}{12 \text{ mes/año}}$$

$$\text{Vida útil en años} = 13.60 \text{ años}$$

Por tanto, en la concesión San Jorge de Chuchun tiene una vida útil de 13.60 años, produciendo 150 Tm mensuales de manganeso.

El precio del manganeso por tonelada es de 650 soles en cantera (según UPME mercado nacional Manganeso).

4.4.1.2. Flujos entrantes y Salientes:

- Si el tonelaje es de 24477.6 Tm y el precio de la tonelada en cantera es de 650 soles. Implica un ingreso de 15910440, en los 13.60 años de explotación.
- Ahora los flujos salientes son los gastos que va a realizar la empresa al explotar el manganeso, cabe mencionar que en la cantera habrá obreros, un operador de excavadora, un operador de volquete y por último se tendrá que gastar en la elaboración y permiso de un IGAFON para el permiso medioambiental y derecho de explotación, los cuales con exigidos por la Dirección Regional de Minas.
- Cada obrero tiene un sueldo de 1800 soles mensuales incluidos viáticos, por tanto, los 3 obreros en 13.60 años costaría 880200 soles.
- El operador de excavadora gana 2500 soles mensuales, en los 13.60 años costaría 407500 soles.
- El operador de volquete gana 2500 soles mensuales, en los 13.60 años costaría 407500 soles.
- El mantenimiento de maquinaria y pago para permisos de la concesión al estado es de 1 000 000 soles en los 13.60 años.
- Se estima también gastos generales que ascienden aproximadamente de 300 000 soles como emergencias.

Por tanto, mi flujo saliente es de 2995200 soles.

$$\text{Cash Flow} = \text{Flujos entrantes} - \text{Flujos salientes}$$

$$\text{Cash Flow} = 15\,910\,440 - 2\,995\,200$$

$$\text{Cash Flow} = 12\,915\,240 \text{ Soles}$$

Tabla 4: Flujo de caja

AÑO	0	1	2	...	13	TOTAL
Inversión Fija	1000000					
Ingreso Anual		1169885.29	1169885.29	...	1169885.29	
Costo de operaciones		220235.29	220235.29	...	220235.29	
	-1000000					12 915 240
FLUJO DE CAJA		949650.00	949650.00	...	949650.00	

4.4.1.3. Método para el Cálculo de la Evaluación Económica: Método del Período de Recuperación de la Inversión o Payback

$$\text{Payback} = \frac{-C_n}{C_p} + N_p$$

Dónde:

N_p : número de años en los cuales el flujo de caja acumulado es negativo.

C_n : valor del último flujo acumulado negativo.

C_p : valor del flujo de caja neto en el primer flujo acumulado positivo.

$$\text{Payback} = \frac{-(-1000000)}{949650} + 0 = 1.0530 \text{ Años}$$

Por lo tanto, se puede mencionar que la inversión será recuperada aproximadamente en 1.053 años, logrando recuperar todo lo invertido al inicio del proyecto; concluyéndose que dicho proyecto es VIABLE económicamente ya que cubriría y se obtendría ganancias de la explotación de dicho material.

4.1.2. Precio

El precio generalmente se rige por la demanda; las industrias consumidoras o los intermediarios fijan el precio.

Hemos realizado una valoración de costos con la empresa METALSHUB Unlocking supply chain value, de acuerdo a los ensayos de laboratorio, la tonelada de manganeso de la concesión San Jorge de Chuchun es de 650 soles.

4.1.3. Canales de Comercialización

Cabe mencionar que la venta del manganeso se realizará en la misma zona de extracción o también en la zona donde el consumidor desee que se le transporte el mineral siempre y cuando se llegue a un pago extra del transporte de la mercancía, y si solo se realiza la venta en la zona de extracción no habrá gastos de transporte, molienda, etc. Así que sólo se establecerá el siguiente canal:

PRODUCTOR —————> CONSUMIDOR

4.2. Cálculo de las reservas mineras de manganeso mediante Leapfrog Geo

A continuación, explicaremos brevemente sobre el método de perfiles y el procedimiento empleado para obtener la estimación del potencial de Mn del tajo con el Leapfrog.

Para el cálculo de la reserva de manganeso del tajo principal se realizó el siguiente procedimiento en el software LEAPFROG GEO.

1. Creación del PROYECTO en Leapfrog Geo.

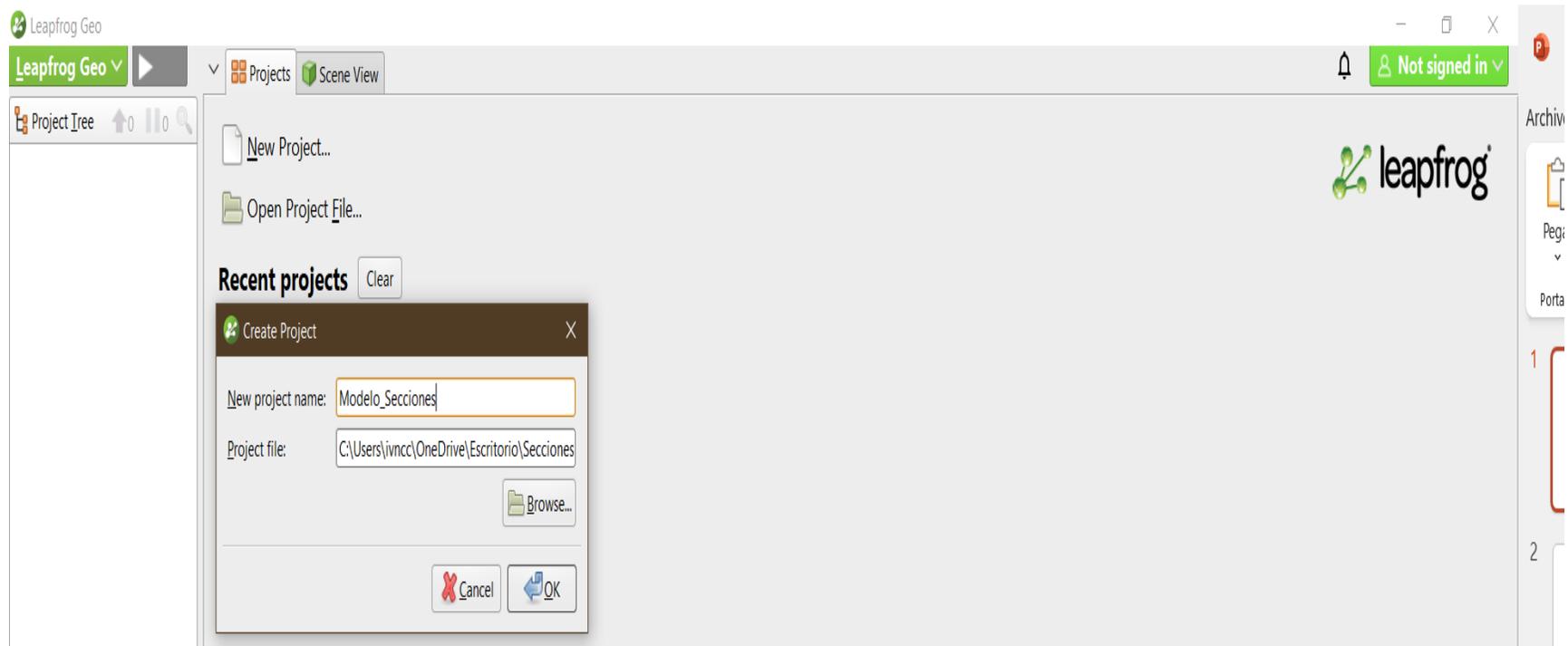


Figura 4: Se muestra la creación del proyecto en el software Leapfrog Geo.

2. Iniciaremos con la importación de las secciones para eso nos dirigimos a Cross Sections and Contours para realizar la importación de las secciones, para este caso se realizó la digitalización tres secciones que las vamos a importar a continuación.

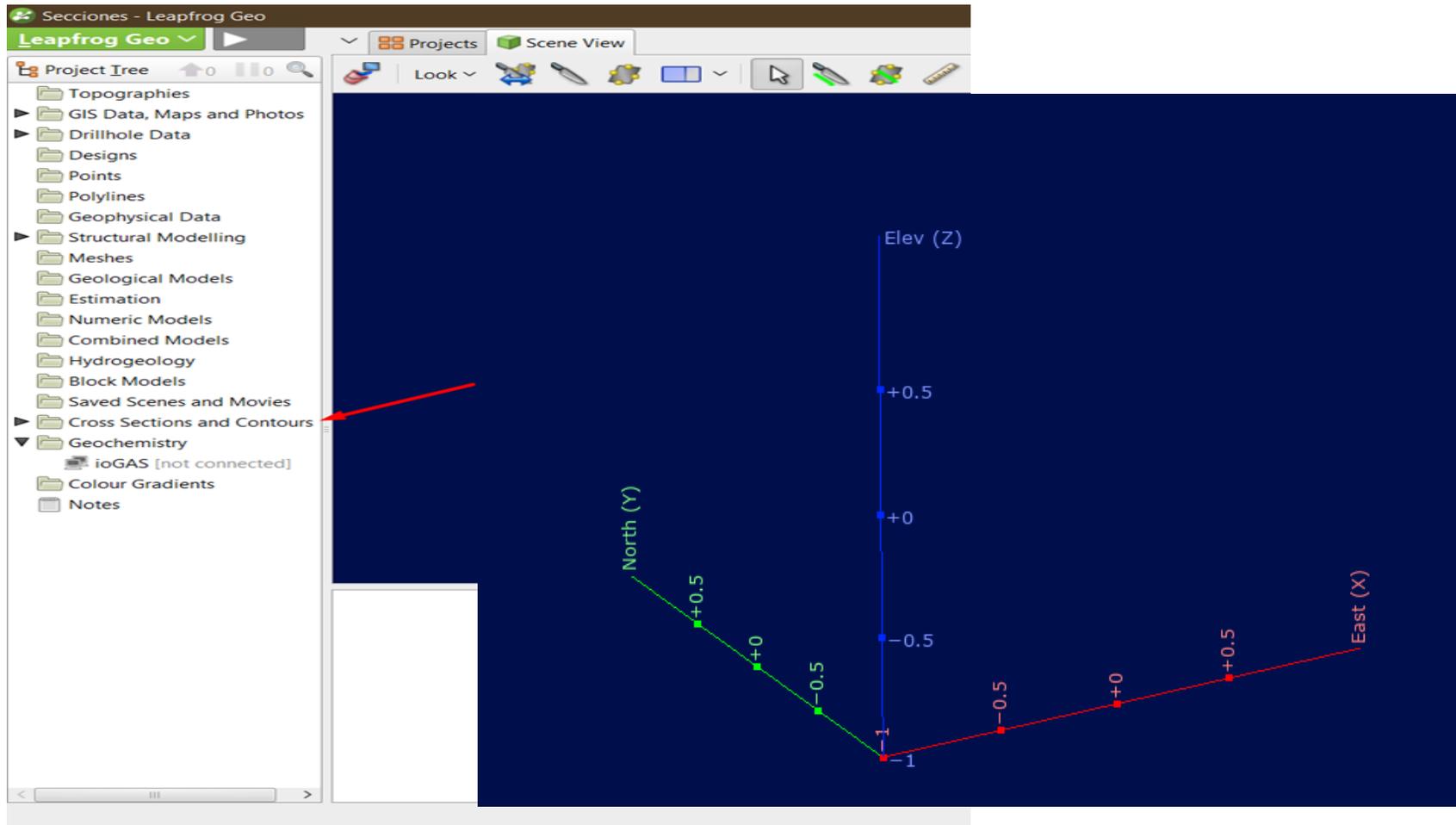


Figura 5: En la interfaz de Leapfrog vamos a Cross Sections and Contours para realizar la importación de las secciones.

3. Como siguiente paso una vez creado el Cross Sections and Contours, nos dirigimos al apartado New Cross Section From Image, en donde se realizará la importación de las 3 secciones para este modelamiento considerados para este modelamiento.

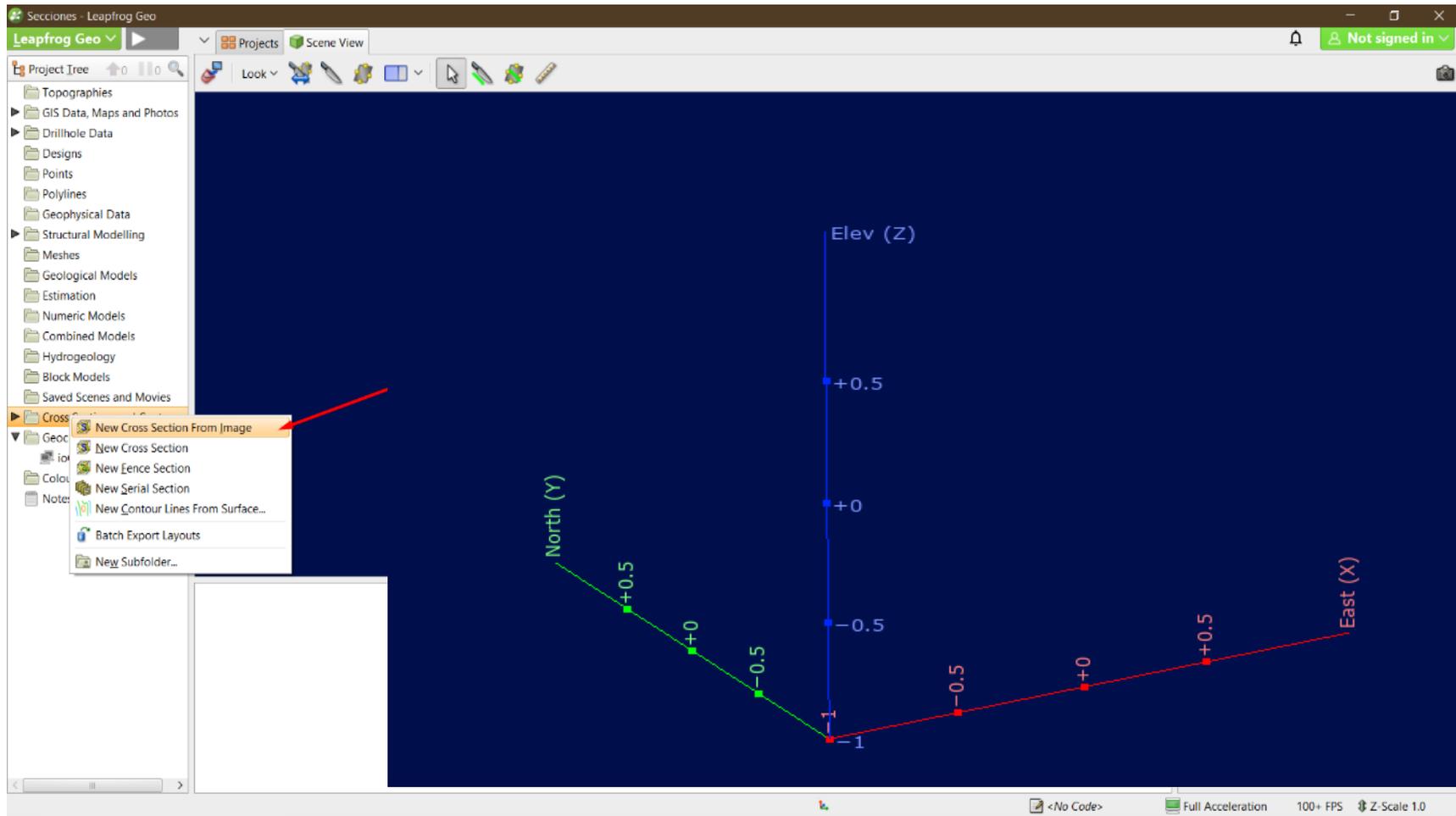


Figura 6: En New Cross Section From Image, se realiza la subida de cada sección.

4. Como siguiente paso se coloca los puntos de Marker, en 3 puntos conocidos y se agregan las coordenadas para su georreferenciación y hacemos clic en importar, esto para las 3 secciones ya subidas anteriormente.

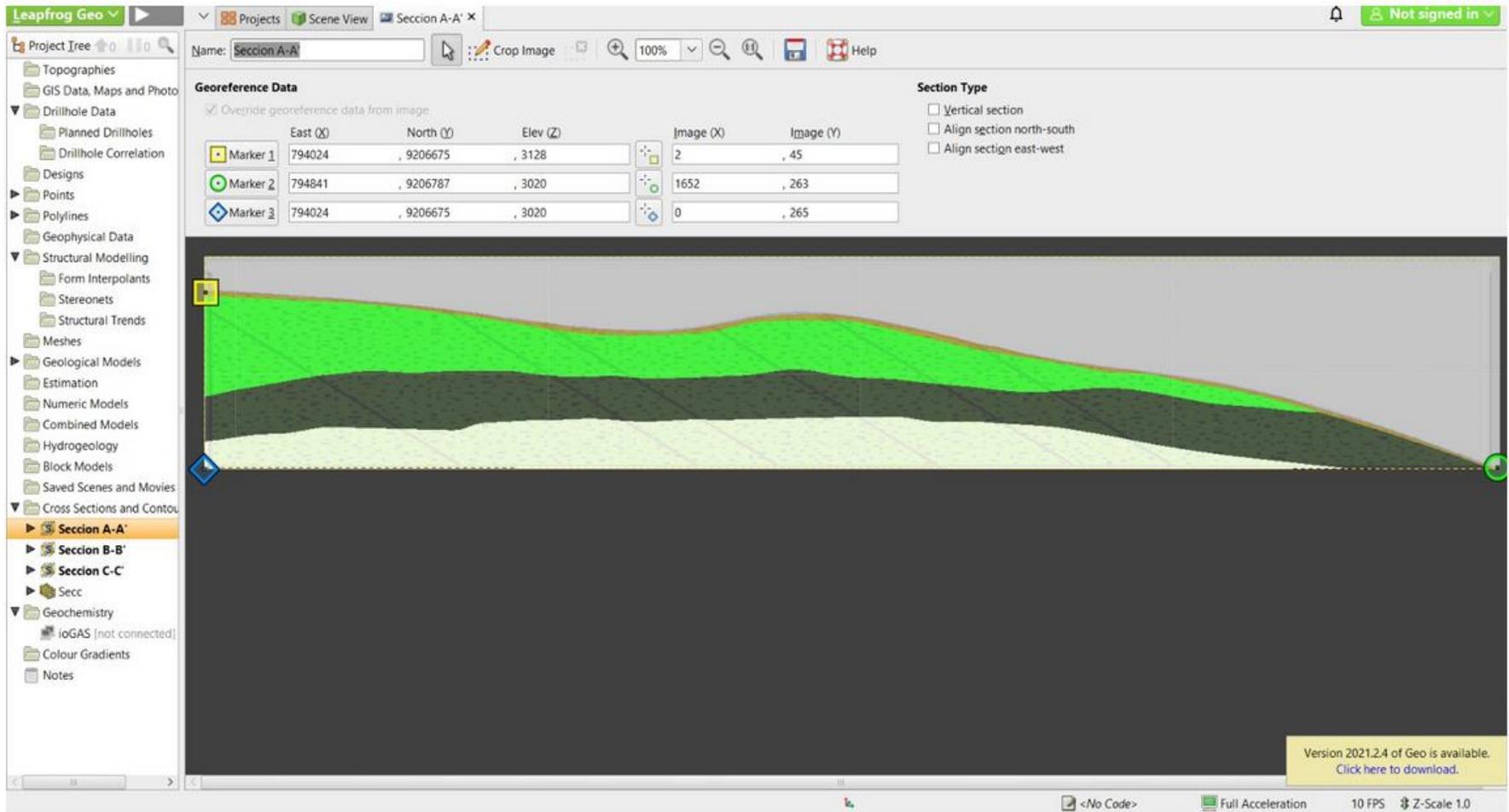


Figura 7: Se realiza el cargo de las secciones para georreferenciaciones.

5. Una vez cargadas las secciones y habiendo colocado los puntos marker como los puntos de georreferenciación; la vista de las 3 secciones importadas en el software Leapfrog Geo quedan de la siguiente manera.

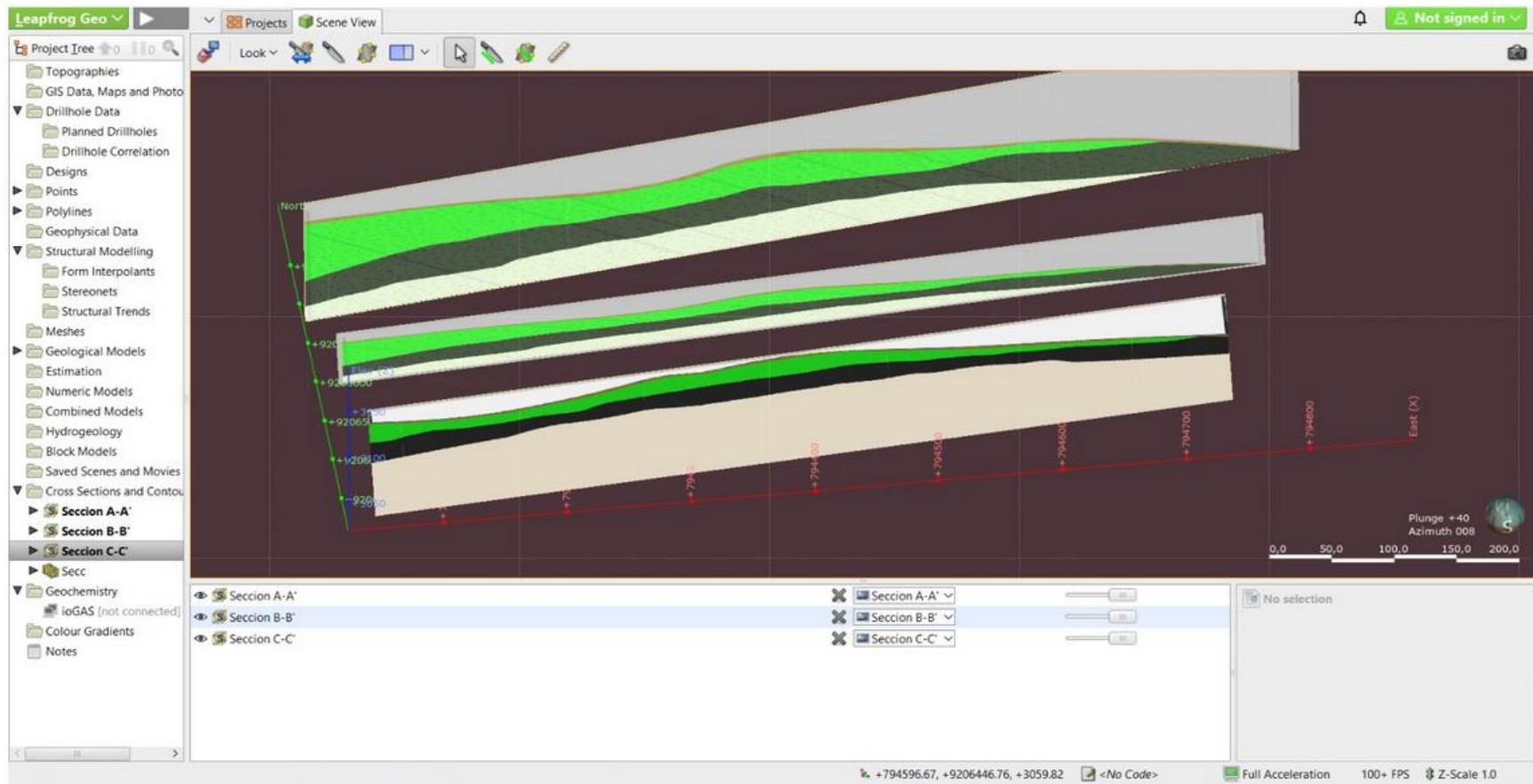


Figura 8: Vista de perfil de las secciones luego de ser georreferenciadas.

6. Como siguiente paso vamos a Geological Models se procede a crear el modelo geológico, a partir de la interpolación de las secciones cargadas.

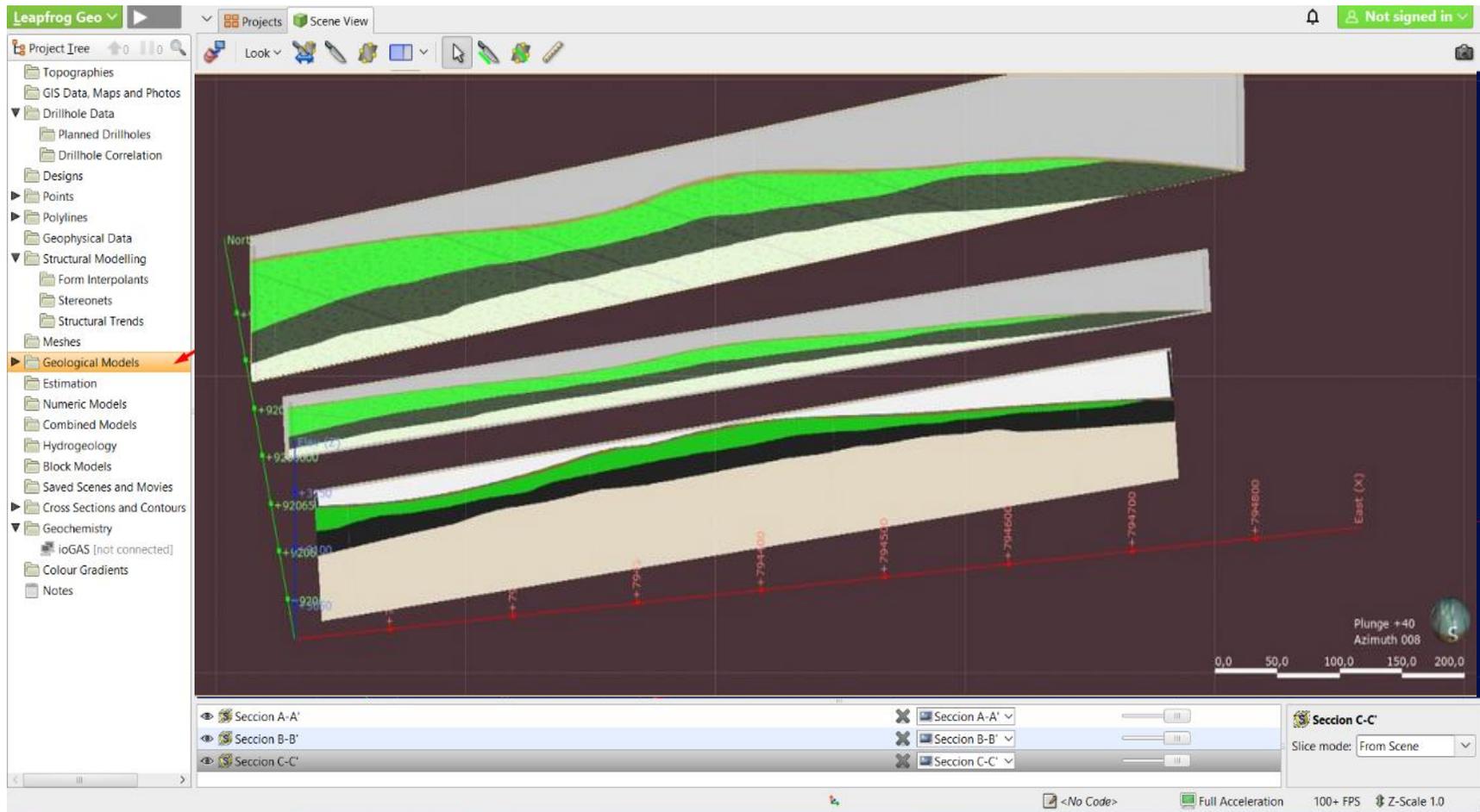


Figura 9: Creación del modelo geológico.

7. Se digitalizan las polilíneas de acuerdo con las litologías de las secciones, considerando los anchos de las capas de cada superficie, utilizando el comando New intrusión – From polyline.

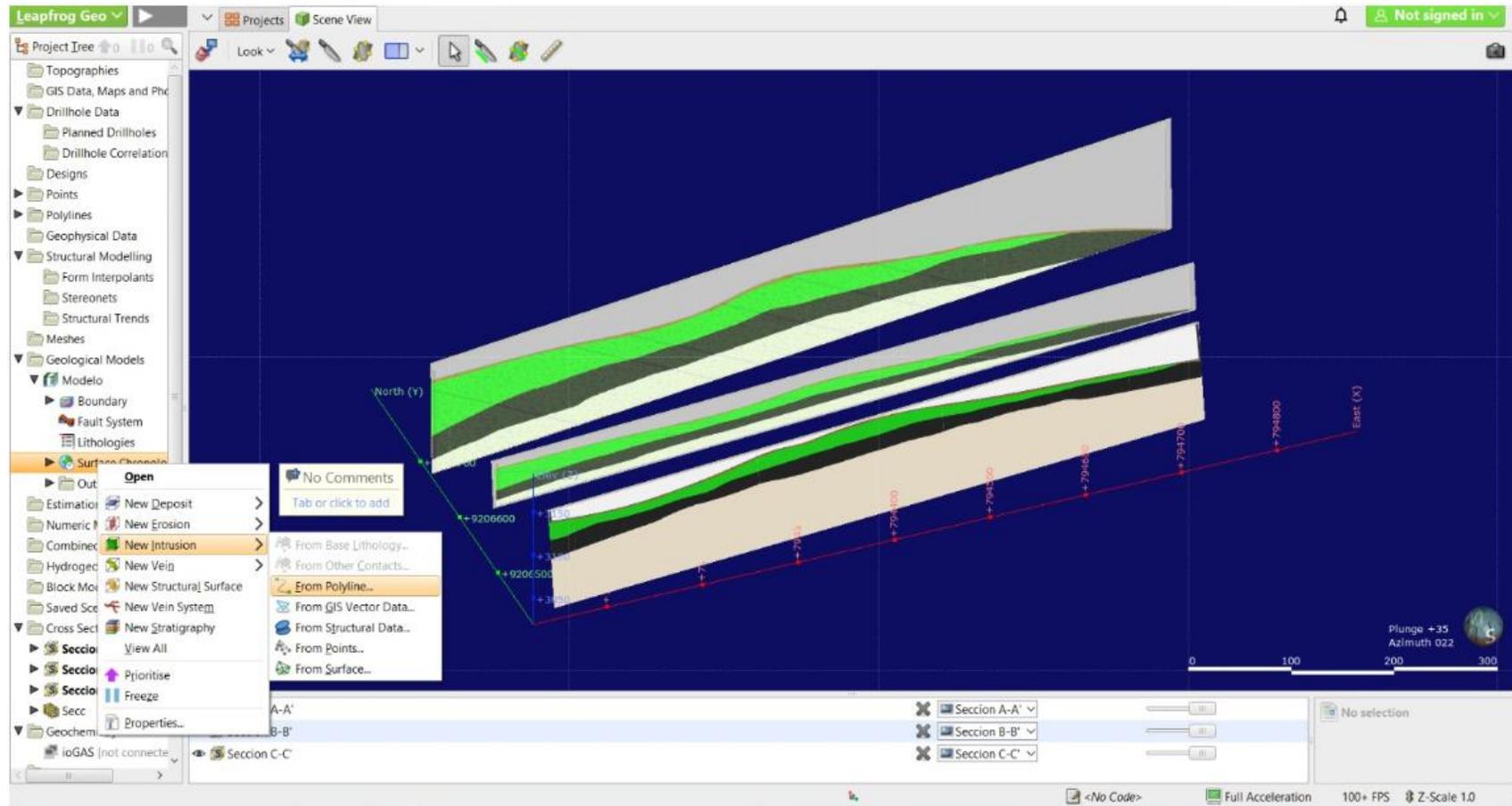


Figura 10: Se crea la sección de Marga usando polilínea

8. Se crea las delimitaciones para las 3 litologías con los colores característicos.

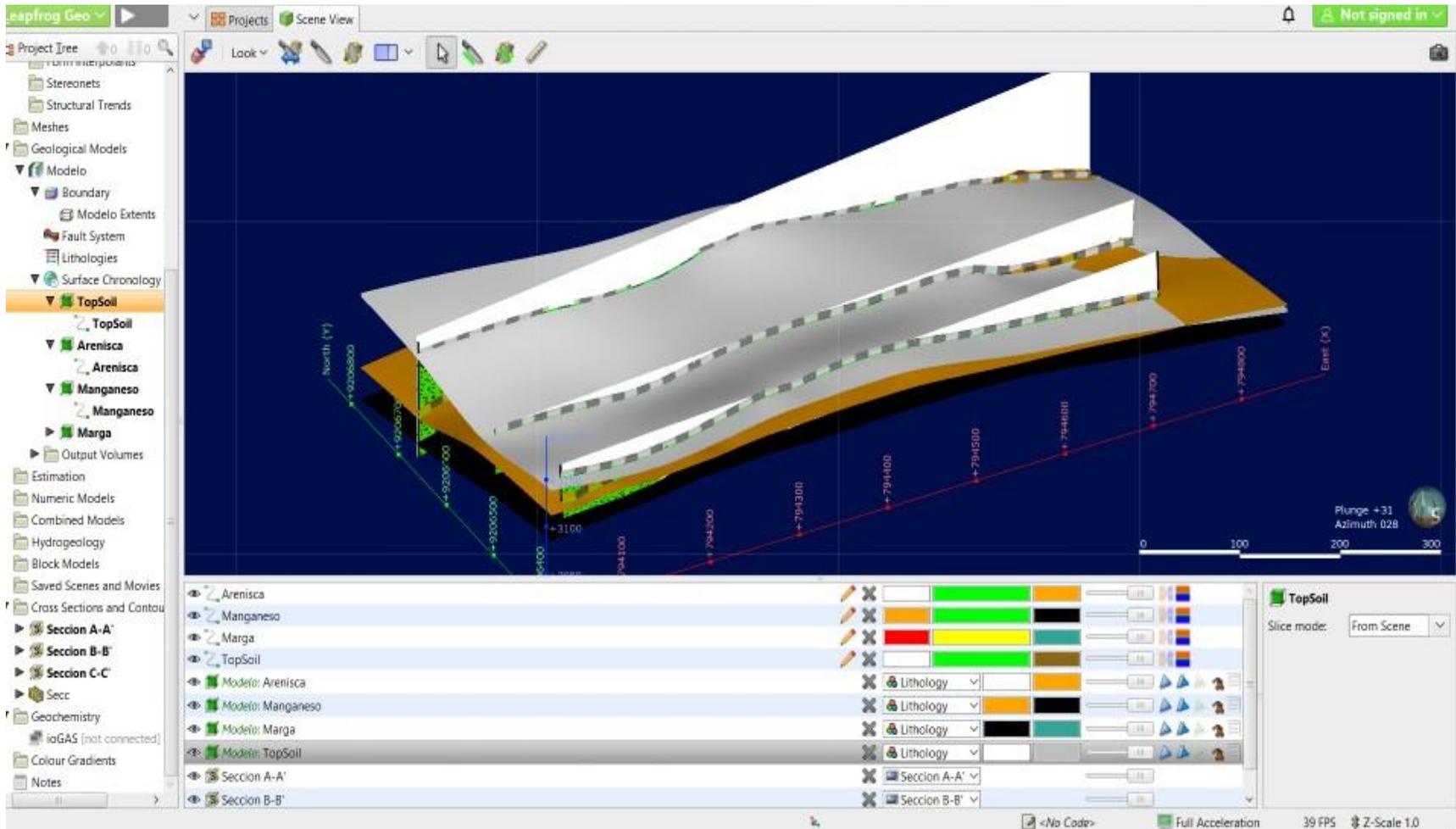


Figura 11: Se crean las tres litologías (arenisca, manganeso y marga)

9. Se crean los volúmenes para cada una de las litologías.

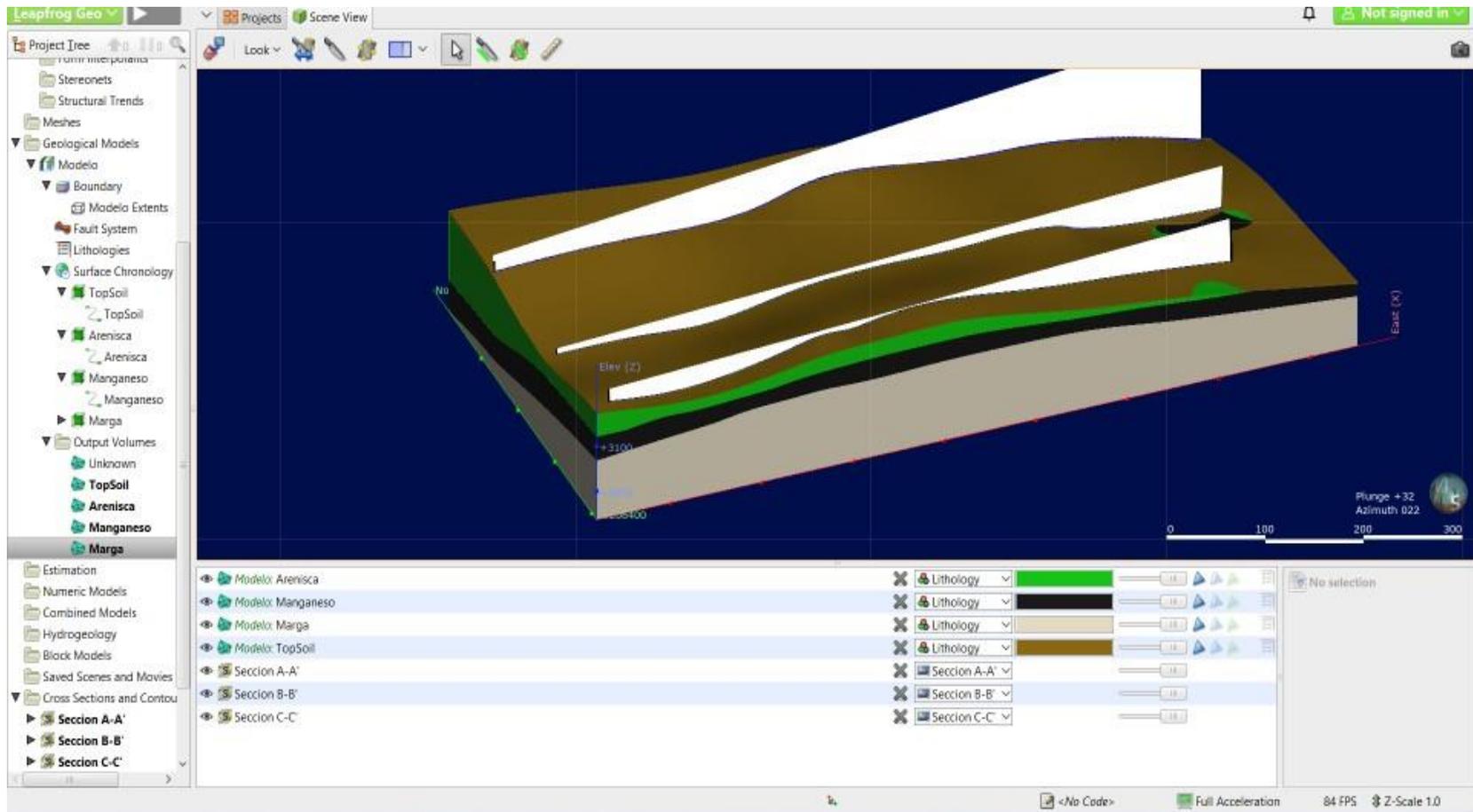


Figura 12: Generamos los volúmenes para cada litología.

10. Por último, se realiza el cálculo del volumen para el manganeso.

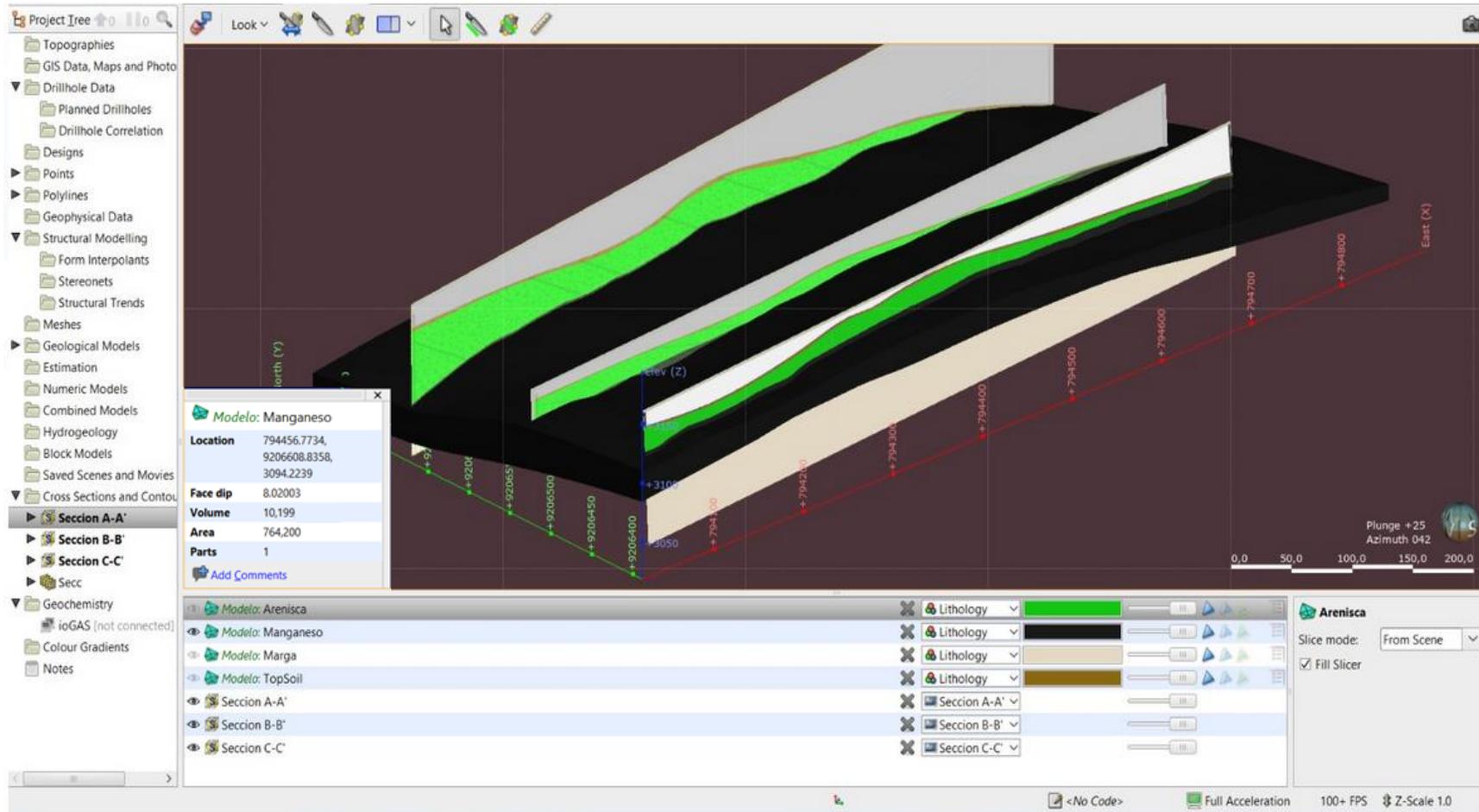


Figura 13: Cálculo del volumen del manganeso.

4.2.1. Cálculo de reserva del manganeso

Ahora, los datos obtenidos del Mn usando el software Leapfrog son los siguientes:

Área de la mineralización: 764200 m²

Volumen de la mineralización: 10199 m³

La densidad de la muestra de manganeso es de 2.4 gr/cm³ o 2400 kg/m³

CÁLCULO DE TONELAJE:

$$Tn = V \times \rho \times 1Tn / 1000Kg$$

Tonelaje de mineralización:

$$Tn = 10199 m^3 \times 2400 kg/m^3 \times 1Tn / 1000Kg$$

$$Tn = 24477.6 Tn$$

4.3. Propiedades geoquímicas del manganeso

El análisis de las muestras recolectadas en campo se realizó en el laboratorio INGECONSULT & LAB S.R.L, el cual nos brindó los reportes por cada muestra y en promedio se observó que dicho mineral es comercial, manganeso > 40%. (mayor detalle ver anexo N°3)

4.3.1. Análisis de muestras de manganeso por método analítico

Tabla 5: Puntos de estación de muestreo en el manto y afloramiento

MUESTREO	N° muestra	Longitud	Latitud	Cota
MUESTREO POR CANALES	M-1	792160	9207125	2990
	M-2	793033	9207375	3077
	M-3	794200	9207415	3088
	M-4	794860	9207500	3083
	M-5	795300	9206970	3010
	M-6	794600	9206460	3083
	M-7	793780	9206560	3083
MUESTREO ROCK CHIPS	M-8	792970	9206400	3137
	M-9	793470	9205500	3075
	M-10	792360	9205500	3076

Tabla 6: Composición química del mineral

MUESTRA	CONTENIDO%				Humedad%
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	
M-1	1.59	2.42	13.62	0.23	16.00
M-2	1.63	2.12	14.23	0.21	15.00
M-3	1.57	2.42	14.12	0.15	19.00
M-4	1.62	2.59	13.26	0.26	17.00
M-5	1.63	2.48	13.61	0.21	16.00
M-6	1.73	2.46	13.56	0.28	15.00
M-7	1.74	2.67	14.57	0.25	16.00
M-8	1.67	2.22	12.98	0.21	18.00
M-9	1.69	2.39	14.13	0.28	18.00
M-10	1.68	2.66	13.27	0.19	19.00

Fuente: Laboratorio INGECONSULT & LAB S.R.L.

Tabla 7: Composición química del manganeso y otros elementos

COMPONENTES QUÍMICOS	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-1	44.40	14.68	<0.06
M-2	42.35	13.68	<0.05
M-3	43.70	14.13	<0.05
M-4	44.40	14.68	<0.06
M-5	43.25	14.16	<0.05
M-6	44.52	14.02	<0.06
M-7	42.52	13.35	<0.06
M-8	41.10	14.25	<0.07
M-9	40.13	13.46	<0.06
M-10	44.10	14.23	<0.03

Fuente: Laboratorio INGECONSULT & LAB S.R.L.

4.4. Mercado del manganeso

4.4.1. Mercancía y Origen

El origen del Manganeso Natural, en la concesión San Jorge de Chuchun, en el distrito de Namora en el departamento de Cajamarca, Perú.

La composición química del producto se detalla a continuación:

Tabla 8: Porcentajes aceptables para el Mn, sus elementos asociados y la humedad.

ELEMENTOS	PORCENTAJE
Mn	<40%
Fe	6.0% máximo
SiO₂	12.0% máximo
Al₂O₃	12% máximo
p	0.1% máximo
BaO	3.0% máximo
Humedad	8% máximo a 105 grados

Fuente: Laboratorio INGECONSULT & LAB S.R.L.

4.4.2. Precio

El precio en este caso por tonelada métrica de manganeso cuesta en dólares estadounidenses (USD), además el precio del CIF del manganeso es de (USD por 1%).

Tabla 9: Precio CIF (\$USD) según el porcentaje de Mn

PORCENTAJE DE Mn	PRECIO \$
<40%	Rechazo o renegocio
40% - 42%	4.10
42% - 44%	4.20
44% - 46%	4.30
46% - 48%	4.40
48% - 50%	4.50
50%	4.60

Fuente: Manuel Óscar Zambrano Chilón (2020)

Por ejemplo: contenido de Mn = 40%

$$\text{Valor total} = 40 \times 4.10 \times 1 \text{ Tn}$$

$$\text{Valor total} = \$164 \text{ por Tn.}$$

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La evaluación económica para la explotación de Manganeso en la Concesión San Jorge de Chuchun, Namora-Cajamarca, al analizar el flujo de efectivo (Cash Flow), muestra un tiempo de vida estimado de 13.60 años y un período de recuperación (Pay Back) de 1.05 años. Además, el precio del mercado de manganeso actual es de 650 soles por Tm, la cual es viable y rentable.

Las reservas de manganeso con el modelamiento geológico del software Leapfrog Geo, tiene como reserva prospectiva de 24,478 Tm.

Las propiedades geoquímicas se determinaron que, de las diez muestras, la muestra M1, M4, M6 y M10 tienen la mayor concentración de manganeso, superando el 44%, la cual indica la viabilidad y rentabilidad de la explotación.

El mercado del manganeso, permite su posible comercialización cuando el contenido de manganeso supera el 40%. Según el Ministerio de Energía y Minas, la producción total en el Perú alcanzó las 282,000 Tm. En este contexto, la empresa AIS Resources Ltd es una de las principales empresas dedicadas a la adquisición de este mineral en Perú, con la finalidad de exportarlo al país de China.

5.2 RECOMENDACIONES

A los dueños de la empresa deben realizar un muestreo continuo para mantener la calidad de manganeso y obtener mejores precios.

Al investigador que va realizar un siguiente estudio, haga un diseño de tajo adecuado para la elaboración de un plan de minado y así tener una buena recuperación del mineral de manganeso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, R., Cerpa, L., Muñoz, L., Torres, D. y Cereceda, C. (2010). Control Estructural y Litológico en el Emplazamiento de Yacimientos Minerales en el Sector Condoroma – Paratia (Cusco – Puno), Sur Del Perú. Perú: INGEMMET. Recuperado de: http://apps.ingemmet.gob.pe/bitstream/ingemmet/398/2/Control_estructural_litologico_yacimientos_minerales_Condoroma_Paratia.PDF
- Baldeón Ríos, J. F. (2003). CONCESIÓN MINERA. Lima - Perú.
- Bazán, E. (2018). Evaluación y estudio geológico del manganeso en el sector “Patiño” (Cajamarca – San Pablo). Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de: https://kupdf.net/download/proyecto-de_tesismanganeso_5ca18d04e2b6f57d6ce07908_pdf
- Borchert, H. (1980). Geology and Geochemistry of Manganese. En Varentsov, I. M., y Grasselly G.Y. (Eds), 2° Simposio Internacional sobre Geología y Geoquímica del Manganese, Australia. UNESCO. Hungría, 45-60.
- Borchert, H. (1980). Geology and Geochemistry of Manganese. En Varentsov, I. M., y Grasselly G.Y. (Eds), 2° Simposio Internacional sobre Geología y Geoquímica del Manganese, Australia. UNESCO. Hungría, 45-60.
- Cespón, R. (2007). Desarrollo de métodos analíticos automáticos para la determinación de metales en el medio ambiente laboral. Recuperado de: https://books.google.com.pe/books?id=BQwTqorJNIsC&pg=PA44&lpg=PA44&dq=bolsos+nadas+de+manganeso+en+depositos+sedimentarios&source=bl&ots=_vtM0YyMQb&sig=ACfU3U0SyLRAYwMix1wxv_VryWmUhfjFDA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiH7veosNfnAhWjLLkGH5ZDZQQ6AEwC3oECAsQAQ#v=onepage&q&f=false
- Coe, A. (2010). Geological Field Techniques. Reino Unido: published by Blackwell Ltd in association with The Open University.
- Cortés Álvarez, A., & Gallardo Alcayaga, B. (1998). PROYECTO MINERO Y ECONOMIA MINERA. La Serena, Chile.
- Cruz, R. (2016). Monografía del Manganese. Pachuca, México: SGM.
- Curia, M. V. (2010). Estudio fisicoquímico y catalítico del sistema Mn-O-V. La Plata, España.
- Datawheel. (2020). OEC.World. Obtenido de <https://oec.world/es/profile/bilateral-product/manganese-ore/reporter/per#subnational-data>

- DLEP. (2017). MANGANESO Y COMPUESTOS INORGÁNICOS. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE, 3-6. Obtenido de DELEP 112: <https://www.insst.es/documents/94886/288991/DLEP+112.pdf/6c24da1d-0df7-4e6b-bba0-738040c8eda1?cv=1>
- Galo, M. L. (2012). MODELO DE COSTOS PARA LA VALORIZACION DE PLANES MINEROS. Santiago de Chile.
- Katsitadze, H.; Holmgren, C. y Porro, A. (2004). Particularidades de la mineralización de Manganeso en la Provincia de Oriente, Cuba. Recuperado de: <http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2004-katsiradze%20et%20al.pdf>
- Lagos, E. (2010). Evaluación del riesgo financiero en proyectos mineros marginales. Lima - Perú.
- Leal, P. (2002). Estudio metalogenético de los yacimientos de manganeso del departamento de Sobremonte, provincia de Córdoba, Sierras Pampeanas Orientales. Argentina: Tesis de la FCNyM-UNLP. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4608>
- Leal, P. (2002). Estudio metalogenético de los yacimientos de manganeso del departamento de Sobremonte, provincia de Córdoba, Sierras Pampeanas Orientales. Argentina: Tesis de la FCNyM-UNLP. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4608>
- Liñan, J. (2016). Yacimientos sedimentarios por precipitación química. Recuperado de: <https://slideplayer.es/slide/4012421/>
- López, A. (2014). Depósitos de Mn en Camañas (Teruel): geología y mineralogía. Recuperado de: <http://zaguan.unizar.es/record/13328/files/TAZ-TFG-2014-010.pdf>
- Martínez, F., & Chuctaya, K. (2020). “ESTUDIO GEOLÓGICO PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN, DISTRITO DE NAMORA, CAJAMARCA-2020”. Cajamarca.
- Medina L., A., Nogueira R., D., Quintana T., L., & Nogueira R., C. (2003). HERRAMIENTAS ECONÓMICAS - FINANCIERAS PARA LA TOMA DE DECISIONES GERENCIALES.
- Milthon, C. (2015). “PLANIFICACION MINERA EN MINA PUCAMARCA DE MINSUR S.A.”. Lima.
- Mínero, P. (2020). Cálculo de reservas. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/58981418/CALCULO-DE-RESERVAS>

- Mordor Intelligence. (2022). Mordor Intelligence. Obtenido de <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/manganese-market>
- Naranjo, R. (2005). MODELO DE RIESGO PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICO FINANCIERA DE PROYECTOS MINEROS.
- Nicholson, K. (1992): Contrasting Mineralogical-Geochemical signatures of manganese Oxides: Guides to Metallogenesis. Economic Geology. A Special Issue Devoted to Advances in Manganese Metallogenesis., 87: 1207- 1216.
- Oblitas, J (2018). Guía de la Facultad de Ingeniería 2da versión. Perú: Universidad Privada del Norte.
- Orbasa Geología UNC (2013) Columna Estratigráfica de Cajamarca. Recuperado de: <https://sites.google.com/a/unc.edu.pe/orbasa/archivos/hidrocarburos>
- Ruiz, A. A. (2010). ECONOMÍA MINERA. Huaráz - Perú.
- Tapia, J. y Durán, P. (2015). Depósitos sedimentarios autóctonos. Recuperado de: http://www.peline.cl/wp-content/uploads/2013/08/MN632_10_2015.pdf

ANEXOS

1. Derecho Minero San Jorge de Chuchun
2. Panel de fotos de campo y recolección de muestras en campo.
3. Ensayos de laboratorio
4. Plano de Ubicación
5. Plano Geológico
6. Plano de puntos de muestreo
7. Plano de cortes de secciones
8. Plano de cortes de modelamiento

1. Derecho Minero San Jorge de Chuchun

RESUMEN DEL DERECHO MINERO

Datos Generales			
Código	060002118	Nombre	SAN JORGE DE CHUCHUN
Fecha de Formulación	24/05/2018	Situación	VIGENTE
Procedimiento	TITULADO(CONCESION)	Tipo	PETITORIO (D.LEG. 708)
Has. Formuladas	100.00	Sustancia	METALICA
Has. Rectificadas		Has. Formadas	
Has. Reducidas		Has. Disponibles	
Ubicación	ARCHIVO CENTRAL desde el 11/05/2021		

Titular Referencial			
Tipo	Nombre de Razón Social	Dirección	% Participación
NATURAL	PEDRO ALBERTO PAJARES ABANTO	PASAJE BETA C-11 URB.DOCENTES UNC CAJAMARCA/CAJAMARCA/CAJAMARCA	100

Demarcaciones			
Departamento	Provincia	Distrito	
CAJAMARCA	CAJAMARCA	NAMORA	

Cartas		
Código	Descripción	Zona UTM
15-G	SAN MARCOS	17

Coordenadas WGS84		
Vertice	Norte	Este
1	9,207,000.00	795,000.00
2	9,206,000.00	795,000.00
3	9,206,000.00	794,000.00
4	9,207,000.00	794,000.00



Pagos						
Nro. Recibo	Monto	Fecha Pago	Nro. Cuenta	Banco	Concepto	
05348600700959	S/ 415.00	23/05/2018	000282707	LA NACION	Tramite	
6320500700019	US\$ 300.00	23/05/2018	070362957784	SCOTIABANK PERÚ S.A.A.	Vigencia	

Resoluciones				
Nro. Resolución	Fec. Resolución	Decisión	Plazo	
002612-2019-DCM	14/08/2019	CONCESION MINERA	15 dias	
DCM	07/01/2019	EXPIDASE LOS CARTELES	30 dias	
DCM	14/11/2018	PONGASE EN CONOCIMIENTO DEL INTERESADO LO RESUELTO		

Escritos

<i>Escrito</i>	<i>Sede</i>	<i>Trámite</i>	<i>E. Presentación</i>	<i>Contenido</i>	<i>Razon Social</i>
0100443719T	LIMA	TRAMITE P.O.M.	28/05/2019	OFICIO REMITE OPINION	MINISTERIO DE
0600000419T	CAJAMARC	TRAMITE P.O.M.	07/02/2019	ADJ. PUBLICACION: EL PERUANO Y DIARIO LOCAL	PEDRO ALBERTO
0600003318T	CAJAMARC	TRAMITE P.O.M.	23/11/2018	SUBSANACION DE REQUERIMIENTOS (CAMBIO DE NOMBRE, RUC, ESTADO CIVIL, DATOS CÓNYUGE)	PEDRO ALBERTO

COPIA INFORMATIVA
 Emitida a través de consultas por internet. No tiene validez para trámites administrativos, judiciales u otros.

2. Panel de fotos de campo y recolección de muestras en campo.



Foto 1: Punto de muestra obtenida de uno de los afloramientos de Mn mediante el método de canales, consta de realizar el muestreo en base a un canal de mineralización



Foto 2: Punto de muestreo obtenida de uno de los afloramientos de Mn mediante el método de puntos o rock chips, consta de realizar el muestreo en diferentes puntos de mineralización



Foto 3: Sección tomando rumbo y buzamiento para poder realizar el cálculo de reservas mediante el método de secciones



Foto 4: Levantamiento topográfico utilizando dron modelo PHANTHOM 4 PRO

3. Ensayos de laboratorio



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
CELULAR : 948818861

ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M1
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-1	1.59	2.42	13.62	0.23	16.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-1	44.40	14.68	0.06

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


Inga Mónica Mosquera Estrada
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M2
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-2	1.63	2.12	14.23	0.21	15.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-2	42.35	13.68	0.05

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


 Ing. MSc. Jorge Mosquera Estrocy
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 27664

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M3
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-3	1.57	2.42	14.12	0.15	19.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-3	43.70	14.13	0.05

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


 Ing. MSc. Hugo Mosquera Estay
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 27864



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
 Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
 PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
 CELULAR : 948818861

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M4
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-4	1.62	2.59	13.26	0.26	17.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-4	44.40	14.68	0.06

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


 Ing. MSc. Hugo Mosquera Estay
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 27664



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
 Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
 PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
 CELULAR : 948818861

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M5
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-5	1.63	2.48	13.61	0.21	16.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-5	43.25	14.16	0.05

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


 Ing. MSc. Hugo Mosquera Estay
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 27664



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
 Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
 PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
 CELULAR : 948818861

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M6
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-6	1.73	2.46	13.56	0.28	15.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-6	44.52	14.02	0.06

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.

Ing. Miro Mago Mospocho Estrella
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M7
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-7	1.74	2.67	14.57	0.25	16.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-7	42.52	13.35	0.06

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


 Ing. MSc. Hugo Mosquera Estigarribia
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 27664

ANÁLISIS FISIQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M8
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-8	1.67	2.22	12.98	0.21	18.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-8	41.10	14.25	0.07

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.



Ing. MSc. Hugo Mosquera Estigarribia
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M9
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-9	1.69	2.39	14.13	0.28	18.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO(Mn)	FIERRO(Fe)	FÓSFORO(P)
M-9	40.13	13.46	0.06

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


 Ing. Miso Hugo Mosquera Estrada
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 27664



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
 Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
 Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
 Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
 PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
 CELULAR : 948818861

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE MINERAL DE MANGANESO

SOLICITA: WILSON AYAY DONATO
TESIS: "EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN"
PROCEDENCIA: CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN- NAMORA- CAJAMARCA- 2022
MUESTRA: M10
FECHA: 22/01/2023

A) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MINERAL

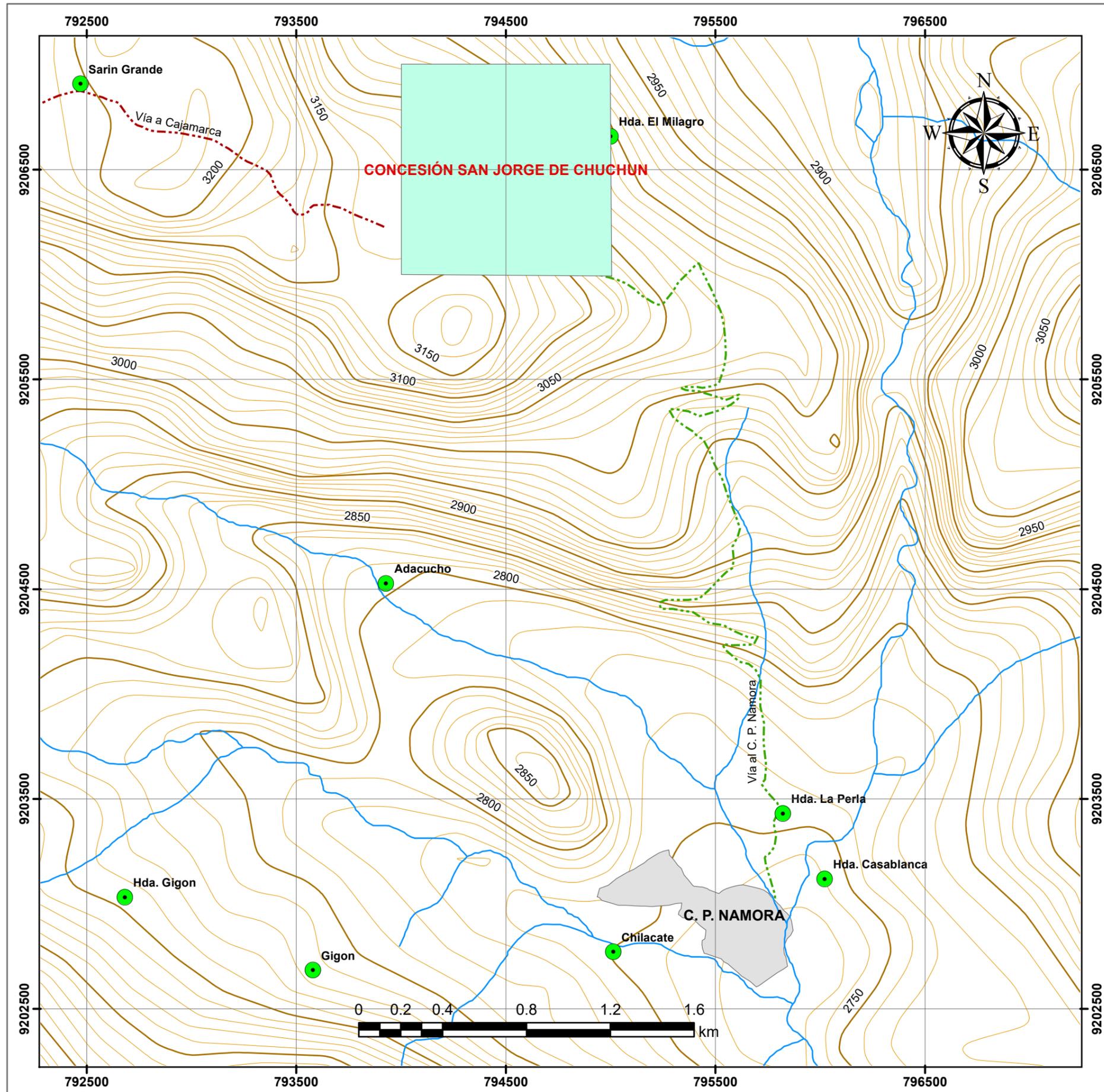
MUESTRA	CONTENIDO EN %				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	BaO	Humedad%
M-10	1.68	2.66	13.27	0.19	19.00

B) COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MANGANESO Y OTROS ELEMENTOS

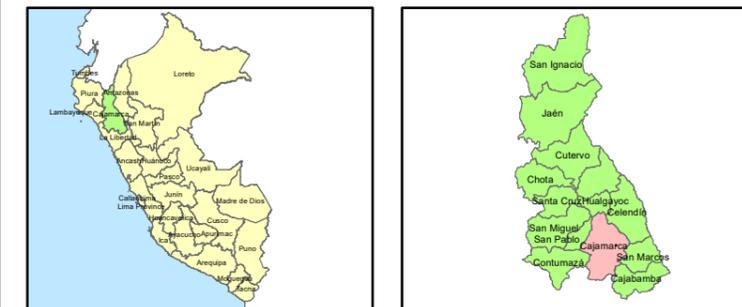
COMPONENTE QUÍMICO	CONTENIDO EN %		
	MANGANESO (Mn)	FIERRO (Fe)	FÓSFORO (P)
M-10	44.10	14.23	0.03

Nota: La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


 Ing. MSc. Hugo Mosquera Estrover
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP 27664



MAPA DE UBICACIÓN



LEYENDA

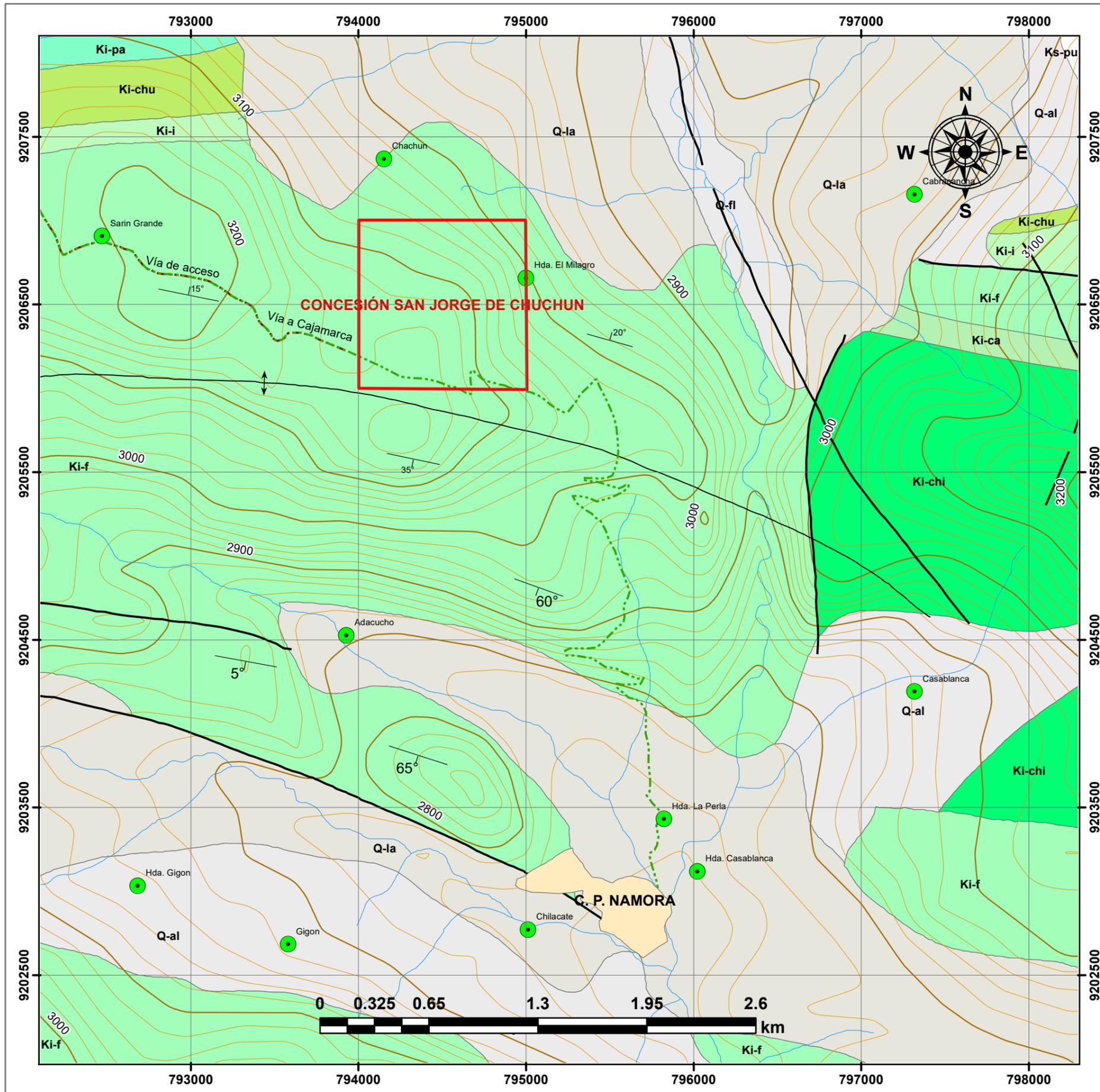
- Centro Poblado
- Drenaje
- Curvas Mayores
- Curvas Menores
- Vía a Cajamarca
- Vía al C. P. Namora
- Zona de Estudio
- C. P. Namora

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
 Facultad de Ingeniería
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS: **EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN, NAMORA-CAJAMARCA**

PLANO: **UBICACIÓN**

ASESOR: M. Cs. Ing. Roberto Gonzales Yana	DISTRITO: Namora	PLANO N°:
TESISTA: Bach. Wilson Ayay Donato	PROVINCIA: Cajamarca	01
ESCALA: 1/20000	FECHA: Junio 2023	



LEYENDA

	Ki-ca
	Ki-chi
	Ki-chu
	Ki-f
	Ki-i
	Ki-pa
	Q-al
	Q-fl
	Q-la

SIMBOLOGÍA

	Centro Poblado
	Rumbo y buzamiento de estratos
	Falla Normal
	Eje de anticlinal
	Curvas Mayores
	Curvas Menores
	Vía a Cajamarca
	Vía al C. P. Namora
	Drenaje
	Zona de Estudio
	C. P. Namora

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA Facultad de Ingeniería ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS	
TESIS: EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN, NAMORA-CAJAMARCA	
PLANO: GEOLOGICO	
ASESOR: M. Cs. Ing. Roberto Gonzales Yana	DISTRITO: Namora
TESISTA: Bach. Wilson Ayay Donato	PROVINCIA: Cajamarca
ESCALA: 1/25000	FECHA: Junio 2023
DATUM: WGS1984_Z17S	02

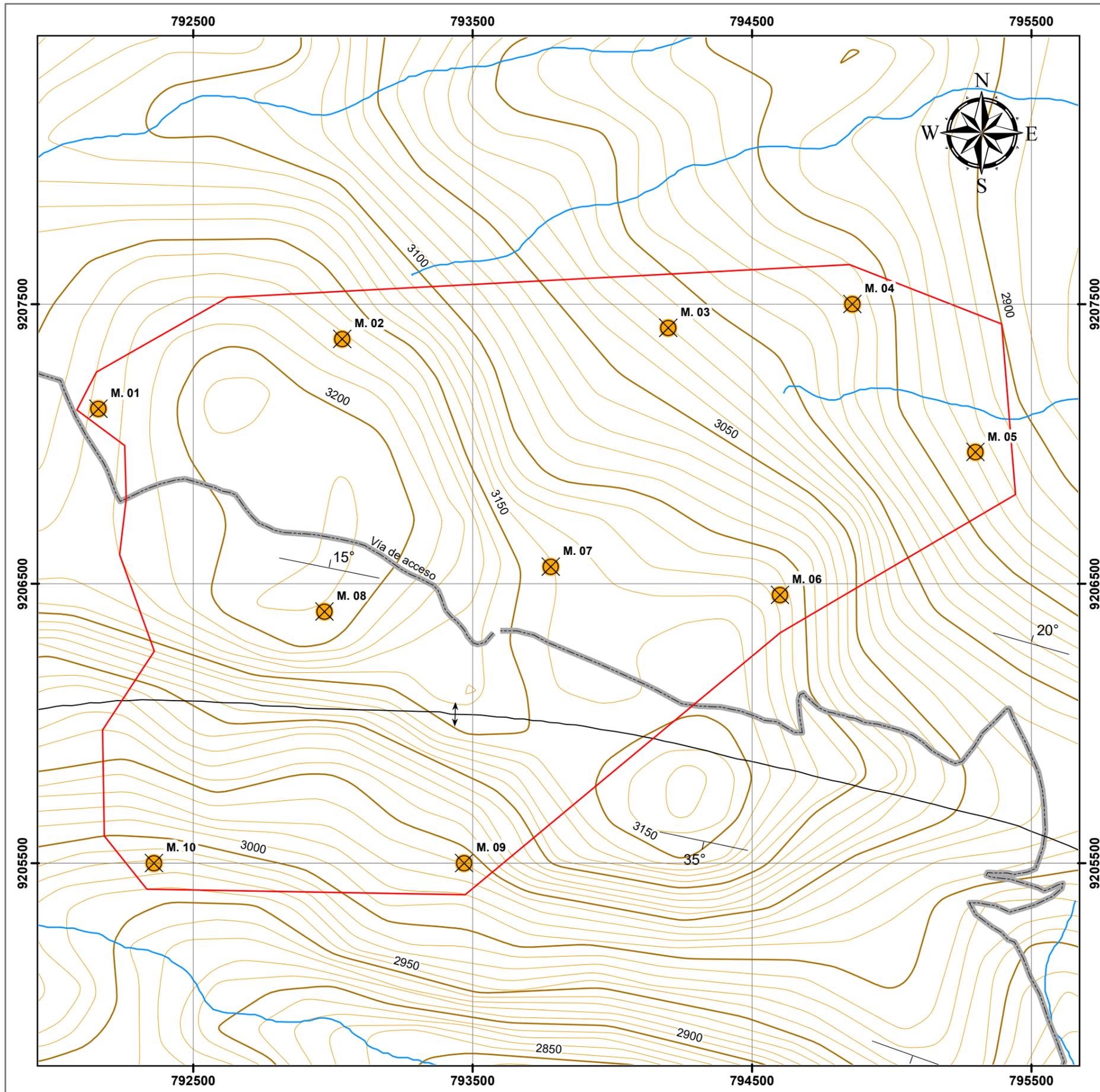


TABLA RESUMEN DE MUESTREO

PUNTO	ESTE	NORTE	CÓDIGO
1	792160	9207125	M. 01
2	793033	9207375	M. 02
3	794200	9207415	M. 03
4	794860	9207500	M. 04
5	795300	9206970	M. 05
6	794600	9206460	M. 06
7	793780	9206560	M. 07
8	792970	9206400	M. 08
9	793470	9205500	M. 09
10	792360	9205500	M. 10

LEYENDA

- Puntos de muestreo
- Rumbo y buzamiento de estratos
- Eje de anticlinal
- Curvas Mayores
- Curvas Menores
- Vía de acceso
- Drenaje
- Zona de manganeso



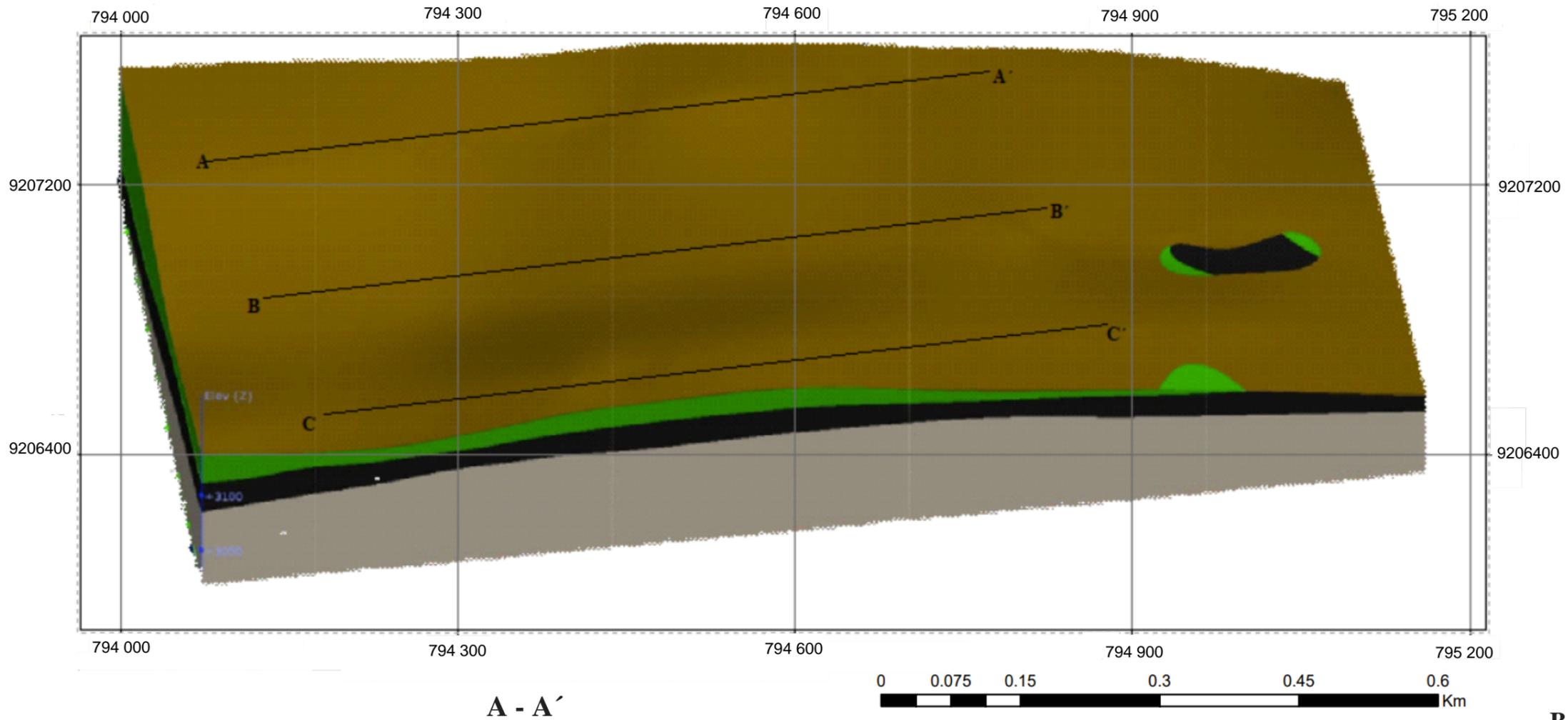
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Facultad de Ingeniería
 ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

TESIS: EVALUACIÓN ECONÓMICA PARA LA EXPLOTACIÓN DE MANGANESO EN LA CONCESIÓN SAN JORGE DE CHUCHUN, NAMORA-CAJAMARCA

PLANO: **PLANO DE MUESTREO**

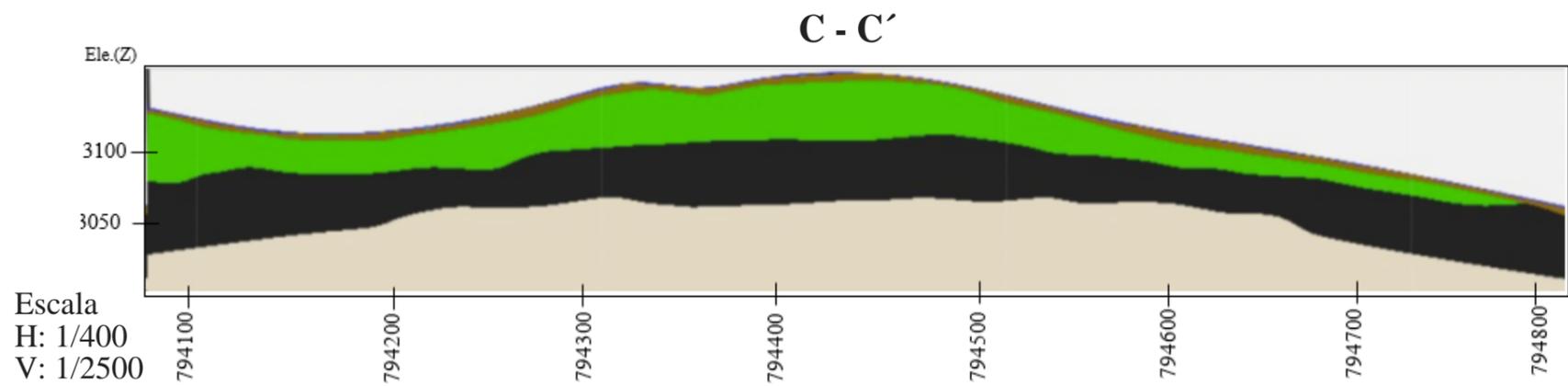
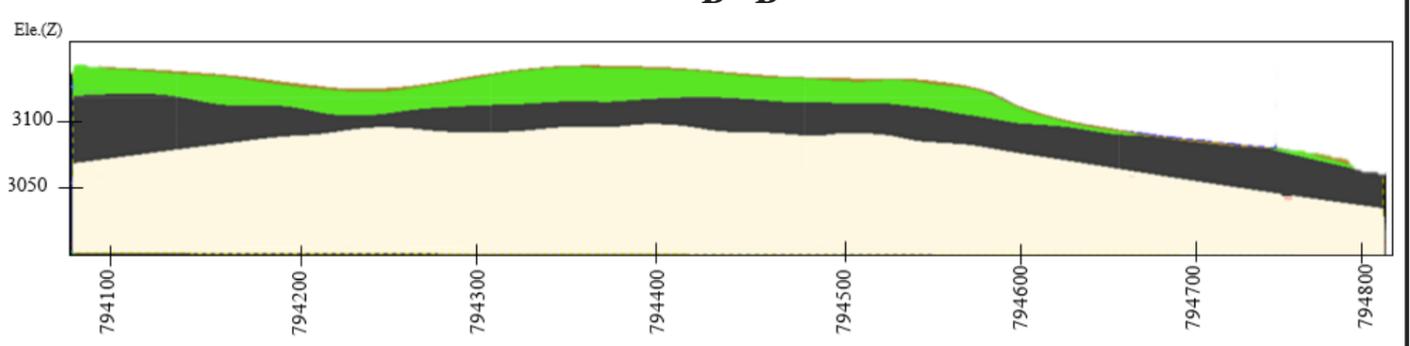
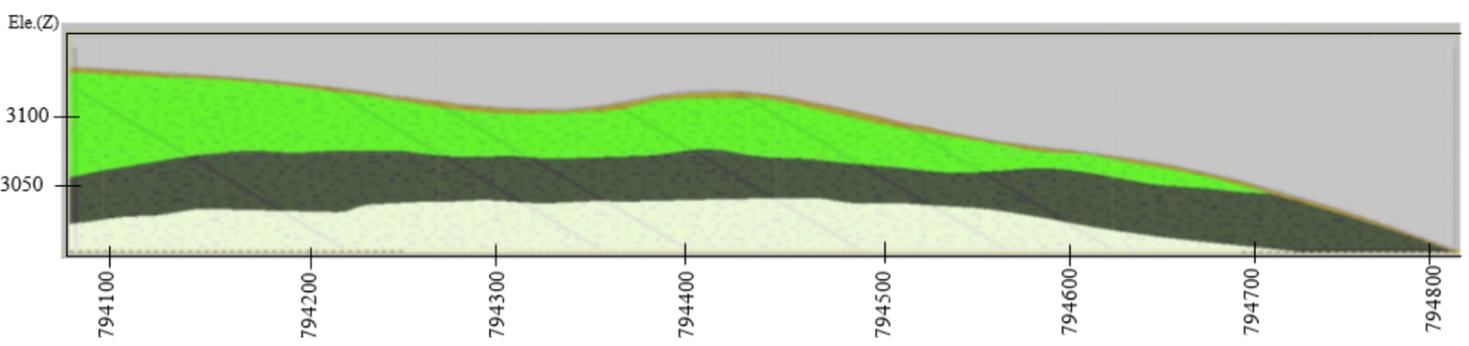
ASESOR: M. Cs. Ing. Roberto Gonzales Yana	DISTRITO: Namora	03
TESISTA: Bach. Wilson Ayay Donato	PROVINCIA: Cajamarca	
ESCALA: 1/15000	FECHA: Junio 2023	

CORTES DE SECCIONES DE LA CONCESION SAN JORGE



LEYENDA

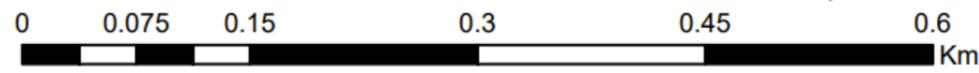
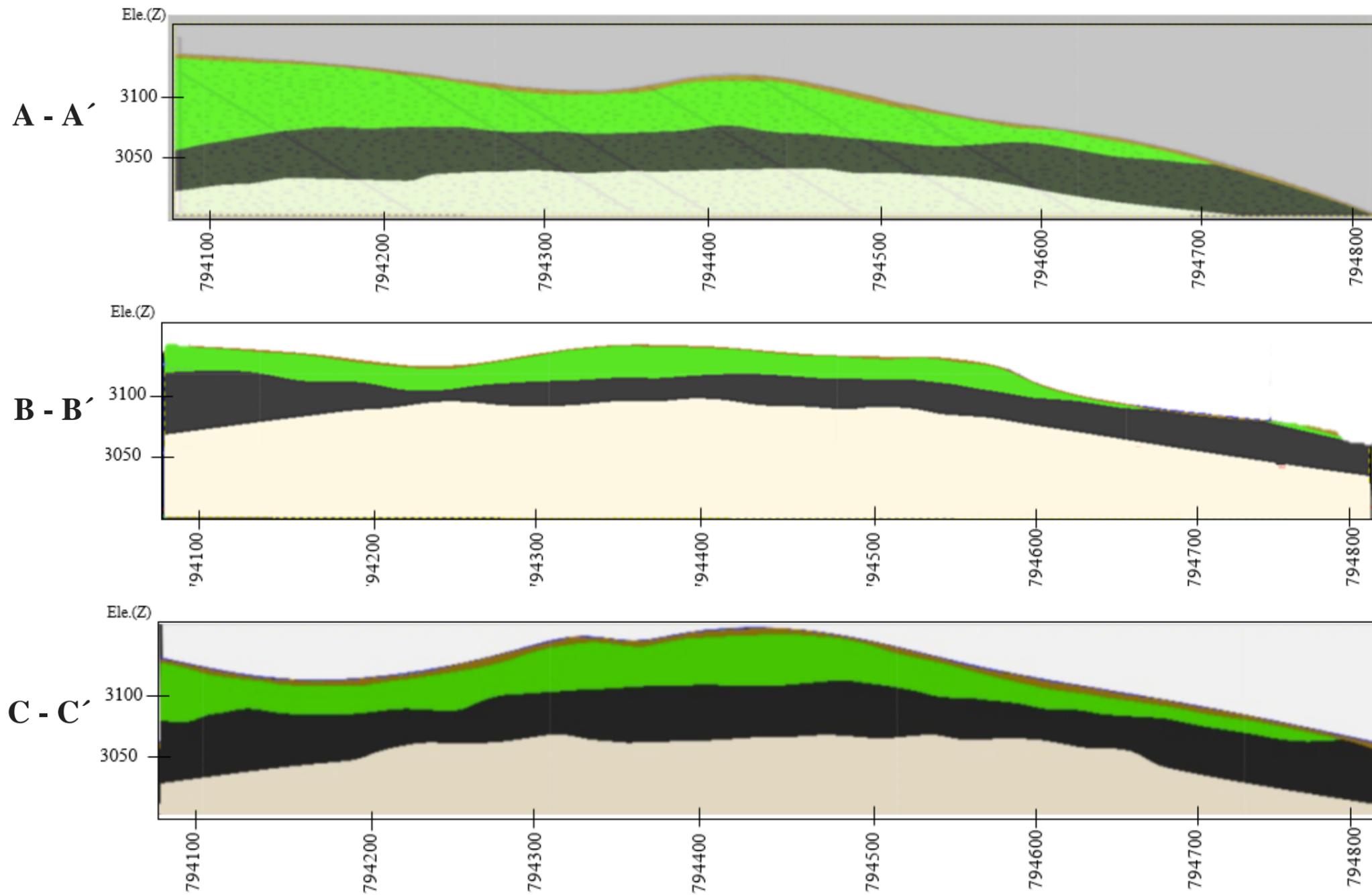
- Manganese
- Margas
- Topsoil
- Arenisca



Escala
H: 1/400
V: 1/2500

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA			
FACULTAD DE INGENIERIA - EAP DE INGENIERIA DE MINAS			
TESIS:	EVALUACION ECONOMICA PARA LA EPXLOTACION DE MANGANESO EN LA CONCESION SAN JORGE DE CHUCHUN, NAMORA-CAJAMARCA		
PLANO:	Cortes de secciones	DATUM:	WGS 84_17S
ASESOR:	M.Cs.Ing. Roberto Gonzales Yana	DISTRITO:	Namora
TESISTA:	Bach. Wilson Ayay Donato	PROVINCIA:	Cajamarca
ESCALA:	1:2000	FECHA:	Junio 2023
			04

CORTES DE SECCIONES DE LA CONCESION SAN JORGE



LEYENDA	
Formación Farrat	<p>Arenisca Areniscas, cuarcitas blanquecinas y marrones bien estratificadas en capas medianas e intercaladas con horizontes de lutitas (margas) grises, marrones y rosadas.</p> <p>Topsoil</p> <p>Margas</p> <p>Manganeso</p>

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA 	
FACULTAD DE INGENIERIA - EAP DE INGENIERIA DE MINAS	
TESIS:	EVALUACION ECONOMICA PARA LA EPXLOTACION DE MANGANESO EN LA CONCESION SAN JORGE DE CHUCHUN, NAMORA-CAJAMARCA
PLANO:	Cortes de Modelamiento
ASESOR:	M.Cs.Ing. Roberto Gonzales Yana
TESISTA	Bach. Wilson Ayay Donato
ESCALA:	1:2000
DATUM:	WGS 84_17S
DISTRITO:	Namora
PROVINCIA:	Cajamarca
FECHA:	Junio 2023
PLANO N°:	05