

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

ESCUELA DE POSGRADO



Business Consulting Compañía Minera Raura

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGÍSTER EN
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO
POR LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

PRESENTADA POR

Belón Rojas José Antonio , DNI: 42916973

Mena Maguiña Brenner Antonio, DNI: 31655324

Rivas Janqui Eimar DNI: 10689909

ASESOR

Nicolás Andrés Núñez Morales, DNI: 49011442

ORCID 0000-0003-2193-3830

JURADO

Veliz Palomino, José Carlos

Salas Díaz, Daniel Eduardo

Núñez Morales, Nicolás Andrés

Surco, octubre 2022

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos a Dios por la gracia de poder despertar cada día y disfrutar de la cercanía de nuestros seres queridos, a todos los profesores de CENTRUM por las enseñanzas compartidas y el tiempo brindando sus experiencias profesionales, permitiendo ampliar nuestros conocimientos y perspectivas en el mundo de los negocios.

Un reconocimiento especial a nuestro asesor de tesis, el profesor Nicolas Nuñez Morales, por dedicar su tiempo en la mejora continua de nuestro proyecto.

A nuestros familiares, por su paciencia, comprensión y apoyo durante la duración del programa de la maestría. Finalmente, a todos los compañeros de nuestra promoción MBA Gerencial Internacional CXLIX por los aportes de sus experiencias profesionales y el enriquecimiento académico que aportaron para nuestro crecimiento profesional.

Dedicatorias

Gracias a Dios en primer lugar por permitir conseguir mis objetivos. A mi esposa por su apoyo constante y a mis hijos por iluminar mis días con su sonrisa. A los docentes de la escuela de negocio Centrum PUCP por la calidad y nivel de enseñanza brindado en este tiempo.

José Antonio Belon Rojas

Doy gracias a Dios por un día más de vida que me permite disfrutar de su hermosa e infinita bondad, me entregó unos maravillosos padres, estoy seguro que mi madre Isabel Aquila Maguiña Soto que desde el cielo, está orgullosa, mi Padre Emiliano Antonio Mena Maguiña que me supo inculcar la motivación necesaria para afrontar la vida con dignidad, a la universidad Católica por la oportunidad que me entrega al presentar el trabajo con la metodología necesaria para la sociedad y así penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

Brenner Antonio Mena Maguiña

A Dios, por haberme bendecido siempre. A mis padre Jesús por su apoyo incondicional y firmeza, a mi madre Olinda por su amor y comprensión, a mis hermanos Yonel, Gerald y Zulma por haberme acompañado durante mi camino y logros en la vida. También agradezco a mi esposa Kiara e hija Zoe por su comprensión y paciencia durante esta etapa ardua y sacrificada de estudios, finalmente agradecer a mis profesores y compañeros de la “Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI” que siempre me recordaron la importancia de seguir aprendiendo y capacitándome durante la etapa de profesional y no conformarse con el título de Ingeniero.

Rivas Janqui, Eimar

Resumen Ejecutivo

Compañía Minera Raura se encuentra ubicada en el departamento de Huánuco. La forma de explotación es subterránea polimetálica que produce zinc, cobre, plomo y plata. El objetivo de la consultoría fue identificar los principales problemas que afectan el margen operativo de la Unidad Minera como consecuencia de la contaminación con sulfuros y humedad en los finos de minerales comercializados. El primer paso fue realizar un análisis del contexto externo de la empresa utilizando el análisis PESTEL. Luego se realizó un análisis del contexto interno de la empresa utilizando la metodología AMOFHIT para detectar una lista de problemas de factores internos y externos. Posteriormente se utilizó la metodología de Diagrama de Pareto con el objetivo de identificar los problemas principales que afectan la utilidad operativa, quedando tres problemas: (a) procesos ineficientes en la clasificación del mineral, (b) mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado y (c) no se cumple con la producción diaria de finos de mineral.

Asimismo, se utilizó la matriz de complejidad versus beneficios estableciendo el impacto en la utilidad operativa como criterio de análisis (EERR) y se identificó como problema principal los procesos ineficientes en la clasificación del mineral. Luego se evaluaron las alternativas de solución al problema principal, concluyendo que la implementación de una planta Ore Sorting en el proceso de transformación de mineral es la solución más rentable y eficiente. Luego se realizó un análisis financiero del proyecto, así como la identificación de sus principales indicadores de gestión. Se tomó en consideración el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Tasa Interna de Retorno Modificada (TIR_m) y Beneficio Costo como los principales indicadores financieros. Finalmente, se realizó un análisis de sensibilidad del proyecto considerando la variación en los precios internacionales de los metales comparándolos con las ventas proyectadas, las variaciones en el CAPEX, OPEX y costo de ventas.

Abstract

The Mining Company Raura located in the copper department of Huánuco. The way of exploitation is polymetallic underground that produces zinc, lead, and silver. The objective of the consultancy was to identify the main problems that impact the operating margin of the Mining Unit as a result of contamination with sulfides and moisture in the commercialized mineral fines. The first step was performing an analysis, using PESTEL, of the external context of the company analysis. Then, performing the analysis using AMOFHIT of the internal context of the company, finds out a list of issues of internal and external factors. Subsequently, to identify the main problems influencing the operating profit, It used the Pareto Diagram Methodology. Revealing three issues: (a) Inefficient processes at the classification of the ore, (b) Greater pouring of tailings compared to what went intended, and (c) the not fulfilling the daily production of ore fines.

In the same way, the complexity matrix against the benefits that the impact on operating profit will provide as an analysis criterion (EERR) will improve identifying the inefficient processes in mineral classification as the main problem. Later, the alternative solutions to the main problem went evaluated to promote the acquisition of mineral selection equipment (Ore Sorter) as the viable solution. Based on it, an estimation of the investment's costs, time, risks, and main success factors that involve the use of the project went made. The identification of the principal management indicators of the project too. Then, using the Present Net Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Modified Internal Rate of Return (IRR), and Cost-Benefit as the primary financial indicators of the project. Finally, it performed an analysis of the sensibility of the project considering the variation in the international prices of metals, comparing them with the projected sales and the variations in CAPEX, OPEX, and cost of sales.

Tabla de Contenidos

Lista de Tablas	ix
Lista de Figuras.....	x
Capítulo I: Situación General de la Empresa.....	1
1.1 Presentación de la Empresa.....	1
1.2 Modelo de Negocio	8
1.3 Análisis del Sector Industrial.	9
1.4 Análisis del Contexto Externo de la Empresa (Oportunidades y amenazas)	11
1.4.1 Político.....	12
1.4.2 Económico.....	12
1.4.3 Social.....	14
1.4.4 Tecnológico	15
1.4.5 Legal y Ambiental	16
1.5 Análisis del Contexto Interno de la Empresa (Fortalezas y debilidades).....	17
1.5.1 Administración	19
1.5.2 Marketing y Ventas.....	19
1.5.3 Operaciones/Producción y Logística	20
1.5.4 Finanzas y Contabilidad.....	20
1.5.5 Recursos Humanos.....	20
1.5.6 Sistemas de Información y Comunicaciones.....	21
1.5.7 Tecnología, Investigación y Desarrollo.....	21
1.6 Conclusión.....	21
Capítulo II: Diagnóstico Empresarial y Problema Principal	23
2.1 Metodología de Trabajo	23
2.1.1 Diagnostico de la Unidad Minera.....	23

2.2 Lista de Problemas	24
2.3 Matriz de Complejidad Versus Beneficio	28
2.3.1 Complejidad	29
2.3.2 Beneficio.....	29
2.4 Problema Principal	31
Capítulo III: Determinación de Causas del Problema Principal.....	32
3.1 Causas Inmediatas Identificadas	32
3.1.1 Personas.....	32
3.1.2 Operaciones	34
3.1.3 Marketing	34
3.1.4 Administración (Recursos Humanos).....	35
3.1.5 Entorno Tecnológico-Ambiental	35
3.2 Matriz Priorización Causa-Raíz	37
3.2.1 Factibilidad.....	37
3.2.2 Beneficio.....	37
3.2.3 Resultado	40
3.3 Conclusión.....	40
Capítulo IV: Alternativas de Solución	41
4.1 Alternativas de Solución Identificadas.....	41
4.1.1 Apoyo Psicológico para Fortalecer Emociones (Control Administrativo).....	42
4.1.2 Auditorias y Revisión de Estándares, Procedimientos	43
4.1.3 Adquisición de Equipos de Selección de Mineral (Ore Sorter)	43
4.2 Evaluación de las Alternativas de Solución	43
4.3 Solución Propuesta.....	46
Capítulo V: Plan de Implementación y Factores Clave de Éxito	48

5.1 Definiciones Claves	48
5.2 Balanced Scorecard	50
5.3 Plan de Implementación (Gantt) y Presupuesto	50
5.3.1 Plan de Implementación (Gantt).....	50
5.3.2 Presupuesto	55
5.4 Factores Claves de Éxito	55
5.4.1 Habilitadores.....	58
5.4.2 Riesgos	59
5.5 Conclusiones	61
Capítulo VI: Resultados Esperados	62
6.1 Resultados esperados del Plan de Implementación.....	62
6.2 Recuperación de la Inversión	62
6.2.1 Análisis de Sensibilidad	63
6.2.2 Análisis de Escenarios	68
Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones	71
7.1 Conclusiones	71
7.2 Recomendaciones.....	73
Referencias.....	74
Apéndice A: Guía de Entrevista	77
Apéndice B: Encuesta Formulario de Preguntas	79
Apéndice C: Tabla Técnica de Análisis Sistemático de las Causas	81
Apéndice D: Formulario Google.....	82
Apéndice E: Tabla Siscat.....	83

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Evaluación de la Matriz de los Factores Internos de la Empresa</i>	18
Tabla 2 <i>Lista de Entrevistados</i>	24
Tabla 3 <i>Tabla de Valoración de los Principales Problemas con Alto Impacto en las Operaciones</i>	27
Tabla 4 <i>Puntaje Elegido Según Criterio Elegido</i>	30
Tabla 5 <i>Elección de Criterios Matriz de Holmes</i>	30
Tabla 6 <i>Matriz de Valoración de Causas</i>	36
Tabla 7 <i>Matriz de Evaluación de Factibilidad</i>	38
Tabla 8 <i>Tabla de Evaluación de Beneficio</i>	39
Tabla 9 <i>Relación de Causas con los Factores</i>	42
Tabla 10 <i>Soluciones a las Causas Básicas Detectadas</i>	42
Tabla 11 <i>Posibles Escenarios y Rentabilidades Asociadas</i>	44
Tabla 12 <i>Tabla de Valoración de las Alternativas de Solución</i>	45
Tabla 13 <i>BSC Proyecto Planta Ore Sorting</i>	51
Tabla 14 <i>Costos Directos e Indirectos e Inversión para Proyecto Planta Ore Sorting</i>	56
Tabla 15 <i>Incremento de Ventas Proyectadas al 2032</i>	62
Tabla 16 <i>Flujo de Caja Libre</i>	64
Tabla 17 <i>Indicadores de Viabilidad</i>	65
Tabla 18 <i>Análisis del Payback</i>	65
Tabla 19 <i>Variación de Valores del Precio de los Metales</i>	67
Tabla 20 <i>Cuadro de Análisis de Sensibilidad</i>	67
Tabla 21 <i>Análisis de Sensibilidad</i>	67
Tabla 22 <i>Análisis de Escenarios 1</i>	69
Tabla 23 <i>Análisis de Escenarios 2</i>	70

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Principales Actividades del Grupo BRECA</i>	1
Figura 2 <i>Ubicación Geográfica de Raura</i>	2
Figura 3 <i>Valores de la Compañía Minera Raura</i>	3
Figura 4 <i>Línea de Tiempo de las Principales Actividades</i>	4
Figura 5 <i>Mapa Geológico del Yacimiento Encontrado</i>	5
Figura 6 <i>Cambio en el Método de Trabajo</i>	5
Figura 7 <i>Costo de Producción en el Proceso de Mina</i>	6
Figura 8 <i>Cash Cost en la Producción de Mina</i>	6
Figura 9 <i>Numero de Accidente e Indicadores (2008-2018)</i>	7
Figura 10 <i>Business Model Canvas Del Modelo de Negocio Minera Raura</i>	10
Figura 11 <i>Diagrama de Pareto de los Principales Problemas</i>	28
Figura 12 <i>Diagrama de Ishikawa</i>	33
Figura 13 <i>Determinación de las Causas Inmediatas y Causas Básicas</i>	41
Figura 14 <i>Diagrama de Flujo en el Proceso de Chancado</i>	47
Figura 15 <i>Método de Diagramación por Precedencia (PDM)</i>	49
Figura 16 <i>Cronograma (Gantt) Proyecto Planta Ore Sorting</i>	53
Figura 17 <i>Resumen de Actividades y Responsables Cronograma (Gantt) Proyecto Planta Ore Sorting</i>	54
Figura 18 <i>Ciclo de Vida de un Proyecto</i>	57
Figura 19 <i>Descripción de la Inversión</i>	59

Capítulo I: Situación General de la Empresa

1.1 Presentación de la Empresa

La Compañía minera “Acumulación Raura” pertenece al Grupo Breca (contracción de Brescia-Cafferata). Sus fundadores, don Fortunato Brescia y su esposa, doña María Catalina Cafferata (hija del empresario minero y cónsul de Italia en Huaraz) formaron una familia que se destaca por su vocación por el trabajo, la integridad, el ahorro y el cariño por el Perú. La Compañía creció con la adquisición del fundo Limatambo en 1917, así como la herencia de minas en los valles de Chacas y Huaraz (Áncash). En la actualidad las actividades empresariales del grupo Breca son varias. Entre ellas se encuentran la banca, seguros, retail, minería, hotelería inmobiliaria, pesca industrial, entre otros. Sus operaciones abarcan el Perú y otros países de Latinoamérica (ver Figura 1).

Figura 1

Principales Actividades del Grupo BRECA

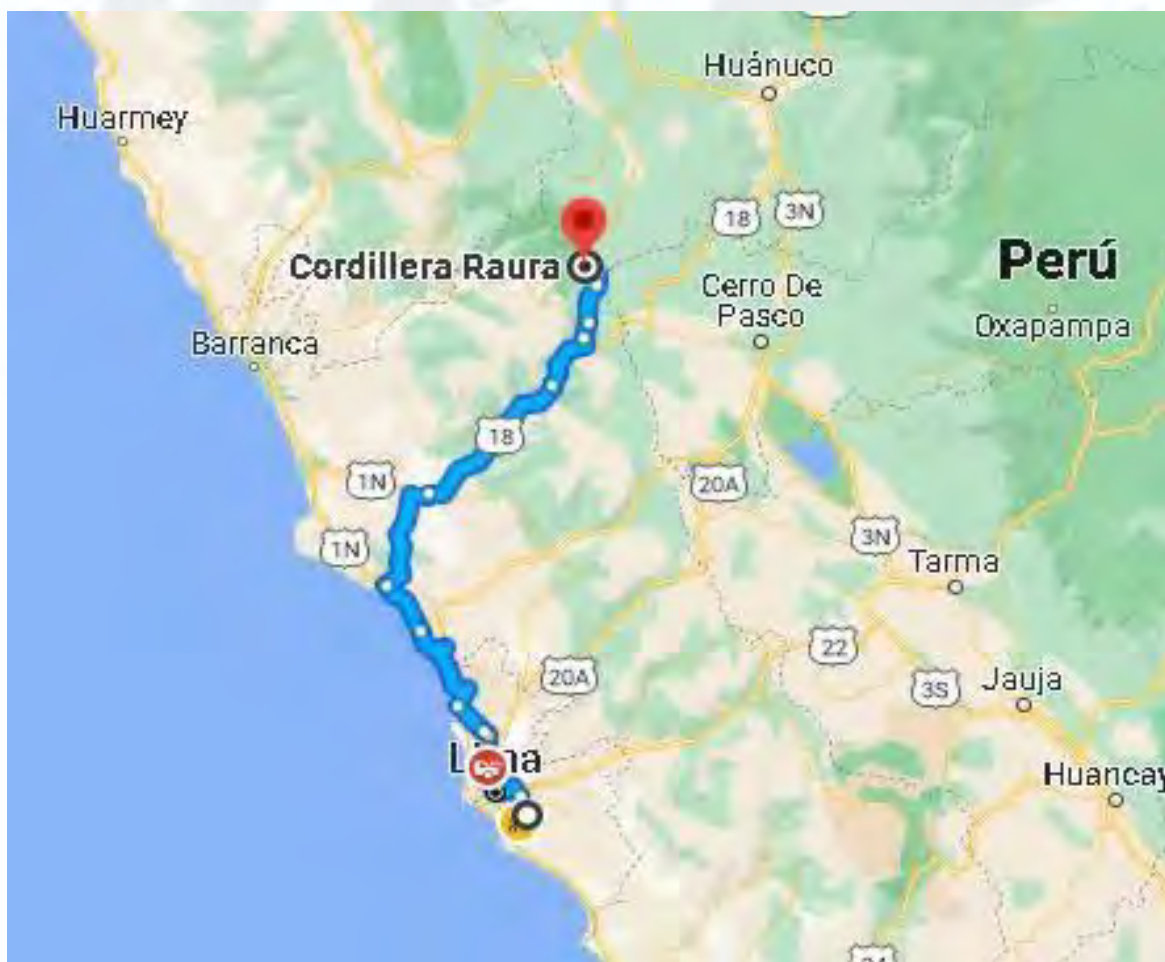


En la actualidad, la dirección del holding reca(e) sobre en un comité directivo formado por cuatro miembros de la tercera generación de la familia, quienes toman decisiones por consenso, en este contexto hablaremos de la Compañía Minera Acumulación Raura dedicada a la explotación de minerales perteneciente a la mediana minería polimetálica¹.

Raura se encuentra ubicada en el distrito de San Miguel de Cauri (Departamento de Huánuco) a 4900 msnm, sus operaciones se centran en una sola unidad denominada “Acumulación Raura”. La distancia por carretera es de 255.4 km con una duración de 4h 23m. de viaje terrestre al noreste de Lima por la carretera Lima-Sayán-Churín-Oyón.

Figura 2

Ubicación Geográfica de Raura



Nota. Ubicación Geográfica de Raura, 2022 (<https://bit.ly/36zH33u>).

¹ Polimetálico de una roca o mineral: Que contiene varios metales.

Misión. Generar valor transformando recursos minerales de manera sostenible.

Visión. Desarrollar y operar activos mineros de clase mundial, siendo un referente en términos de seguridad, eficiencia operacional, responsabilidad socioambiental y desarrollo de personas.

Valores. Nuestros valores nos guían para asegurar que nuestra gestión mantenga los más altos estándares, sentando las bases de nuestras políticas empresariales y Código Corporativo de Ética y Conducta.

Figura 3

Valores de la Compañía Minera Raura



Nota. Tomado de “Código Corporativo de Ética y Conducta,” Raura, 2020.

La Compañía minera Raura² es conocida como yacimiento desde el año 1890 y fue explotada por Simeon Dustand con una producción de 100 toneladas mensuales, el método de

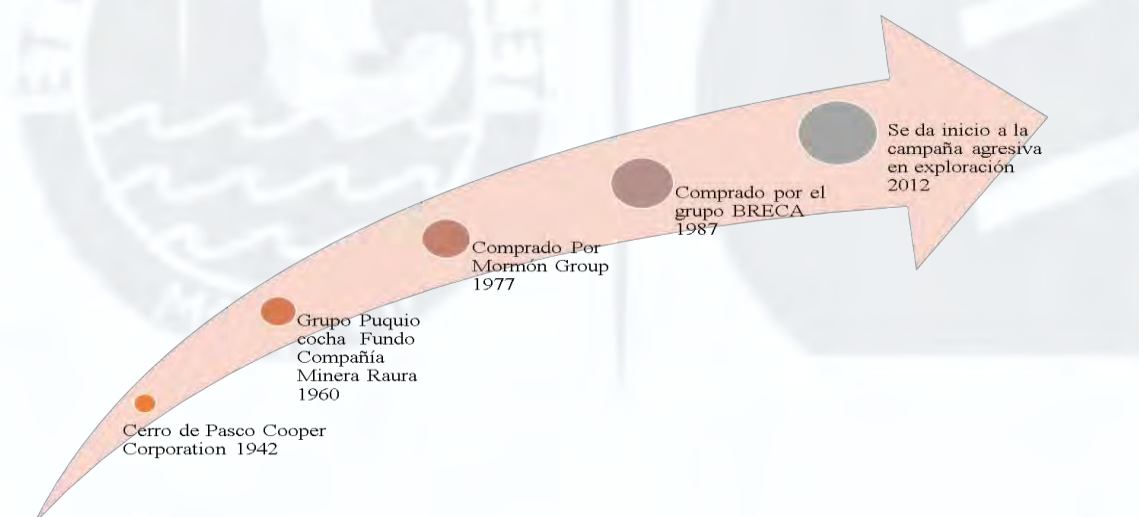
² La Cordillera Raura es una cadena de montañas que se extiende en la frontera entre los departamentos de Lima y Huánuco.

explotación era de manera convencional. A continuación, se cita algunos hechos de importancia a través del tiempo.

En el año 2015 el yacimiento minero encontrado otorgó la oportunidad de cambiar el método de minado (de convencional a altamente mecanizado) por su riqueza mineralógica en la zona. (ver Figura 4). Los estudios geológicos realizados estiman una vida útil 10 años con un ritmo de producción de 2800 toneladas diarias. En la Zona de Hadas se concentra la mayor riqueza mineralógica, el volumen encontrado es de 21'536,000 toneladas de mineral, seguida por la zona de Esperanza y Gayco con 922,000 toneladas y 759,600 toneladas de mineral.

Figura 4

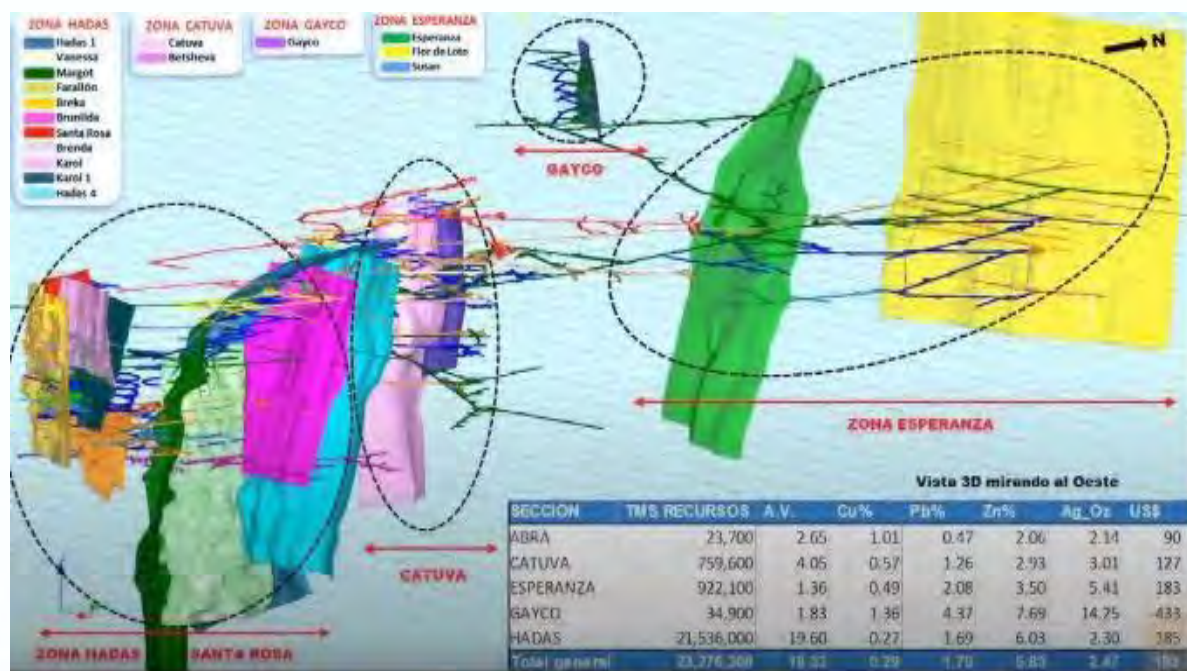
Línea de Tiempo de las Principales Actividades



En la Figura 5 se muestra la evolución del proceso operativo de la unidad minera, logrando pasar de un método de trabajo de minería convencional a operaciones con tecnología moderna; garantizando así el incremento de la productividad a través de la optimización de los procesos metalúrgicos y la ampliación de la producción con el objetivo de incrementar el volumen de explotación, logrando de esta manera que la Compañía minera Acumulación Raura tenga un crecimiento sostenido en el tiempo.

Figura 5

Mapa Geológico del Yacimiento Encontrado

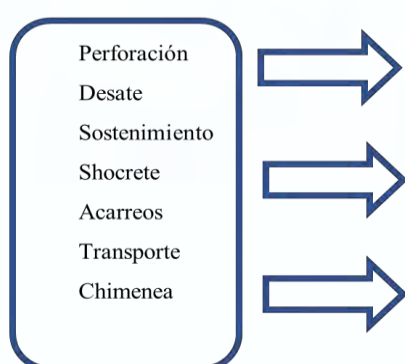


Tomado de "Área de geología," por Compañía Minera Raura, 2015.

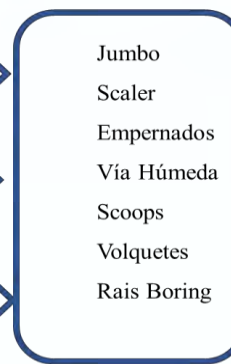
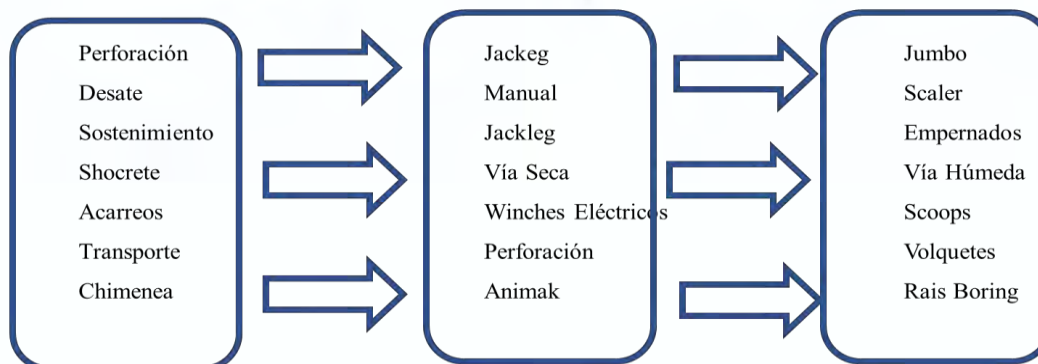
Figura 6

Cambio en el Método de Trabajo

Descripción de la Actividad



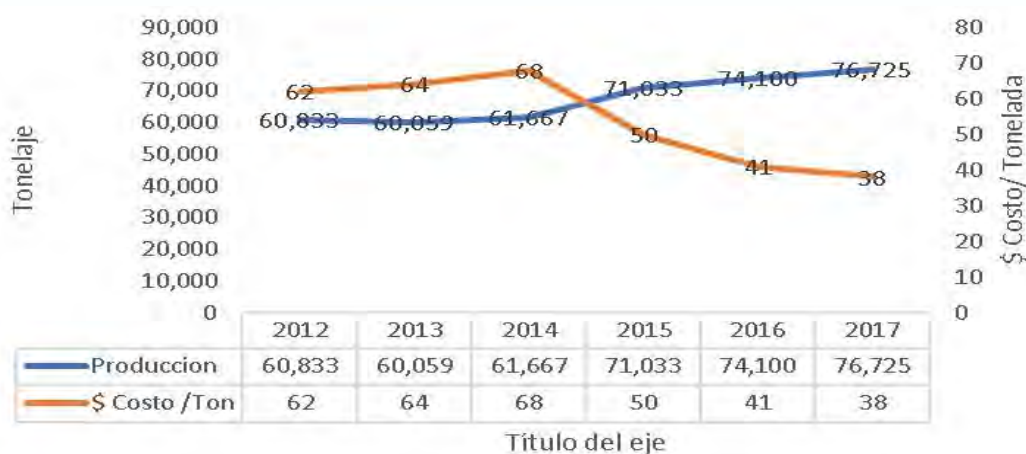
Cambios en el Método de Trabajo



Este cambio de método de trabajo tuvo un impacto radical en el costo operativo de la unidad minera, como se observa en la Figura 6 luego de los cambios realizados en el año 2014 el costo de producción disminuyó sustancialmente en los próximos años convirtiéndola en una empresa competitiva en el mercado..

Figura 7

Costo de Producción en el Proceso de Mina



Nota. Tomado de “Área de Productividad,” por Compañía Minera Raura, 2018.

Según lo expuesto el cambio en el método de trabajo trajo muchos beneficios, entre ellos: mejora de los indicadores de productividad (ver Figura 7). Asimismo es importante mencionar que todo este proceso de cambios se inició en el año 2012 con la definición del Primer Plan Estratégico el cual contempla diversas aristas de trabajo entre ellos: Mayor capacidad de inversión en la (exploración), modernizar las operaciones de la mina, optimizar procesos metalúrgicos y mejorar las condiciones de trabajo.

Figura 8

Cash Cost en la Producción de Mina

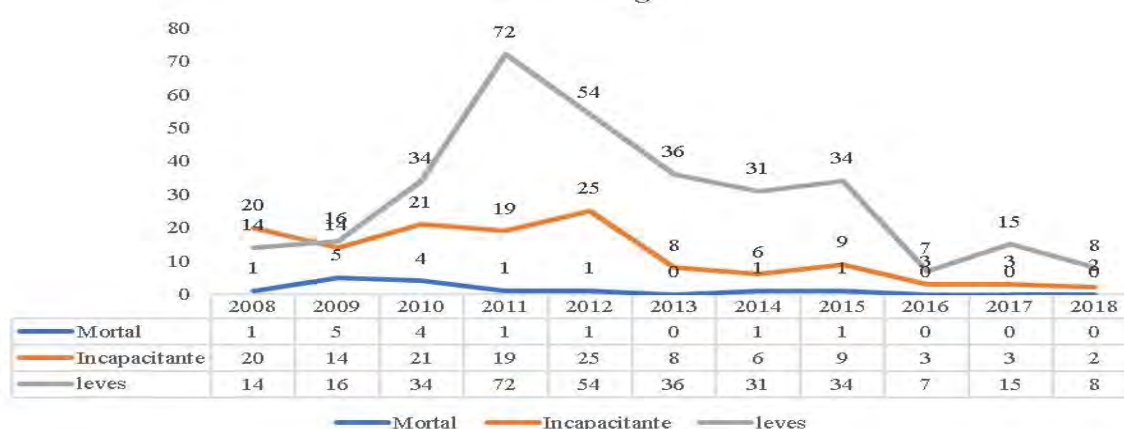


Nota. Tomado de “Área de Productividad,” por Compañía Minera Raura, 2018.

Respecto al último punto los indicadores de seguridad mejoraron notablemente, se puede apreciar que desde el año 2016 al 2018 no se tuvieron accidentes fatales (ver Figura 8). En el 2017 en la clausura del XXI Seminario Internacional de Seguridad Minera llevado a cabo en el Sheraton Lima Hotel, el ISEM³ entregó el trofeo de reconocimiento a Compañía Minera Raura, empresa que forma parte de la División de Minería del grupo Breca, por primera vez en su historia, recibió un reconocimiento de seguridad del ISEM, siendo reconocida con la Placa de Honor por lograr el tercer lugar en la categoría minería subterránea segura (Instituto de Seguridad e Higiene Minera, 2017).

Figura 9

Numero de Accidente e Indicadores (2008-2018)



Nota. Tomado de “Área de seguridad,” por Compañía Minera Raura, 2018.

Respecto a sus reservas de mineral actualmente supera los 23 millones de toneladas con las siguientes leyes de cabeza: Cu 0.27%, Pb 2.79%, Zn 5.12% y Ag 3.36 Oz/TM. (Raura C. M., 2018) Adicionalmente, Raura ha declarado la existencia de recursos inferidos⁴ por un total de 6'790,000 TM de mineral con las siguientes leyes de cabeza Cu 0.24%, Pb 2.12%, Zn 5.86% y Ag 2.42 Oz/TM con esta reserva se calcula un promedio de vida de 10 años a un ritmo de producción de 2880 Toneladas/diarias.

³ ISEM: Instituto de seguridad e Higiene Minera es una asociación privada sin fines de lucro, conformada por las empresas mineras e industriales y profesionales independientes

⁴ Recurso Inferido. - Es aquella porción del Recurso Mineral para el cual el tonelaje y ley se estiman basándose en una limitada evidencia geológica y de muestreo

1.2 Modelo de Negocio

Para conocer el modelo de negocio y la propuesta de valor de la Compañía minera acumulación Raura se ha utilizado el lienzo Canvas, definido como un modelo de negocio describe las bases sobre las que una empresa crea, proporciona y capta valor y está compuesta por nuevos módulos que se describen a continuación (ver Figura 10):

- **Propuesta de Valor:** Compañía minera Raura ofrece al mercado nacional e internacional concentrado de Plomo, Plata, Zinc y Cobre de muy buena calidad con bajos sulfuros y contaminantes.
- **Actividades Clave:** Las actividades claves son la exploración, geotecnia, perforación, minado, mantenimiento de planta y equipos, explotación, el procesamiento metalúrgico y su posterior comercialización y distribución.
- **Recursos clave:** Son las reservas probadas de mineral que ascienden a los 25 millones de toneladas métricas con altas leyes de concentración. Adicionalmente la unidad minera cuenta con equipos de perforación, acarreo, carguío de última generación y una planta concentradora con procesos y tecnología de clase mundial.
- **Socios Clave:** Tenemos como socios claves al Grupo Breca con un respaldo económico y prestigio sólido. El Estado Peruano tiene un rol preponderante por ser una actividad extractiva, que es regulada por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Las comunidades campesinas y zonas aledañas al proyecto minero tienen un impacto directo con las operaciones aportando mano de obra directa e indirecta además del alquiler de equipos y servicios especializados necesarios para el desarrollo de las operaciones. del entorno. Finalmente, el laboratorio metalúrgico para sustentar la pureza del mineral y las exploraciones geológicas.
- **Segmentos de Clientes:** Compañía Acumulación Raura por su volumen de producción está considerada como mediana minería, su concentrado es

comercializado directamente con los Traders mineros locales (Glencore, Tras).

- Relaciones con Clientes. El área central comercial de MINSUR mantiene reuniones constantes con sus principales clientes con el objetivo de estrechar lazos y establecer planes de entrega a mediano y largo plazo de los concentrados de mineral.
- Canales de distribución: Los concentrados de mineral son transportados vía terrestre al puerto de Callao ubicado en la ciudad de Lima.
- Estructura de Costo: El cash cost está compuesta por los costes de operación, gastos de administración, de exploración, de administración y demás gastos incurridos en el proceso final.
- Flujo de Ingresos: Esta constituido únicamente por la venta de los concentrados de plomo, cobre, zinc y plata.










1.3 Análisis del Sector Industrial

La actividad minera contribuye con el desarrollo de la economía del Perú, por tal (motivo) la preservación y desarrollo de nuevos proyectos mineros; las importaciones de bienes de capital minero, el flujo de las inversiones extranjeras directas dinamizan las actividades relacionadas directas e indirectas en la zona de influencia y a nivel nacional mejorando la competitividad de las empresas proveedoras y favoreciendo el desarrollo de la mano de obra especializada.

Considerando lo mencionado, en los últimos diez años la minería ha impulsado en promedio aproximadamente el 10% del PBI nacional, ha contribuido con el 60% de las exportaciones nacionales y representado el 23% en la inversión extranjera directa (Minem, 2020). Adicionalmente la minería ha tenido un impacto social positivo en las zonas de influencia mejorando su calidad de vida (gracias al canon y regalías generadas como consecuencia de la explotación de estos recursos).

Figura 10

Business Model Canvas Del Modelo de Negocio Minera Raura

<p>Socios </p> <ul style="list-style-type: none"> Desde 1987 Forma Parte de el grupo Breca Tiene el respaldo económico como acceso a precios preferenciales de los diversos grupos de proveedores La gestión operativa se realiza a través de grupo AESA Comunidades de la «zona de influencia directa» 	<p>Actividades Clave </p> <ul style="list-style-type: none"> Exploración Explotación Procesamiento Metalúrgico Comercialización 	<p>Propuesta de Valor </p> <ul style="list-style-type: none"> Compañía minera Raura Ofrece al mercado nacional e internacional concentrado de Plomo, Plata, Zinc y Cobre de muy buena calidad Los concentrados tiene bajos sulfuros y contaminantes 	<p>Relación con el Cliente </p> <ul style="list-style-type: none"> Contratos comerciales a mediano plazo 	<p>Segmentación con el Cliente </p> <ul style="list-style-type: none"> Traders de mineros locales (Glencore, Trafigura Group Pte. Ltd)
<p>Estructura de Costos </p> <ul style="list-style-type: none"> El cash cost esta compuesta por los costos de Operación, gastos de administración, de exploración, de administración y demás gastos incurridos en el proceso final. 		<p>Agentes de Ingresos </p> <ul style="list-style-type: none"> Comercialización del mineral 		
<p>Costos Eco-Sociales </p> <p>Uso de Agentes químicos y el traslado del desmonte al procesar mineral de mala calidad</p>		<p>Beneficios Eco Sociales </p> <p>Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos alineados a los objetivos de desarrollo sostenible ODS Numero 8</p>		

El 15 de marzo del 2020 a raíz del SAR COV-2⁵ se contrajo el mercado mundial, su reactivación priorizó el cuidado de la salud humana, en tal sentido se estableció una estricta cuarentena por la amenaza de la pandemia mundial que llevó a un descenso en los indicadores económicos. El PBI se contrajo 11.3% en promedio en el 2020. Estas medidas afectaron tanto a la oferta como a la demanda, lo que se tradujo en una fuerte contracción del PBI en marzo de (-16.8%) y abril (- 39.1%) (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020) . Frente a este acontecimiento, se inició la reactivación por sectores económicos en el mes de mayo del 2020, el desafío para el sector minero consistió en garantizar la continuidad de las actuales operaciones; el fomento de las exploraciones mineras; así como la continuidad en la construcción de los nuevos proyectos con los estándares y protocolos de seguridad necesarios para enfrentar el buen desarrollo de las actividades garantizando la salud y el bienestar de las personas. A diciembre del 2020 se observó una recuperación gradual llegando a una tasa positiva de 0.5 %, esta recuperación coincide con el proceso de reapertura de actividades económicas, así como el impulso fiscal a través del plan económico frente al COVID-19 (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020).

1.4 Análisis del Contexto Externo de la Empresa (Oportunidades y amenazas)

En este capítulo se realizó un análisis del macro entorno con el objetivo de identificar oportunidades y amenazas que puedan impactar en la operación de la empresa. Para realizar este análisis se utilizó el análisis PESTE (Políticas, Económicas, Sociales, Tecnológicas, y Ecológicas). Del análisis PESTE deriva la Matriz de Evaluación de Factores Externos, la cual permite conocer el impacto del entorno por medio de las oportunidades que podrían beneficiar a la organización y las amenazas que deben evitarse, además de la manera en como la organización actúa sobre estos factores (D'Alessio, 2015), en este apartado se realizará un análisis de estos factores.

⁵ SAR COV-2 Virus que causa una enfermedad respiratoria llamada enfermedad por coronavirus de 2019

1.4.1 Político

Los problemas políticos en Perú se han acentuado en la última década, presidentes envueltos en escándalos de corrupción sumados a los problemas sociales de comunidades campesinas en zonas de influencia de los asentamientos mineros han generado incertidumbre en el desarrollo de las operaciones mineras. La vacancia del presidente Martín Vizcarra; la semana en el poder de Manuel Merino; y, el frágil gobierno de transición de Francisco Sagasti en el 2020, ha generado incertidumbre en los inversionistas ocasionando que las principales clasificadoras de riesgo revalúen la calificación del Perú a niveles inferiores de años anteriores (Empresa Control Risk, 2021).

Con la llegada del presidente Merino a Palacio, su frágil período causó incertidumbre política y social deteriorando así la confianza de los inversionistas en el sector minero. En este contexto las expectativas eran muy altas en las elecciones del 2021 tanto a nivel presidencial y congresal, sin embargo, después de los primeros ocho meses de gobierno del presidente Pedro Castillo Terrones, la pugna entre el poder legislativo y ejecutivo por la vacancia, la censura de los ministros de Estado, ha debilitado la institucionalidad de ambos poderes del Estado posicionado al Perú como un país con alto grado de incertidumbre para los inversionistas. Sin embargo, en un periodo largo “ las empresas e inversionistas que implementen programas adecuados de gestión de riesgo político, social y de seguridad pueden seguir operando de manera efectiva y rentable la experiencia global de varias de las principales empresas mineras que operan en el país, dan manifiesto de lo rentable que puede significar esto aunada a la resiliencia de su talento local, ayudarán a sortear varios de los principales retos operacionales” (Empresa Control Risk , 2021, p. 1).

1.4.2 Económico

La pandemia del COVID-19, impacto a nivel mundial, los bloques económicos se contrajeron, China el lugar donde apareció el SAR-COV 2 fue el único país que tuvo un

crecimiento de 2.3 %de su PBI a nivel mundial, mientras que EEUU. tuvo una contracción de -3.5% esto debido a la paralización economía y a las políticas de confinamiento social, Japón tuvo una contracción de -4.8%. El 15 de marzo del 2020 el país paralizó sus principales actividades económicas como consecuencia de una estricta cuarentena dictada por el gobierno. Se contrajo la economía y sólo se permitió el funcionamiento de las actividades esenciales entre los principales se tiene: alimentos, productos farmacéuticos, clínicas y hospitales, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, esto tuvo como consecuencia una fuerte contracción del PBI calculado en -11.3% a diciembre de ese mismo año (Minem, 2020). Para inicios del segundo semestre del 2020, el PBI sufrió un repunte debido a la reactivación temprana de la actividad minera, generando los mayores ingresos a las arcas fiscales. La política gradual de reactivación económica y la flexibilización de las restricciones de movilidad y de actividades económicas, impactaron positivamente con un crecimiento del 13% de PBI apalancadas también por el desarrollo de obras públicas y privadas (Banco Mundial BBC, 2021).

Perú fue considerado como el segundo país con mayores contagios por el COVID-19 sumados al cierre de la economía y el confinamiento género que los ingresos de muchos peruanos se vieron afectados, como respuesta a esta situación se desarrollaron apoyos sociales y económicos a empresas que se vieron afectadas por la paralización de actividades. El Estado desembolsó grandes cantidades de dinero para reactivar la economía (plan reactiva) así como retiros excepcionales de las AFP, ONP. Más allá del 2021 se proyecta que el crecimiento económico ⁶regresará a los niveles prepandemia, a un ritmo de aproximadamente 3% por año, pues las mejores condiciones externas previstas serían parcialmente compensadas por los efectos de la incertidumbre política. Superar desafíos estructurales

⁶ Crecimiento económico variación porcentual (positiva) del producto bruto interno (PBI) de una economía en un periodo determinado.

relacionados con la extendida informalidad, la limitada diversificación económica y la baja calidad de servicios públicos en sectores como salud, educación, agua y saneamiento será un factor crítico para mejorar las perspectivas de crecimiento a mediano y largo plazo. Como exportadores de materia prima los ingresos por ventas sufrieron una reducción significativa, sin embargo, se reactivaron por la demanda internacional como consecuencia de la reactivación económica mundial, la sensibilidad en su precio depende de aspectos geopolíticos y económicos, en consecuencia, el crecimiento del país está relacionado con la venta de los commodities y la variación en sus precios internacionales.

1.4.3 Social

La Defensoría del Pueblo en el mes de noviembre 2021 presentó el reporte de conflictos sociales número 212, de estos 198 conflictos sociales, 148 están activos y 50 latentes (Defensoría del Pueblo, 2021).

En cuanto a la distribución territorial de los conflictos reportados, Loreto concentra la mayor cantidad de conflictos sociales (29 casos) que se desarrollan en un solo departamento, seguido de Cusco (18) y Áncash (16). En cuanto a la tipología, los casos socioambientales continúan siendo los más numerosos (65.2 %) relacionadas con las actividades extractivas tales como la minería y petróleo. Este tipo de conflicto mantiene esta tendencia desde abril de 2007 lo cual representa una amenaza para el desarrollo normal de las actividades operativas. Respecto de los conflictos vinculados a la minería, el porcentaje de estos, con relación a los socioambientales, es de 65.1 % (Defensoría del Pueblo, 2021).

El nivel de riesgo que generan este tipo de conflictos es asumido en primera instancia por las empresas mineras como titulares debido al impacto que genera en la cadena de suministros del proyecto. En segunda instancia se ven afectados los proveedores de servicios locales (comunidades de influencia), particularmente las contratistas mineras y de servicios afines. Según Carlos Bernal Pozo, gerente general de la Asociación de Contratista Mineros

del Perú (Acomipe)⁷ señaló que la exposición al riesgo por endeudamiento ante conflictos sociales de los proveedores es una realidad, que hasta ahora tampoco ha sido registrada ni cuantificada. Por lo tanto, parte del análisis corresponde entender la naturaleza de estos conflictos, para comprender cómo la contaminación o riesgo de contaminación puede afectar las actividades económicas o la salud de la población, además la falta de licencia social en el anteproyecto y una inadecuada redistribución de los beneficios producidos por las actividades mineras por parte de los gobiernos regionales y municipios suelen ser los gatilladores de estos conflictos.

1.4.4 Tecnológico

La tecnología en el sector minero es crucial para ser competitivo a nivel mundial debido a que el precio de los metales es determinado por el mercado internacional. Por tal motivo se hace necesario que las estrategias productivas estén enfocadas en la reducción de costos. Para conseguir este objetivo es necesario contar con equipos y maquinarias de última tecnología que puedan incorporar la transformación digital. A su vez, estos cambios tecnológicos han brindado la oportunidad de tener un mejor manejo de la energía, reducir la huella de carbono y la reutilización de recursos naturales necesarios para el proceso productivo (agua). La revolución digital, una tendencia altamente difundida en todas las industrias generan una serie de beneficios. La incorporación del IoT (internet de las cosas) y el procesamiento eficiente de los altos volúmenes de información (big data) decantan en mejora de la productividad a nivel administrativo y operativo, por lo tanto la industria minera debe diseñar estrategias enfocadas en la digitalización de todos sus procesos. Para prosperar en el futuro, las empresas deben incorporar el pensamiento de transformación digital en toda la organización.

⁷ Acomipe: Asociación de contratistas mineros del Perú

En Perú las universidades aún no han impulsado de manera óptima las actividades de investigación y desarrollo que aporte significativamente al sector minero de manera que trascienda los esfuerzos aislados y genere acumulación de conocimiento. .A esta pendiente el establecimiento de una política eficiente en materia de investigación y desarrollo que permita pasar de la simple exportación de minerales a productos con mayor valor agregado.

1.4.5 Legal y Ambiental

El grupo Breca y las 28 empresas mineras más sustentables del mundo, agrupadas en el International Council on Mining and Metals (ICMM) hicieron público su compromiso de emisiones netas cero al 2050 durante la última Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2021–COP26. La meta es ambiciosa, no va a ser fácil reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y mitigar el cambio climático es probablemente el reto ambiental más importante del mundo (Petroleo, Sociedad Nacional de Minería, 2021). Es importante indicar el marco normativo y leyes referente al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en el sector minero, estas iniciativas fomentan una cultura de prevención de riesgos laborales en la actividad minera. Para tal fin considera la participación de los trabajadores, empleadores y el Estado para su promoción, difusión y cumplimiento, complementándose con:

- (Ley General de Minería (Decreto Supremo No. 014-92-EM y modificatorias, 2021))
- (Reglamento de la Ley General de Minería (Decreto Supremo No. 03-94-EM y modificatorias)
- Ley que Regula el Cierre de Minas (Ley 28090 del 14 de octubre de 2003 y modificatorias).
- (Reglamento para el Cierre de Minas (Decreto Supremo No. 033-2005-EM)., 2021)
- (Dirección General de Minería. (Decreto Supremo No.031-2007-EM, 2021)).

- (Reglamento de Participación Ciudadana en el Subsector Minero (Decreto Supremo No.028-2008-EM y modificatorias, 2021)).
- (Registro de Empresas Especializadas de Contratistas Mineros. (Decreto Supremo No. 005-2008-EM y modificatorias)).
- (Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. (Decreto Supremo No. 029- 2016-EM)).

Finalmente de los resultados mostrados en la Tabla 1 se concluye que los factores externos son favorables a la empresa, sin embargo el promedio ponderado obtenido (2.43) sugiere que hay aspectos que se pueden mejorar en la empresa para aprovechar mejor las oportunidades existentes.

1.5 Análisis del Contexto Interno de la Empresa (Fortalezas y Debilidades)

Para realizar el análisis interno de la empresa se realizaron una serie de entrevistas los representantes de las distintas áreas funcionales de la unidad minera Raura, obteniendo información valiosa con las perspectivas y situaciones actuales de cada área. Como lo mencionó D'Alessio (2015):

El diagnóstico correcto de los males que aquejan a la organización dependen en gran medida de la evaluación que se haga de los recursos con que cuenta. Así, se determina si han tomado las decisiones estratégicas adecuadas (si se está haciendo lo que se debe hacer) y si estas decisiones han sido puestas en marcha de manera eficiente (si se está realizando correctamente) (p. 30).

Se debe tener en cuenta que la ventaja competitiva de una empresa está relacionada con el uso eficiente de los recursos y que estos son los encargados de crear valor. Las empresas que no estén las condiciones crear valor están condenadas a perder competitividad y desaparecer en el largo plazo. Se realizó el análisis AMOFHIT con el objetivo de identificar las fortalezas y debilidades de las áreas funcionales de la unidad minera.

Evaluación de la Matriz de los Factores Internos de la Empresa

	Factores Internos Claves	Ponderación	Calificación	Punt.Pond
1	Presencia excesiva de contaminantes en los minerales de mayor profundización y avances	0.04	2	0.08
2	alta tasa de conflictos sociales relacionadas a la actividad minera	0.06	2	0.12
3	Altos gastos financieros por multas medio ambientales	0.05	2	0.1
4	No se cumple con la producción diaria de finos de mineral	0.05	2	0.1
5	Procesos ineficientes en la clasificación del mineral	0.06	1	0.06
6	Mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado	0.05	3	0.15
7	Capacidad de Planta limitada en comparación a la mediana minería	0.06	3	0.18
8	Falta de autorización para los depósitos de relaves	0.1	3	0.3
		1		
Total				<u>2.43</u>

Nota. Los valores de la calificación son los siguientes :1=respuesta deficiente;2=respuesta promedio;3=respuesta por encima del

Tabla 1

promedio;4=respuesta superior

1.5.1 Administración

El cambio de método de explotación (convencional a mecanizada) y el incremento de tonelaje tratado tuvo como premisa el aumento de la mano de obra técnica calificada, a nivel profesional, encontrar colaboradores para mejorar los procesos de manera creativa e innovadora toma un tiempo que en términos de inversión podemos calificarla como alta, sin embargo, es un proceso que Raura asume para mejorar la productividad.

Es necesario enfocar que la política empleada en oportunidades laborales para los pobladores e hijos de los campesinos de los centros poblados o zonas de influencia, estuvo gestionada por relaciones comunitarias, en atención a las áreas usuarias y el grado de especialización, los primeros filtros son las comunidades; luego el medio local y, por último, fuera del ámbito de jurisdicción o zona de influencia.

Otro de los logros de Compañía Minera Raura es entregar oportunidad para el desarrollo profesional a las mujeres, en este ámbito se dictaron políticas para su eficiente desarrollo, Compañía Minera Raura apuesta en la contratación del sexo femenino, en tareas que inicialmente estaban sesgadas para los varones el acoso sexual fue una de las “Política de Prevención y sanción del Hostigamiento Sexual” (Compañía Minera Raura, 2021).

Otro aspecto importante son los pasivos ambientales generados durante décadas por políticas mal llevadas sin cuidado del medio ambiente y que el Grupo BRECA asumió de manera responsable las actividades representan altos gastos financieros asociados que se asumió con responsabilidad en tal sentido se eliminaron los vertimientos del agua del proceso a las lagunas, reciclándolas para volver a tratarlas en el proceso productivo, y en la actualidad Compañía Minera Raura cumple con las normas ambientales Peruanas e internacionales.

1.5.2 Marketing y Ventas

Los clientes de Compañía Minera Raura son limitados el principal comprador de los

concentrados es Trafigura Group Pte. Ltd. es una empresa multinacional de comercio de productos básicos con sede en Singapur, esto debido a la limitada producción con respecto a los competidores nacionales e internacionales, los contratos con estas Compañías o Traders mineros son de periodos cortos, por consiguiente, los negocios son con alto índice de riesgo.

1.5.3 Operaciones/Producción y Logística

Al realizar las explotaciones a niveles de mayor profundidad la presencia de sulfuros contamina la calidad del mineral , y los mecanismos para su extracción son sofisticados, existen complicaciones como por ejemplo la extracción de gases de las zonas de explotación, voladuras no controladas, acarreo del desmonte, sistemas de bombeo especializados por presencia de excesiva agua en el laboreo que puede producir inundaciones entre otras consideraciones, estas actividades deben de ser eficientes para reducir los costos en toda la cadena de suministro, por ejemplo mayor cantidad de tratamiento de mineral de baja ley se incurre en mayores cantidades de material inerte a la relavera que trae como consecuencia el uso prematuro de estos depósitos, reduciendo así su capacidad y poniendo en riesgo la operación normal. En la producción el área de planeamiento debe tener el control minucioso, una planificación errónea puede alterar de manera sustancial los objetivos en la Compañía.

1.5.4 Finanzas y Contabilidad

Como grupo Breca, el año 2018 fue un año en el cual la gerencia se enfocó en mejorar la productividad y reducir los costos y gastos en todas las unidades operativas. Como consecuencia, se obtuvo excelentes resultados financieros, y resultados operativos en línea con el plan.

1.5.5 Recursos Humanos

Desde el punto de vista de RRHH encontrar al personal adecuado para operar equipos, mejora en los procesos productivos etc. Constituye un reto en la selección, por dos razones: la primera involucra la capacitación del personal en identificación de peligros y evaluación de

riesgos, y la segunda correspondiente al desarrollo de sus competencias y habilidades en cada una de las actividades correspondientes. En cuanto al aspecto social, la visión está enmarcado con las comunidades del entorno, Raura ha pasado de la gestión del conflicto a la cogestión del desarrollo sostenible basado en la confianza entre las partes.

1.5.6 Sistemas de Información y Comunicaciones

Las comunicaciones que usa Compañía Minera Raura está basada en el manejo interno y externo, el manejo interno usa los mails corporativos, plataformas, capacitaciones constantes, el manejo externo es manejada por el área de comunidades si es el caso del entorno y zonas de influencias, reuniones presenciales con líderes zonales, objetivos y metas trazadas son expuestas por los funcionarios

1.5.7 Tecnología, Investigación y Desarrollo

Raura ha identificado minerales para unos 20 años más. Para sus funcionarios esto es positivo en muchos niveles porque le permitirá seguir invirtiendo en planes ambientales y sociales, además de dejar recursos para la región mediante canon y otros impuestos. Aún quedan muchos retos como la mejora continua en tecnología y procedimientos que permita alcanzar la clase mundial.

Finalmente de los resultados mostrados en la Tabla 2 se concluye que la fortalezas de la empresa son mayores que sus debilidades lo cual indica que las fuerzas internas son favorables en la organización, sin embargo el promedio ponderado obtenido (2.25) sugiere que la empresa necesita mejoras internas.

1.6 Conclusión

A raíz del Sarcov-2 la Compañía minera Acumulación Raura tuvo que paralizar las operaciones en marzo del 2020, sólo se realizaron actividades de cuidado ambiental y mantenimiento. Las razones para esta paralización se debieron a una confluencia de factores económicos y estructurales que le generaron a la Compañía Minera Acumulación Raura una

situación de inviabilidad productiva. Sin embargo, la actual coyuntura internacional del mercado abre una ventana de oportunidad para poder suplir parcialmente los gastos y pérdidas que significa tener la operación detenida.

El reinicio progresivo de sus operaciones productivas supone también el reingreso de trabajadores que se encontraban bajo diversos regímenes de preservación de empleo. De acuerdo con el último convenio celebrado con el Sindicato, Compañía Minera Acumulación Raura se comprometió a reinsertar a todos los trabajadores en un plazo máximo de doce meses desde el reinicio. Asimismo, representa una buena noticia para las comunidades y distritos de su área de influencia, pues permitirá reactivar los negocios y las compras de bienes y servicios locales que se vieron afectados por la suspensión de actividades y por la pandemia del COVID- 19. Las reservas de la Compañía Acumulación Raura al cierre del ejercicio del 2018 superan los 23 millones de toneladas con una vida de 20 años a un ritmo de producción de 2880 toneladas diarias con un equivalente de precio de costo de mineral de 232 dólares la tonelada.

Capítulo II: Diagnóstico Empresarial y Problema Principal

2.1 Metodología de Trabajo

Luego de realizar el análisis de los factores internos y externos de la unidad minera Raura en el capítulo anterior, se puede ahora identificar: (a) oportunidades, (b) amenazas, (c) fortalezas, y (d) debilidades, las cuales son hallazgos importantes en el presente estudio y que son el insumo necesario para el desarrollo del presente capítulo.

2.1.1 Diagnostico de la Unidad Minera

En los últimos años (2012-2019) la Unidad Minera Raura ha modernizado sus procesos productivos adquiriendo equipos de última tecnología con el objetivo de mejorar la productividad. Sin embargo, el concentrado viene siendo penalizado por los clientes hasta en un 20% por presencia de agentes contaminante(sulfuros) y presencia de humedad. dicha penalidad impuesta tuvo un impacto en el margen operativo.

Adicionalmente los pasivos ambientales existentes en la zona de operación, tales como: presencia de relaves en las lagunas cercanas, y suelos contaminados por efluentes industriales generadas en décadas anteriores, siguen afectando de manera directa a los estados de resultados, en consecuencia, se ha identificado un alto gasto administrativo por sanciones impuestas por la OEFA (daños y contaminación al medio ambiente antes de la adquisición de la Unidad Minera por el Grupo Minsur).

Sin embargo, la unidad sigue siendo atractiva para el inversionista por las reservas probadas que superan los 23 millones de toneladas y 10 millones de reservas inferidas al 2018 (Raura C. M., 2018) que a un ritmo de producción de 2880 toneladas diarias se estima un periodo de vida de 25 años con leyes de 0.27%, Pb 2.79%, Zn 5.12% y Ag 3.36 Oz/TM el cual representa una gran oportunidad que debe ser aprovechada. En tal sentido se está realizando el Bussines Consulting, se ha solicitado al gerente corporativo de recursos humanos el apoyo de las entrevistas para el Businees Consulting necesarias en las distintas

áreas productivas, estas preguntas fueron elaboradas y discutidas previamente con el grupo de tesis con el objetivo de usarla como herramienta y obtener la información necesaria (ver Apéndice A).

Tabla 2

Lista de Entrevistados

Ítem	Nombre y Apellidos	Año	Categoría	Edad
1	Chale I.	19	Ayudante	42
2	Víctor S.	10	Jefe de planeamiento	40
3	Miguel H.	15	Supervisor Mina	45
4	Robert LL.	10	Jefe de seguridad	35
5	Fredy L.	15	Super intendente planta	48
6	Neyer F.	5	Supervisor	34
7	Christian S.	15	Jefe de seguridad	45
8	Phercy P.	15	Jefe de seguridad	42
9	Nishin R.	15	Supervisor Mina	48
10	Javier B.	15	Supervisor mina	46
11	Hugo F.	15	Jefe de Seguridad	47
12	Efraín A.	20	Operador	51
13	William M.	21	Operador	47
14	Edson A.	15	Operador	45
15	Emer F.	20	Topógrafo	38
16	Nataniel M	5	Operador	25
17	Salvador B.	2	Técnico metalurgista	25
18	Marcial A.	20	Supervisor de Operaciones	52
19	Enrique R.	33	Técnico	60
20	Piñas E.	62	Operador	23

Nota. Entrevistas realizadas via comunicación telefônica-Encuesta realizada.

2.2 Lista de Problemas

En este apartado se busca identificar los problemas relevantes para la Unidad Minera Raura, en el capítulo I se realizó el análisis del contexto interno y externo de la unidad, se

utilizó el análisis interno AMOFHIT y PESTE correspondientemente para poder tener una perspectiva más amplia de los factores que tienen impacto sobre los resultados de la Unidad. Luego de haber culminado las entrevistas se pudieron identificar diez problemas que tienen relación sobre el descenso del margen operativo. Los problemas identificados son detallados a continuación:

- Presencia excesiva de contaminantes en los minerales de mayor profundización y avances.
- Dependencia de una cartera limitada de clientes para la venta de refinados.
- Procesos ineficientes en la clasificación del mineral.
- Altos gastos financieros por multas medio ambientales.
- Capacidad de Planta limitada en comparación a la mediana minería.
- Falta de autorización para los depósitos de relaves.
- Volatilidad de los precios de los metales en los mercados internacionales
- Frecuentes paralizaciones de las operaciones por conflictos sociales.
- Mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado.
- No se cumple con la producción diaria de finos de mineral.

Luego de identificar los problemas con el análisis AMOFHIT, el siguiente paso es identificar una metodología que permita establecer un orden de prioridad de los problemas identificados, para tal fin hemos revisaron las siguientes metodologías:

Técnica de grupo nominal. Es una técnica utilizada para el intercambio de ideas y consensos sobre la importancia de una lista de problemas y /o soluciones. El objetivo es identificar la prioridad de los problemas.

La dinámica de esta técnica implica la reunión de personas en un espacio común mostrando los problemas y asegurándose que los participantes escriban la prioridad de los mismos según sus propias consideraciones en una tarjeta, posteriormente el facilitador las

transcriba en una pizarra u otro dispositivo para luego permitir que cada participante sustente su opinión permitiendo el debate con los otros integrantes del equipo. Finalmente se determina la prioridad en función de las ideas que más puntuación han tenido. No se utilizó esta técnica debido a la imposibilidad de realizar este tipo de reuniones.

Diagrama de Pareto. Es una herramienta que ayuda a seleccionar el o los problemas que son más convenientes de atacar. El principio establece que el 80% de las consecuencias provienen del 20% de las causas y que el resto genera muy poco efecto. Además, el diagrama de Pareto facilita la comunicación, motiva la cooperación y recuerda de forma permanente cual es la falla principal. Finalmente, esta herramienta se puede utilizar en la resolución de cualquier tipo de problema permitiendo establecer un proyecto o iniciativa que brinde la mayor cantidad de beneficios con un menor esfuerzo (Gutierrez, 2014).

Luego de revisar las metodologías descritas se optó por el diagrama de Pareto debido a que esta metodología se puede aplicar a cualquier actividad y permite analizar de forma objetiva los problemas más importantes en base al efecto que causan los mismos. En el caso de la Unidad Minera Raura y con el objetivo de elaborar el diagrama en mención se realizó una encuesta digital a los colaboradores de las distintas áreas utilizando los formularios de Google (ver Apéndice B). En la encuesta en mención se solicitó a los colaboradores que seleccionarán los problemas que ellos consideran tienen impacto en los resultados operativos de la unidad minera en orden de importancia asignando los siguientes valores a cada ítem de la encuesta: problema muy importante =1, problema más o menos importante =2, problema menos importante=3. La información recabada se ordenó de mayor a menor según la frecuencia (ver Tabla 3), para posteriormente elaborar el Diagrama de Pareto.

En la Figura 11, se muestra el Diagrama de Pareto obtenido con los datos recopilados en la encuesta digital realizada a los colaboradores. En el eje de las ordenadas lado izquierdo (vertical) se muestran la frecuencia con la que ocurre cada problema, mientras que el lado

derecho del mismo eje se muestra el porcentaje acumulado en base al total. Finalmente, el eje de las abscisas (horizontal) de muestran los problemas previamente identificados. Se puede inferir que en el caso de Unidad Minera Raura el Diagrama de Pareto muestra que el 80% de las consecuencias de no alcanzar el margen operativo requerido son causados por: (a) Procesos ineficientes en la clasificación del mineral, (b) mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado, (c) no se cumple con la producción diaria de finos de mineral a continuación, se muestra un mayor detalle de los principales problemas.

Tabla 3

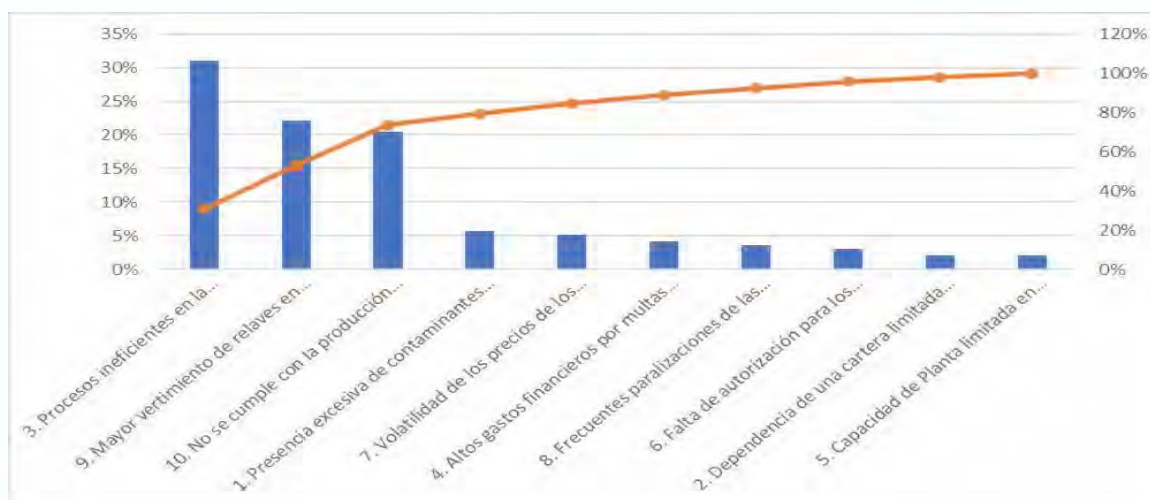
Tabla de Valoración de los Principales Problemas con Alto Impacto en las Operaciones

Tipo de problema	Frecuencia	% unitario	Acumulado	% acumulado
3. Procesos ineficientes en la clasificación del mineral.	41	32	41	32
9. Mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado.	28	22	69	54
10. No se cumple con la producción diaria de finos de mineral.	25	20	94	74
6. Falta de autorización para los depósitos de relaves.	8	6	102	80
1. Presencia excesiva de contaminantes en los minerales de mayor profundización y avances.	6	5	108	85
4. Altos gastos financieros por multas medio ambientales.	5	4	113	89
2. Dependencia de una cartera limitada de clientes para la venta de refinados.	4	3	117	92
5. Capacidad de Planta limitada en comparación a la mediana minería.	4	3	121	95
7. Incremento de ausentismo por descansos médicos relacionados con el COVID19.	3	2	124	98
8. Frecuentes paralizaciones de las operaciones por conflictos sociales	3	2	127	100
Total	127			

Nota. Tabla realizada con motivos académicos 2022

Figura 11

Diagrama de Pareto de los Principales Problemas



Procesos ineficientes en la clasificación del mineral. Al momento de transportar el mineral de los lugares de almacenamiento, si no obedecen las marcas dejadas en la selección del desmote y mineral la actividad se torna ineficiente.

Mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado. Esto se produce por la selección del mineral y trae como consecuencia mayor consumos de reactivos y vertimiento de desechos a la relavera, disminuyendo la vida útil de este componente.

No se cumple con la producción diaria de finos de mineral. Al procesar minerales con baja ley (mayor cantidad de desmote) no se cumple con el tonelaje tratado de finos. Finalmente se obtiene una lista con los principales problemas de la Unidad Minera Raura, por lo tanto, se deben enfocar los esfuerzos en resolverlos.

2.3 Matriz de Complejidad Versus Beneficio

La matriz de complejidad versus beneficio es una herramienta que se utiliza para evaluar cuantitativamente distintos problemas respecto a criterios previamente establecidos con el objetivo de priorizarlos considerando el beneficio y la complejidad de cada uno. Dicha matriz considera dos ejes:

2.3.1 Complejidad

Se determina en función del nivel de cambios tecnológicos en la planta de procesamiento de minera para resolver el problema.

2.3.2 Beneficio

Enfocado en mejorar la calidad de los refinados procesados en la Unidad Minera que con lleva a mayor rentabilidad.

Para identificar la importancia, cada criterio previamente definido, se tendrá que realizar la comparación entre los criterios con los demás en una matriz llamada Holmes (ver Tabla 6), donde se colocaran los criterios en el mismo orden en las filas y las columnas. Luego se realizará una comparación entre las columnas y la filas, teniendo en cuenta que la diagonal quedará anulada porque no se puede comparar un criterio con el mismo. En base a lo mencionado en el párrafo anterior el primer paso será determinar si cada criterio de la columna es más importante que la fila:

Tiempo de ejecución: se considera el tiempo que se tomará en ejecutar la solución de cada problema, si el tiempo es menor se le asigna un puntaje mayor.

Impacto en la utilidad Neta (EERR): si tienen mayor impacto en el estado de resultados, tiene mayor importancia, por lo tanto se le asigna un mayor puntaje.

Costo de inversión para resolver el problema: se considera que, a menor costo de inversión, será de mayor importancia, por lo tanto, se le asigna mayor puntaje.

Complejidad para resolver el problema: si la resolución del problema es menos compleja, será de mayor importancia, por lo tanto, se le asigna mayor puntaje.

El segundo paso será asignar un puntaje a cada criterio (ver Tabla 4) y se realizará una comparación de todos los criterios, el criterio seleccionado será aquel que tenga mayor puntaje. Finalmente, el criterio de mayor puntaje será considerado para el análisis de los problemas identificados previamente en el análisis de Pareto.

Tabla 4*Puntaje Elegido Según Criterio Elegido*

	Puntaje	Detalle
Dinámica: Consiste en preguntarse si cada criterio de la columna, es más o menos importante, que el criterio de la fila.	3	El criterio de la columna es mucho más importante que el criterio de la fila.
	2	El criterio de la columna es más importante que el criterio de la fila.
	1	Ambos criterios de la columna y fila son igual de importantes.
	0.5	El criterio de la columna es menos importante que el criterio de la fila.
	0.2	El criterio de la columna es mucho menos importante que el criterio de la fila.

El resultado de los pasos descritos anteriormente se muestra en la Tabla 6, se puede inferir que el criterio de Impacto en utilidad neta (EERR) obtuvo un mayor puntaje, por lo tanto, este criterio se va a utilizar para identificar el problema central en el próximo apartado.

Tabla 5*Elección de Criterios Matriz de Holmes*

Criterios	Tiempo de ejecución	Impacto en la utilidad Neta (EERR):	Costo de inversión para resolver el problema	Complejidad para resolver el problema	Total
Tiempo de ejecución		2	1	2	5
Impacto en la utilidad Neta (EERR)	1		3	3	7
Costo de inversión para resolver el problema	0.2	2		2	4.2
Complejidad para resolver el problema	1	2	1		4
				Total	20.2

En la Tabla 6 se muestran los puntajes asignados al criterio elegido, cabe destacar que se han usado los mismos puntajes para la selección de los criterios descritos en el apartado anterior. En la Tabla 8 se muestra la Matriz y Beneficio donde se muestran los tres principales problemas identificados por el Análisis de Pareto: (a) procesos ineficientes en la clasificación del mineral, (b) mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado y (c) no se cumple con la producción diaria de finos de mineral. Luego de aplicar la misma metodología utilizada para elección de criterios, se puede inferir que de estos tres problemas se ha elegido el primero debido a que tiene mayor puntaje y su resolución va tener impacto sobre los otros dos problemas. Adicionalmente ambos problemas tienen relación directa con el criterio utilizado (Impacto en la Utilidad Neta).

2.4 Problema Principal

El análisis PESTE permitió identificar los factores del contexto externo (oportunidades y amenazas) y el análisis AMOFHIT permitió identificar los factores del contexto interno (fortalezas y debilidades) estableciendo una relación de diez problemas en la Unidad Minera Acumulación Raura. Posteriormente se aplicó el diagrama de Pareto con el objetivo de identificar los problemas importantes, quedando tres problemas: (a) procesos ineficientes en la clasificación del mineral, (b) mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado y (c) no se cumple con la producción diaria de finos de mineral.

Finalmente, se utilizó la matriz de complejidad versus beneficios, utilizando el criterio de impacto en la utilidad neta (EERR) debido a que las devoluciones de finos vendidos por no cumplir los estándares de calidad implican sanciones económicas contractuales y una disminución en las ventas; por lo tanto, la oportunidad de mejora se plantea en el proceso de clasificación de mineral para incrementar la productividad. En conclusión, se identificó que el problema principal de mayor impacto son los procesos ineficientes en la clasificación de mineral.

Capítulo III: Determinación de Causas del Problema Principal

En el presente capítulo, se busca identificar las principales causas inmediatas que generan el problema principal (Procesos ineficientes en la clasificación del mineral), para tal fin se utilizó el diagrama de Ishikawa, haciendo un trabajo conjunto con los responsables de las áreas de mantenimiento, operaciones mina y administración. Se realizó la evaluación con la matriz de valoración de causa, se seleccionaron tres del grupo de causas inmediatas representativas para luego asociarlas a las causas básicas, que generan el problema planteado; de esta manera se verá la influencia que tiene dentro de los factores técnicos o personales y el grado de influencia que pueda tener en las diferentes áreas de trabajo para plantear una solución a la medida del usuario final, en la Figura 12 se muestra el diagrama de Ishikawa donde se detallan las principales causas que generan el problema.

3.1 Causas Inmediatas Identificadas

Después de realizar el diagrama de Ishikawa se identificaron las causas inmediatas que originan que los procesos en la clasificación de mineral sean ineficientes, y se consideraron los siguientes aspectos:

3.1.1 Personas

Existen varios aspectos relacionados con las personas que afectan los procesos ocasionados que estos sean ineficientes en la selección de mineral, a continuación se detalla los más importantes:

- **Operadores de las máquinas de acarreo no respetan las marcas señaladas por el personal de geología:**

Para alcanzar los objetivos diarios enfocado en el tonelaje, los operadores de máquinas de acarreo no respetan las marcas dejadas por el área de geología, debido a la presión que están expuestos por los objetivos (indicadores de traslado de mineral por tonelada\$/Tn), esto trae como consecuencia el traslado de desmonte afectando directamente.

Figura 12

Diagrama de Ishikawa



Nota. Adaptado de "Introduction to Quality Control" (5a ed., p. 97), por K. Ishikawa, 1997, Tokio, Japón: 3A Corpo

al proceso de transformación en la planta beneficio.

3.1.2 Operaciones

El ciclo de minado de las operaciones de explotación considera las operaciones unitarias: perforación y voladura, sostenimiento, limpieza, carguío y transporte de desmonte y beneficio de minera, en este contexto se habla de la operación unitaria de perforación y voladura.

- **Diseño inadecuado en la malla de perforación en el proceso de voladura.** La perforación es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es de abrir en la roca huecos cilíndricos destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores, denominados taladros, barrenos, esta operación es necesaria para lograr el confinamiento del explosivo y aprovechar mejor las fuerzas expansivas (Martinez, 2012).
- Se ha identificado como causa inmediata un diseño único para todo el macizo rocoso esto por un desconocimiento en el diseño o un ahorro de tiempo en el proceso de perforación, pero ambas consideraciones traen como consecuencia una mala planificación en el proceso y la contaminación por efectos de la voladura descontrolada.
- **Escaso tiempo para realizar el marcado de zona de mineral.** El personal de operaciones para lograr los objetivos trasados no cuenta con tiempo suficiente la etapa de extracción por las condiciones de trabajo (Distancias largas en su desplazamiento, exposición de gases, poca ventilación, desprendimiento de roca) esto trae como consecuencia mala información y una gestión inadecuada en el área de planeamiento.

3.1.3 Marketing

Dentro del análisis realizado no se encontró causas que puedan alterar los procesos de

clasificación de mineral, sin embargo, las consecuencias por una calidad deficiente de los finos de mineral vendidos influyen directamente en la satisfacción del cliente generando sanciones por incumplimiento

3.1.4 Administración (Recursos Humanos)

Falta de capacitación al personal. Desde el punto de vista del área de administración, la influencia en los procesos ineficientes en la clasificación de mineral está relacionadas con personal no calificado o poco entrenado, la alta especialización de la actividad y la multiplicidad de funciones que realizan los colaboradores hacen necesario la creación de una posición en la estructura organizacional que permita mejorar el perfil técnico requerido.

3.1.5 Entorno Tecnológico-Ambiental

Los trabajos en la mediana y pequeña minería carecen de tecnologías adecuadas por dos principales motivos, el primero de ellos es la cultura tradicional de la actividad desde el punto de vista tecnológico, y lo segundo los espacios son restrictivos debido al diseño de la mina. En Raura se considera que la actividad debe de automatizarse con el uso de la tecnología vigente enfocado en una minería con una metodología de mejora continua con este enfoque una de las causas básicas es la falta de conocimiento, en la actualidad existen tecnologías de separar los minerales del desmonte de manera autónoma, esta teoría basada en la propiedad de la densidad de los minerales con un sistema neumático hace fácil, la separación de manera segura, eco amigable y sostenible.

En la Tabla 6 se muestra la valoración de las causas inmediatas que provienen del análisis de Ishikawa, y se puede identificar que las valoraciones recaen en:

- Diseño inadecuado en la malla de perforación en el proceso de voladura.
- Información inadecuada de los frentes de trabajo de baja ley (calidad de mineral).
- Falta actualizar la tecnología en los procesos de pre concentrado.

Tabla 6*Matriz de Valoración de Causas*

Causas		P1	P2	P3	Total	Promedio
Personas	1. Operadores de las máquinas de acarreo no respetan las marcas señaladas por el personal de geología	5	6	4	15	5
Operaciones	2. Escaso tiempo para realizar el marcado de zona de mineral.	2	5	3	10	3.33
Operaciones	3. Diseño inadecuado en la malla de perforación en el proceso de voladura.	4	8	6	18	6
Administración	4. Falta de capacitación al personal técnico	6	7	4	17	5.67
Entorno Tecnológico	5. actualizar la tecnología en los procesos de pre concentrado (Trabajos Tradicionales)	8	9	7	24	8
Entorno Ambiental	6. Espacios de trabajo operacionales fuera del estándar (espacios restrictivos)	2	3	3	8	2.67
Entorno Ambiental	7. Presencia de excesiva polución y gases tóxicos en los frentes de trabajo (extracción de mineral)	4	7	5	16	5.33
Método	8. Información inadecuada de los frentes de trabajo de baja ley (calidad de mineral)	6	8	7	21	7

Nota. Matriz de valoración está realizada por el área de Mantenimiento(P1), operaciones mina(P2) y el área administrativa (P3) la escala valoración es del (1-10), 1 representa el grado de menor dificultad y 10 el grado de mayor dificultad.

Se observa que las dos primeras causas inmediatas identificadas tienen una raíz principal asociada al factor humano y la tercera a un factor técnico.

Una de las metodologías para el control de riesgos asociados nos entrega el D.S N° 024-2016-EM (Ministerio de Energía y Minas, 2017), que indica para controlar, corregir y eliminar los riesgos deberá seguir la siguiente jerarquía: 1. Eliminación (Cambio de proceso de trabajo, entre otros). 2. Sustitución (Sustituir el peligro por otro más seguro o diferente que no sea tan peligroso para los trabajadores). 3. Controles de ingeniería (Uso de tecnologías de punta, diseño de infraestructura, métodos de trabajo, selección de equipos, aislamientos, mantener los peligros fuera de la zona de contacto de los trabajadores, entre otros). 4.

Señalización, alertas y/o controles administrativos (Procedimientos, capacitación y otros). 5. Usar Equipos de Protección Personal (EPP), adecuados para el tipo de actividad que se desarrolla en dichas áreas” De acuerdo a lo señalado por el D.S N° 024-2016-EM (Ministerio de Energía y Minas, 2017) las dos primeras causas son controles administrativos, y en la tercera causa se puede eliminar el peligro y disminuir el riesgo de la actividad con controles de ingeniería.

3.2 Matriz Priorización Causa-Raíz

De acuerdo con el análisis realizado, se ha identificado la causa inmediata para que el proceso sea ineficiente en la clasificación del mineral: la tecnología en los procesos de pre concentrado no es la adecuada, esto con lleva a una causa básica que la se define como herramientas y equipos inadecuados la premisa está marcada por en el desarrollo de la tecnología.

3.2.1 Factibilidad

Para este análisis se debe entender la importancia de la selección del mineral desde su concepción primaria para otorgarle el valor agregado al recurso que ha de ser transformado, para tal efecto se considerarán las causas inmediatas en un orden de valoración del (1 al 10), donde el numero 1 representa el grado de menor dificultad y 10 el de mayor dificultad (ver Tabla 7). Se observa que el mayor puntaje esta dado por la causa inmediata: actualizar la tecnología en los procesos de pre concentrado, y su causa básica radica en herramientas y equipos inadecuados para el proceso de selección, se puede inferir que es posible adquirir las herramientas y equipos para garantizar el desarrollo normal sin accidentes en la actividad.

3.2.2 Beneficio

Para este análisis se realizará la matriz de causas inmediatas pero la escala de valoración será de la siguiente manera: valoración del (1 al 10) donde el numero 1 representa el grado de mayor dificultad y 10 el de menor dificultad. Se observa ahora que el beneficio en

Criterio Beneficio	Causas	Mantenimiento	Op. Mina	Administración	Total	Promedio
		P1	P2	P3		
Personas	1. Operadores de las máquinas de acarreo no respetan las marcas señaladas por el personal de geología	7	8	6	21	7
Operaciones	2. Escaso tiempo para realizar el marcado de zona de mineral.	3	4	3	10	3.33
Operaciones	3. Diseño inadecuado en la malla de perforación en el proceso de voladura.	6	6	7	19	6.33
Administración	4. Falta de capacitación al personal técnico	1	2	1	4	1.33
Entorno Tecnológico	5. actualizar la tecnología en los procesos de pre concentrado (Trabajos tradicionales)	8	9	7	24	8
Entorno Ambiental	6. Espacios de trabajo operacionales fuera del estándar (espacios restrictivos)	7	8	7	22	7.33
Entorno Ambiental	7. Presencia de excesiva polución y gases tóxicos en los frentes de trabajo (extracción de mineral)	4	5	3	12	4
Método	8. Información inadecuada de los frentes de trabajo de baja ley (calidad de mineral)	2	3	4	9	3

Nota. El numero 1 representa el grado de menor dificultad y 10 el de mayor dificultad

Tabla 7

Matriz de Evaluación de Factibilidad

Tabla 8

*Tabla de Evaluación de
Beneficio*



Criterio Beneficio	Causas	Factibilidad Prom 1	Beneficio Prom 2	Total	Promedio Total
Personas	1. Operadores de las máquinas de acarreo no respetan las marcas señaladas por el personal de geología	7	5	12	6
Operaciones	2. Escaso tiempo para realizar el marcado de zona de mineral.	3.33	3.33	6.67	3.33
Operaciones	3. Diseño inadecuado en la malla de perforación en el proceso de voladura.	6.33	6	12.3	6.17
Administración	4. Falta de capacitación al personal técnico	1.33	5.67	7	3.5
Entorno Tecnológico	5. actualizar la tecnología en los procesos de pre concentrado (Trabajos tradicionales)	8	8	16	8
Entorno Ambiental	6. Espacios de trabajo operacionales fuera del estándar (espacios restrictivos)	7.33	2.67	10	5
Entorno Ambiental	7. Presencia de excesiva polución y gases tóxicos en los frentes de trabajo (extracción de mineral)	4	5.33	9.33	4.67
Método	8. Información inadecuada de los frentes de trabajo de baja ley (calidad de mineral)	3	7	10	5

adquirir equipos adecuados (causa básica principal) para mejorar los procesos ineficientes en la clasificación del mineral que trae rentabilidad financiera y social en el mercado.

3.2.3 Resultado

De acuerdo al análisis del capítulo y las tablas se ha determinado la causa inmediata de mayor valoración “la tecnología en los procesos de pre concentrado no es la adecuada” debido a los trabajos tradicionales, como causa básica son las herramientas y equipos inadecuados. En el mercado existen tecnologías que aplican directamente a la selección del mineral entregándole valor agregado a la materia prima, cuidado al personal, desde el punto de vista financiero la escala de rentabilidad es exponencial por el precio de los minerales en el contexto actual y está marcado dentro de la política empresarial de sostenibilidad (Triple Botton Line)⁸

3.3 Conclusión

En el presente el presente capítulo se ha identificado la causa inmediata al problema y cómo la organización trabaja sin innovar continuando con un método tradicional, es decir, marcado de las zonas mineralizadas y el acarreo con equipos mecanizados, que con lleva a no clasificar eficientemente el mineral de alta, baja ley y desmonte, ocasionando perdidas económicas en la operación. sin equipos autónomos. De acuerdo al análisis realizado se determinó que la causa principal es no clasificar eficientemente el mineral. También dentro de la matriz de factibilidad y beneficio analizada. Se concluyó que un cambio en la tecnología entregaría una rentabilidad económica y social, económica por que genera mayor valor económico a minerales de baja ley, y por otra parte el aspecto social por el cuidado del personal al eliminar el peligro existente tomando en consideración la jerarquía de controles dispuestas en D.S N° 024-2016-EM (Ministerio de Energia y Minas, 2017).

⁸ La triple línea de beneficio es un concepto relacionado con la economía sostenible que expresa la actividad de una empresa en tres dimensiones: ambiental, económica y social

Capítulo IV: Alternativas de Solución

4.1 Alternativas de Solución Identificadas

Dentro del análisis realizado se ha identificado las causas inmediatas al problema de los procesos ineficientes en la clasificación del mineral como son:

- Diseño inadecuado en la malla de perforación en el proceso de voladura.
- Información no actualizada de los frentes de trabajo de baja ley (calidad de mineral).
- Actualizar la tecnología en los procesos de pre concentrado (trabajos tradicionales).

En este apartado se da a conocer las causas básicas de cada uno de las enunciadas para determinar los factores que intervienen en cada una de ellas, en ese orden de ideas se aprecia en la Figura 13.

Figura 13

Determinación de las Causas Inmediatas y Causas Básicas



Las causas inmediatas se relacionan directamente con causas básicas, los actos están ligados a factores personales y las condiciones a los factores de trabajo para aplicar la metodología se toma como referencia "Técnica de Análisis Sistemático de las Causas Tabla SCAT (Bird, 1968) (ver Apéndice C)".

Tabla 9*Relación de Causas con los Factores*

<u>Causas Inmediatas</u>	<u>Causas Básicas</u>	<u>Factores</u>
1. Operadores de las máquinas de acarreo no respetan las marcas señaladas por el personal de geología	-Tensión mental o Psicológica, Frustración al no lograr los objetivos	Factor Personal
2. Diseño inadecuado en la malla de perforación en el proceso de voladura.	-ingeniería inadecuada, estándares, especificaciones de diseño inadecuados por falta de información-conocimiento	Factor Técnico -Trabajo
3. actualizar la tecnología en los procesos de pre concentrado	-Herramientas y equipos inadecuados para la actividad	Factor Técnico. - Trabajo

Las posibles soluciones están alineadas a las causas básicas identificadas para mejorar los procesos en la clasificación de mineral. Se propone las soluciones mostradas en la Tabla 10 teniendo en cuenta la jerarquía de controles enunciados en el capítulo anterior.

Tabla 10*Soluciones a las Causas Básicas Detectadas*

<u>Causas Básicas</u>	<u>Soluciones</u>	<u>Jerarquía de Controles</u>
1. Tensión mental o Psicológica, Frustración al no lograr los objetivos	Apoyo Psicológico para fortalecer Emociones	Controles administrativos
2. Ingeniería inadecuada, estándares, especificaciones de diseño inadecuados por falta de información-conocimiento	Auditorías y revisión de estándares, procedimientos	Controles administrativos
3. Herramientas y equipos inadecuados para la actividad	adquisición de equipos de selección de mineral (Ore Sorter)	Controles de Ingeniería

4.1.1 Apoyo Psicológico para Fortalecer Emociones (Control Administrativo)

Debe existir un área psicológica para el equilibrio emocional para actividades no rutinarias y atípicas.

4.1.2 Auditorias y Revisión de Estándares, Procedimientos

La información obtenida debe ser trazable y medida constantemente para que cualquier tipo de desviaciones se han corregidas.

4.1.3 Adquisición de Equipos de Selección de Mineral (Ore Sorter)

Las soluciones basadas en sensores ayudan a extender la vida útil de las operaciones mineras y aumentan el valor general del depósito, maximiza la eficiencia, la precisión y la velocidad funciona más rápido que las tecnologías de clasificación tradicionales, como la separación de medios densos, este sistema inteligente captura incluso los tamaños de partículas más pequeñas (menores a 10 milímetros de diámetro).

4.2 Evaluación de las Alternativas de Solución

Para la evaluación de las alternativas de solución se ha realizado la matriz de atributos de valores incrementales, tres atributos de incremento: y tres que hacen que la propuesta no sea atractiva esta matriz consiste en:

Beneficio económico: considerando la rentabilidad como objetivo. En la Tabla 11 se muestran posibles escenarios: el primero (alternativa 1) es como se viene trabajando; la segunda alternativa es con la implementación del Sorter con un tratamiento de 2870 toneladas y el tercer escenario procesando 2364 toneladas. Se puede apreciar la diferencia en la variación de la rentabilidad al 80 % de lo presupuestado en las ventas debido a las penalizaciones realizadas por la calidad o presencia de impurezas en el concentrado.

Calidad: El atributo para la calidad es practico, sencillo, modular y versátil.

Servicio: se ha considerado como rápido y sencillo en el mantenimiento y su operación.

Costo: se considera el tema de fabricación e instalación.

Riesgo: enfocada en la eliminación del peligro.

Tiempo: considerada en las horas de operación.

Tabla 11*Posibles Escenarios y Rentabilidades Asociadas*

ITEM	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Unidad
	Caso Base	Implementación del Sorting 2870	Implementación del Sorting 2364	
Toneladas alimentadas por día	2870	3376	2870	TMSD
Toneladas tratadas por día	2870	2870	2364	TMSD
Ley Zn a Planta	5.51%	6.31%	6.48%	%
Ley Pb a Planta	1.36%	1.57%	1.61%	%
Ley Ag a Planta	2.29	2.61	2.67	%
Ley Cu a Planta	0.26%	0.29%	0.30%	%
Precio de TMF Zn LOM	\$2,500	\$2,500	\$2,500	\$
Precio de TMF Pb LOM	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$
Precio de Oz Ag LOM	\$15	\$15	\$15	\$
Precio de TMF Cu LOM	\$6,750	\$6,750	\$6,750	\$
Finos Zn	50,376	57,815	48,910	TMF
Finos Pb	11,502	13,268	11,237	TMF
Finos Ag	1'485,592	1'736,233	1'469,996	Oz
Finos Cu	570	836	706	TMF
\$ Zn/año @ 100%	\$125'938,900	\$144'536,719	\$122'275,022	\$
\$ Pb/año @ 100%	\$23'003,857	\$26'535,587	\$22'474,272	\$
\$ Ag/año@ 100%	\$22'283,875	\$26'043,501	\$22'049,938	\$
\$ Cu/año@ 100%	\$3'845,676	\$5'644,321	\$4'765,702	\$
Total	\$175'072,309	\$202'760,129	\$171'564,934	\$
Ventas @ 80%	\$140'057,847.07	\$162'208,103.18	\$137'251,947.17	\$

Tabla 12

Atributo	Valoración General por Atributo	Valoración Particular	Detalle de los Componentes del Atributo	Modo de Valoración	Alternativa A			Alternativa B			Alternativa Ce			
					Apoyo Psicológico para fortalecer Emociones			Auditorias y revisión de estándares, procedimientos			Planta Ore Sorting			
					Calificación	Ponderado parcial	Ponderado Total	Calificación	Ponderado parcial	Ponderado Total	Calificación	Ponderado parcial	Ponderado Total	
Incrementan Valor	Beneficio Económico	30%	100	Rentabilidad	A mejor opción, mayor puntaje (2-10)	7	7	2.1	6	6	1.8	8	8	2.4
	Calidad	30%	100	Modular, practico	A mejor opción, mayor puntaje (2-10)	4	4	1.2	5	5	1.5	8	8	2.4
	Servicios	10%	100	Rápido y sencillo	A mejor opción, mayor puntaje (2-10)	6	6	0.6	5	5	0.5	6	6	0.6
Decrementan Valor	Costo	10%	100	Fabricación e instalación	A mejor opción, menor puntaje (2-10)	3	3	0.3	8	8	0.8	4	4	0.4
	Riesgo	10%	100	Eliminación del peligro	A mejor opción, menor puntaje (2-10)	8	8	0.8	8	8	0.8	2	2	0.2
	Tiempo	10%	100	Tiempo por Horas de Trabajo	A mejor opción, menor puntaje (2-10)	4	4	0.4	3	3	0.3	2	2	0.2
100%						5.4			5.7			6.2		

Nota. Para el cálculo de la mejor opción se ha ponderado el atributo general, cuya suma da el 100%, para el análisis el ponderado parcial es igual a la calificación por tener una sola alternativa de solución, el ponderado total es la multiplicación del ponderado parcial y la valoración general del atributo. Para los tres primeros valores incrementales (Beneficio, Calidad, Servicio) se evaluaron entre los valores de (2-10) donde a mayor puntaje del ponderado total incrementa el valor. Para los siguientes tres últimos (Costo, Riesgo y tiempo) se evaluaron entre (2-10) donde a menor puntaje del ponderado total decrementa el valor. El análisis descrito da como resultado la alternativa C (Planta de Ore Sorting) con una

Tabla de Valoración de la:

valoración de 6.2.

4.3 Solución Propuesta

Después de realizar el análisis se puede afirmar que la solución propuesta se enfoca en una tecnología disruptiva adecuada, la manera de clasificar el mineral de baja ley (Sorter) será autónoma, el enfoque debe darse en un entorno hostil, es decir con leyes de menor calidad, lugares donde existe mayores costos de energía y producción, escasez de agua, regulaciones ambientales estrictas, estos son los desafíos que se deben de superar.

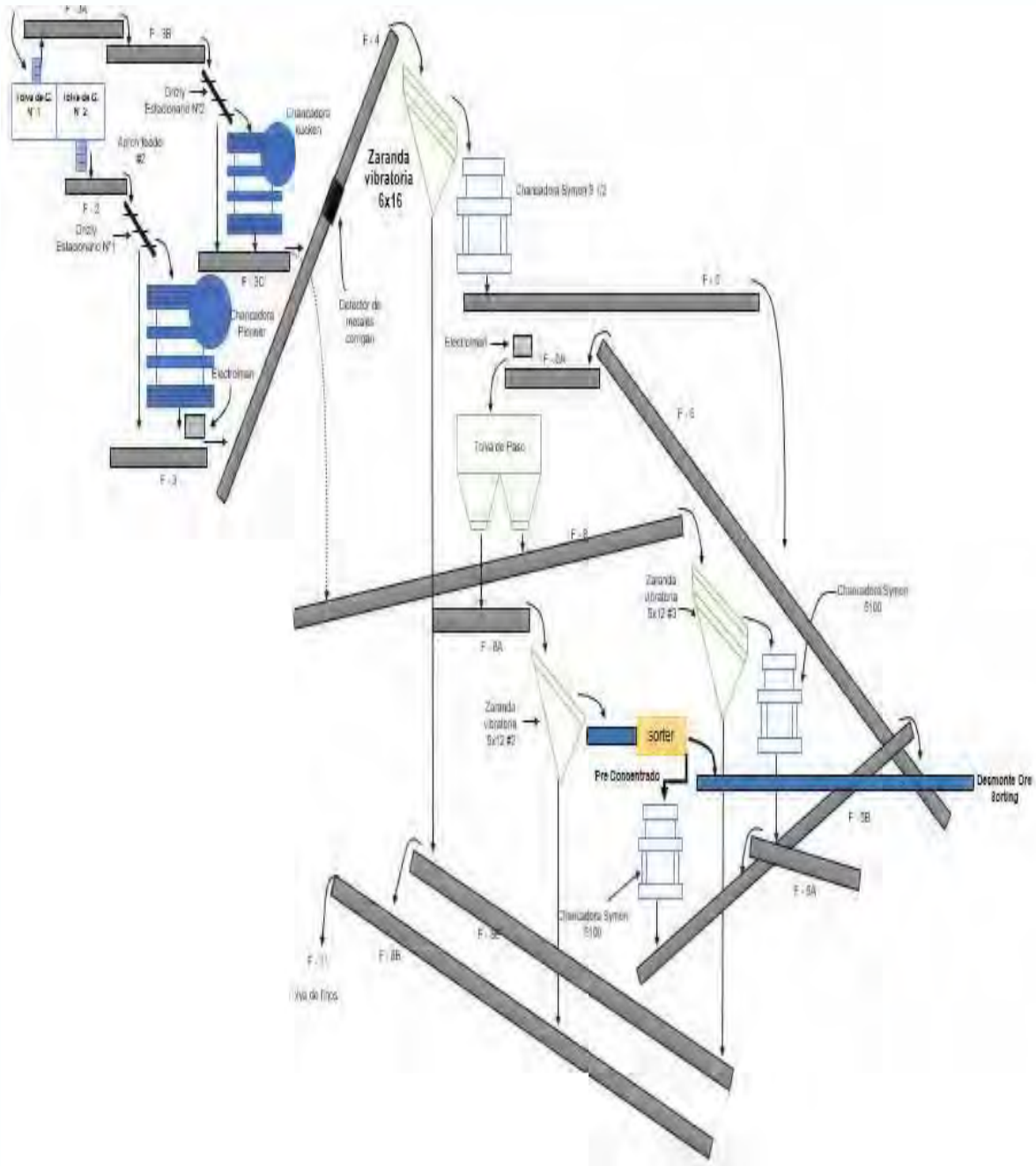
En la búsqueda podemos señalar que Tomra es una empresa sólida y disruptiva y la forma de clasificación cumple con las exigencias de Compañía Minera Acumulacion Raura, esta consiste en pasar la materia prima por una banda transportadora que por diferencia de densidades hace que los rayos X lanzados detecten el mineral y sean expulsados a través de un sistema neumático (Tomra, 2020).

Actualmente se tiene la experiencia del clasificador de minerales en la Unidad de San Rafael perteneciente al Grupo empresarial (BRECA), el Ore Sorter viene trabajando desde el 2016 y aprovecha el depósito de relave de estaño para nuevamente seleccionarlo a un ritmo de producción de 3200 toneladas diarias, el impulsador de esta iniciativa es el ingeniero Pedro Condori (jefe del laboratorio de metalurgia de la Compañía).

En el caso particular de Raura el sorter trabaja con 1200 toneladas diarias, de las 2880 toneladas diarias que procesa la planta, el mineral es polimetálico, los criterios de diseño son distintos por las propiedades físicoquímica del mineral (no se trabaja con los depósitos de relave) la innovación consiste en seleccionar el mineral desde el inicio de la extracción, para otorgarle el valor agregado a toda la cadena de suministro involucrada, la selección de la empresa se ha desarrollado con análisis muestrales con la empresa Tomra y Stainer, con resultados positivos y retadores entregando un incremento en la calidad de mineral de 15 %, en la Figura 14 se muestra un diagrama de flujo de la ubicación del Ore Sorter en la planta Beneficio, así como el balance de masas del proceso (ver Apéndice D).

Figura 14

Diagrama de Flujo en el Proceso de Chancado



Capítulo V: Plan de Implementación y Factores Clave de Éxito

En el capítulo IV se logró establecer e identificar tres alternativas de solución para el problema principal de minera Raura, la cual debe mejorar el proceso de selección del mineral, y la alternativa C: implementación de una Planta Ore Sorting resultó ser la solución más viable, innovadora y disruptiva, obteniendo la mayor puntuación equivalente a 6.2 (ver Tabla 13). En este capítulo se detallan y puntualizan las actividades a realizar para la alternativa C de solución, el plan de implementación, el presupuesto y los factores clave que permitirán un sistematizado y exitoso proceso de implementación.

5.1 Definiciones Claves

El Balanced Scorecard (BSC) o Cuadro de Mando Integral (CMI) es una metodología de gestión estratégica utilizada para definir y hacer seguimiento a la estrategia y objetivos de una organización. Esta metodología, creada por Robert Kaplan y David Norton en el año de 1992, permite estructurar los objetivos estratégicos de forma dinámica e integral para ponerlos a prueba según una serie de indicadores que evalúan el desempeño de todas las iniciativas y los proyectos necesarios para lograr su cumplimiento satisfactorio.

Según Kaplan Robert y Norton David (2016) el BSC proporciona a los directivos de una organización el equipo de herramientas que necesitan para dirigirse hacia un éxito competitivo futuro. En la actualidad, las organizaciones están compitiendo en entornos complejos y, por lo tanto, es clave que tengan una precisa comprensión de sus objetivos y de los métodos que utilizaran para alcanzarlos.

Definiciones claves del cronograma Gantt en base a la Guía del PMBOK Sexta edición del año 2017:

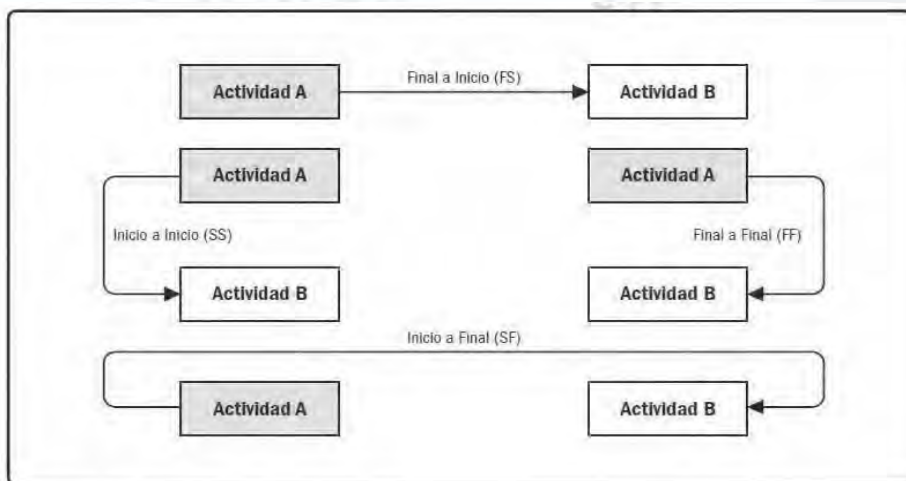
Duración. Para estimación de la duración se utiliza la técnica del “Juicio de expertos” donde se considera la experiencia y pericia, ya que se cuenta con más de 12 años de experiencia como especialistas en proyectos de implementación de plantas de procesos en

Minería de oro, plata y polimetálicos: Desarrollo, gestión y control del cronograma.

Metodologías de programación. Se utilizó el método de diagramación por precedencia por sus siglas en inglés (PDM) según la Guía del PMBOK® (2017) es una técnica utilizada para construir un modelo de programación en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas (ver Figura 15)

Figura 15

Método de Diagramación por Precedencia (PDM)



Nota. Tipo de relaciones del método de diagramación por precedencia (PDM). de “Guía del PMBOK®” (6a ed., p. 190), por Project Management Institute, Inc., 2017, Pennsylvania, EE.UU.

Software de programación. Para la programación se hizo uso del Software Microsoft Project Standard 2016 (MS Project 2016). Según el equipo de producto de Microsoft Project (2010) es un software de administración de proyectos y programas de proyectos desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo. Adicionalmente MS Project en todas sus versiones ultimas es útil para la gestión de proyectos, aplicando procedimientos descritos en el PMBOK del Project Management Institute.

Industria. Para la industria minera metálica es donde se elabora el Gantt detallado del proyecto.

5.2 Balanced Scorecard

El Balanced Scorecard (BSC) o Cuadro de Mando Integral (CMI) es una metodología de gestión estratégica utilizada para definir y hacer seguimiento a la estrategia y objetivos de una organización. Esta metodología, creada por Robert Kaplan y David Norton en el año de 1992, permite estructurar los objetivos estratégicos de forma dinámica e integral para ponerlos a prueba según una serie de indicadores que evalúan el desempeño de todas las iniciativas y los proyectos necesarios para lograr su cumplimiento satisfactorio.

Según Kaplan Robert y Norton David (2016) el BSC proporciona a los directivos de una organización el equipo de herramientas que necesitan para dirigirse hacia un éxito competitivo futuro. En la actualidad, las organizaciones están compitiendo en entornos complejos y, por lo tanto, es clave que tengan una precisa comprensión de sus objetivos y de los métodos que utilizarán para alcanzarlos. Para este proyecto específico “implementación de una Planta Ore Sorting” se ha establecido y sugerido los objetivos financieros y no financieros, identificando en la organización los objetivos y los indicadores (KPIs) para su proceso interno (ver Tabla 14). Esta identificación representa una de las innovaciones y beneficios principales del enfoque del BSC, lo cual se centran en mejorar el costo, calidad y tiempos de los ciclos de los procesos y etapas del proyecto.

5.3 Plan de Implementación (Gantt) y Presupuesto

5.3.1 Plan de Implementación (Gantt)

Para la elaboración del cronograma o diagrama de barras (Gantt) del proyecto de “Implementación de una Planta Ore Sorting en minera Raura”, se ha tomado como línea de referencia la “Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos” o más conocido como “Guía del PMBOK®” de los fundamentos para la dirección de proyectos.”

Tabla 13

BSC Proyecto Planta Ore Sorting

Objetivos	Peso	KPI	Accountable	Planificado Anual 2023												
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Planta Ore Sorting - Minera Raura	100.00 %															
1 Desarrollo de Proyecto Ore Sorting - Mina Raura	81%															
1.1 Ingeniería de Detalle y Factibilidad	5%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto			100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1.2 Permisos de Construcción (DGM-MEN)	5%	Cumplimiento de Meta	Gerente de Proyecto				100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1.3 Movimiento de Tierras (obras preliminares)	8%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto			50%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1.4 Obras Civiles	10%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto					15%	35%	76%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1.5 Procura de Equipos Paquete Ore Sorting (incluye alimentador) N°1	8%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto									100%	100%	100%	100%	100%
Paquete Ore Sorting (incluye alimentador) N°2	8%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto										100%	100%	100%	100%
Fajas transportadoras, Zarandas, chutes, etc.	5%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto								50%	100%	100%	100%	100%	100%
1.6 Obras Mecánicas	12%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto								5%	26%	55%	78%	100%	100%
1.7 Obras Eléctricas	10%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto									14%	38%	75%	100%	100%
1.8 Obras Eléctricas & Instrumentación	5%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto												60%	100%
1.9 Comisionado y puesta en Marcha de Planta Ore Sorting	5%	SPI, CPI	Gerente de Proyecto													100%
2 Indicadores de Gestión																
2.1 Gestión Ambiental	3%	0 impacto mayor Ambiental														100%
2.2 Gestión Social	3%	Max. 2 paralizaciones temporales (2 días)	Gerente de Unidad													100%
2.3 Seguridad	5%	0 accidentes incapacitantes permanente	Gerente de Unidad													100%
2.4 Financieros	3%	Indicador Financiero VAN, TIR, WACC	Gerente de Unidad													100%
3 Contingencia	3%	Max. 5% Costo Directo	Gerente de Proyecto													100%
4 Gastos COVID -19	2%	Max. 10% de la inversión del proyecto	Gerente de Unidad													100%
Avance Acumulado				0%	0%	9%	18%	28%	22%	37%	46%	59%	66%	74%	100%	100%
Avance de Proyecto Gantt				0%	0%	9%	18%	28%	22%	37%	46%	59%	66%	74%	100%	100%

En base a la metodología explicada en los párrafos anteriores se elabora el cronograma (Gantt) detallado del “Proyecto planta Ore Sorting” tomando como referencia el presupuesto del proyecto brindado por Compañía minera Raura S.A. en este Gantt se muestra la secuencia de actividades por disciplina, hitos principales, la ruta crítica en barras de color rojo. El tiempo de implementación se ha determinado en un año calendario (ver Figura 16).

En la fase temprana del cronograma en el primer trimestre se contempla realizar algunas actividades importantes como la ingeniería de factibilidad y de detalle, ingeniería de detalle de obras de interfase, revisión y aprobación de ingeniería, arreglos generales, expedientes de licitación para construcción entre otros.

Al segundo trimestre del cronograma se considera actividades que permita avanzar hitos críticos para el cumplimiento del cronograma, tales como: colocación de órdenes de compra de los equipos principales (Ore Sorting, Chancadoras, Zarandas, etc.), movimiento de tierras y obras civiles de tal forma que los objetivos planteados por Raura puedan cumplirse.

Durante el tercer trimestre se realizará las obras electromecánicas y montaje de equipos y adecuación de infraestructuras. La construcción de todas las instalaciones que forman parte del proyecto.

En el 4to trimestre se realizarán las obras eléctricas principales, y culminación de las obras electromecánicas, en este periodo es clave la ejecución del pre-comisionamiento y el comisionamiento de los equipos, también la puesta en marcha de la Planta Ore Sorting, donde se tendrán la participación del personal técnico de Raura, así como de la presencia de los representantes de los proveedores de equipos principales.

En base al cronograma (Gantt) se elaboró el resumen de actividades definiendo las responsabilidades para el control y seguimiento, lo cual es de suma importancia para la consecución exitosa del del proyecto Planta Ore Sorting (ver Figura 17).

Figura 16

Cronograma (Gantt) Proyecto Planta Ore Sorting

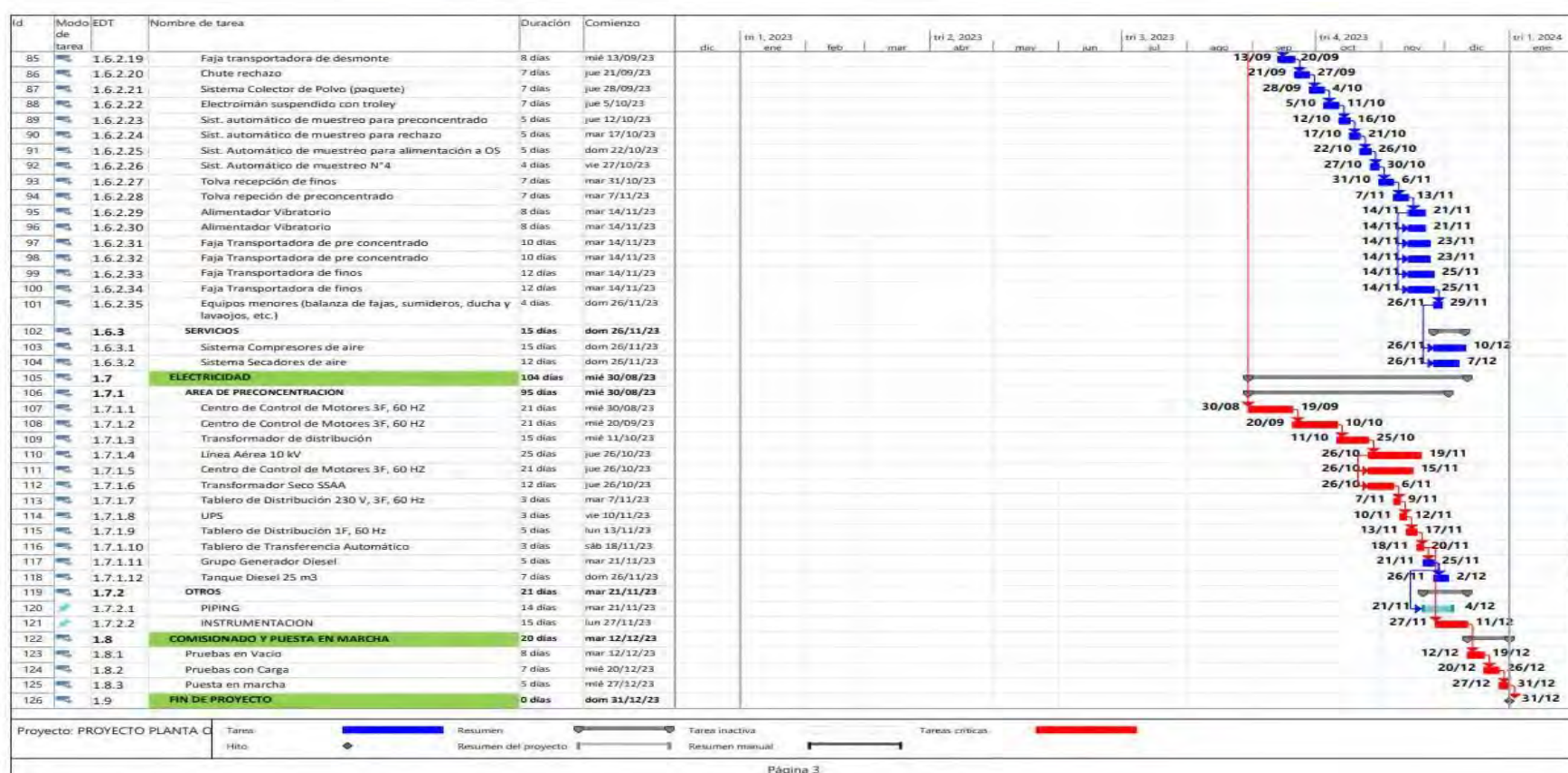
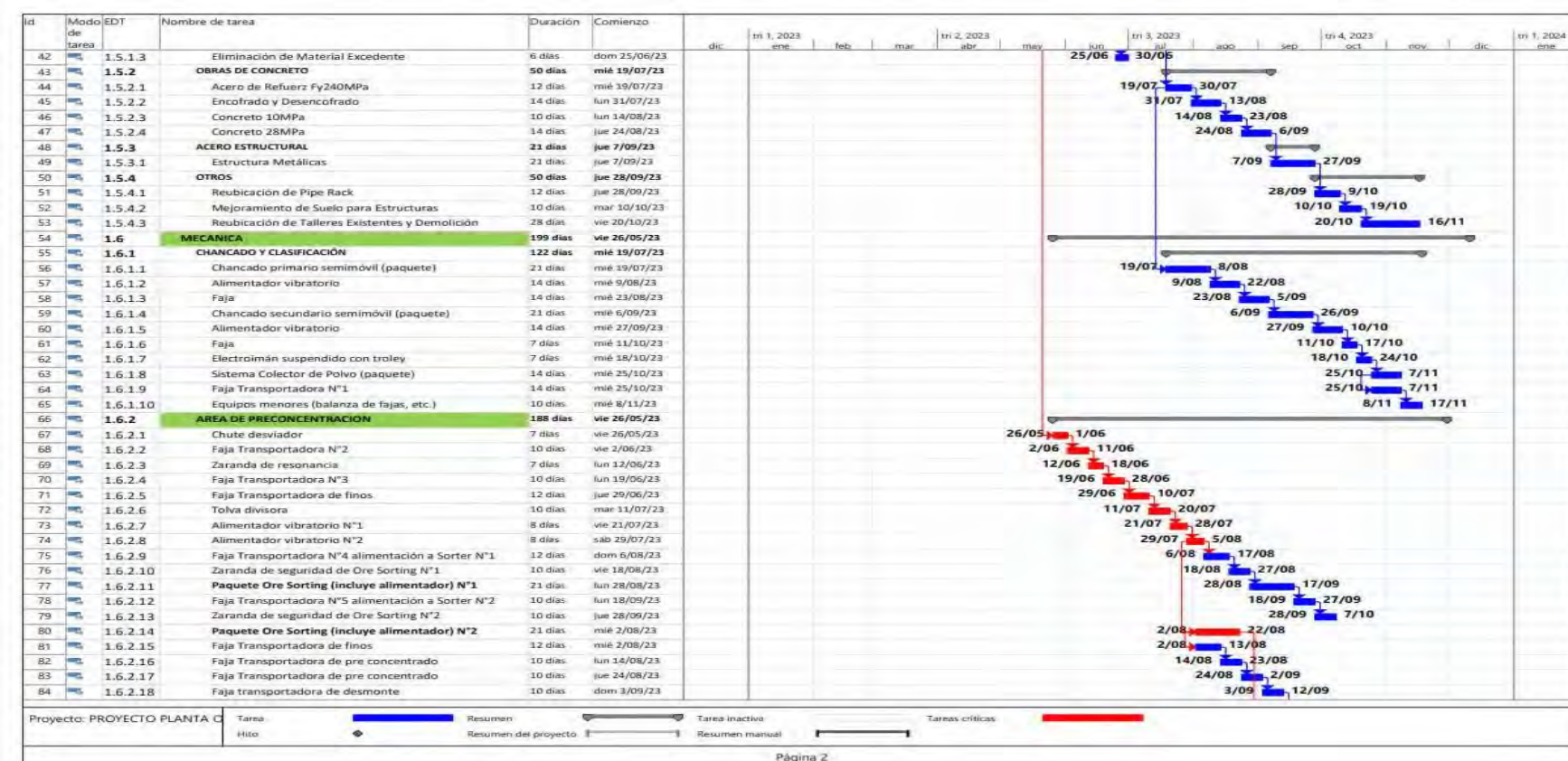
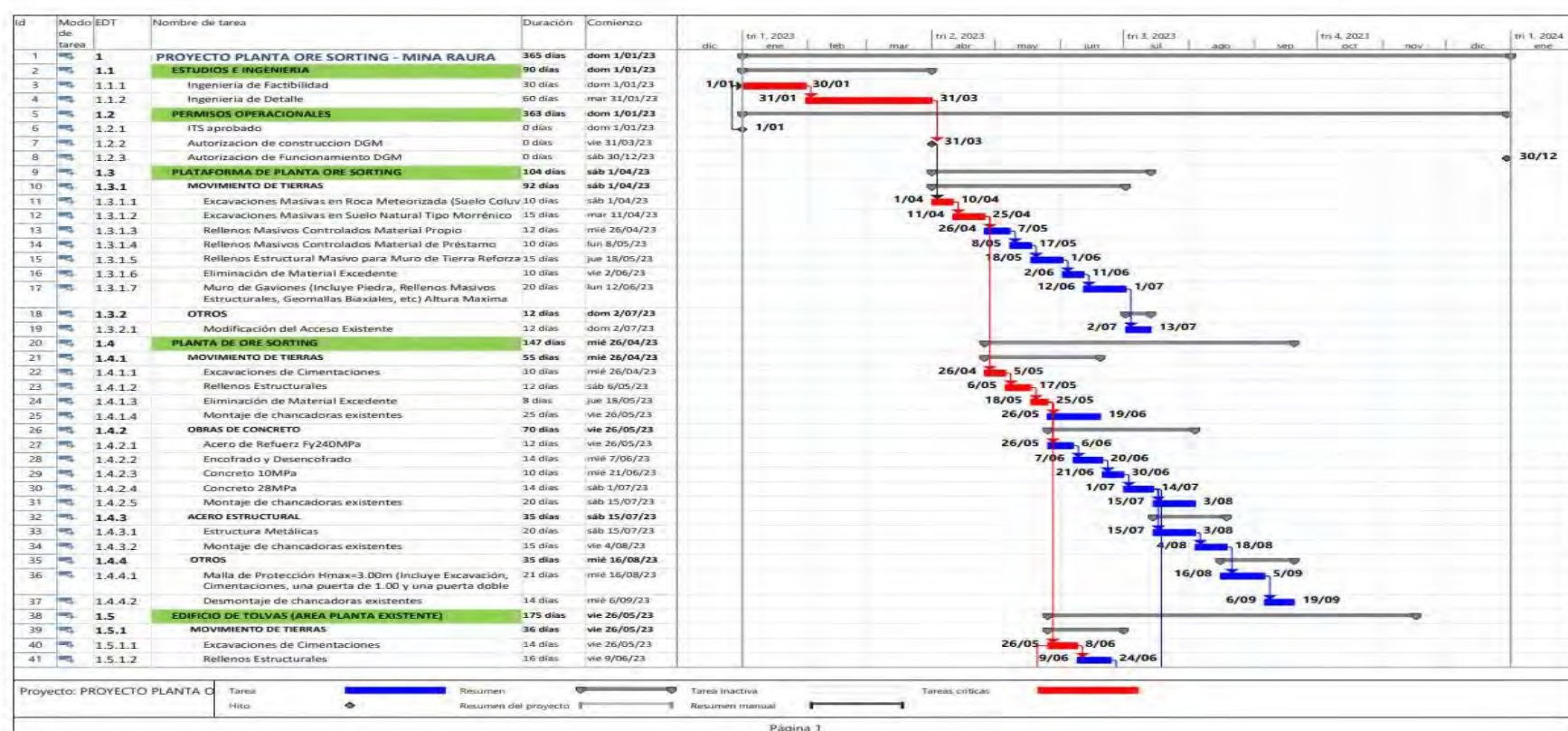


Figura 17

Resumen de Actividades y Responsables Cronograma (Gantt) Proyecto Planta Ore Sorting



5.3.2 Presupuesto

Para determinar el presupuesto del “Proyecto planta Ore Sorting” se ha tomado como referencia el presupuesto brindado por Compañía minera Raura S.A. realizado por la consultora Amec Foster Wheeler Perú S.A en el año 2016. Se ha estimado que, para ejecutar el plan de implementación de mejora, Minera Raura debe realizar la inversión ascendente a \$23'802,341.84. La distribución del costo directo se encuentra detallado en la Tabla 14, asimismo la distribución del costo indirecto e inversión total.

Por otra parte, es importante mencionar que al presupuesto inicial se ha agregado costos por la contingencia del COVID-19, la cual se ha implementado en el sector minero del país desde mayo del 2020 incrementado significativamente los costos operativos y de los proyectos de inversión mineros. Como referencia se tiene a los estados de resultados financieros del 2021 en Cia. Minera Coimolache S.A. los costos COVID-19 representaron el 9.82% de la inversión en proyectos en dicho año (ver Tabla 14).

5.4 Factores Claves de Éxito

Para que la implementación de la solución sea exitosa se está considerando seis factores claves de éxito por ser los de mayor influencia para lograr los resultados deseados.

Compromiso de la alta dirección. Para poner en marcha la implementación de mejora en Compañía Minera Raura será esencial el involucramiento de la alta dirección del corporativo (Grupo Breca) puesto que ellos son los patrocinadores brindando el financiamiento, la experiencia y los recursos necesarios para cumplir los objetivos en plazo, costo y calidad del proyecto de mejora.

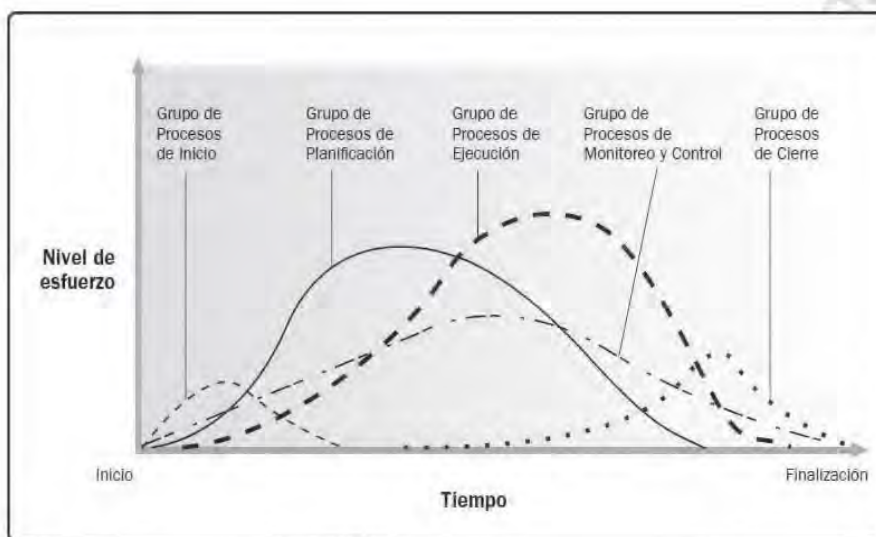
Claridad en la definición de objetivos. Es importante la precisión y claridad en los objetivos de tal manera, que se puedan medir y hacer seguimiento a su progreso y cumplimiento. Por lo que resulta clave la implementación del BSC para establecer los objetivos del “Proyecto Planta Ore Sorting” de Minera Raura cuya medición se realizara a

través de indicadores (KPIs) financieros y no financieros.

Utilización de una metodología. Se utiliza la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK) / Project Management Institute, la cual es una guía de buenas prácticas utilizada a nivel mundial para proyectos complejos con resultados exitosos, lo cual permitirá gestionar el ciclo del proyecto en la etapa de inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control hasta el cierre (ver Figura 18).

Figura 18

Ciclo de Vida de un Proyecto



Nota. Tomado de “Guía PMBOX”

Precisión en la planificación. El realizar una buena planificación en base a la Guía del PMBOK es clave para garantizar el éxito del proyecto, en esta etapa el proyecto puede sufrir cambios importantes sin mayores impactos que afecte al costo, plazo y calidad del proyecto. Por lo contrario, si no hay precisión en la planificación el proyecto puede sufrir graves impactos principalmente incrementando el plazo y costo. En tal sentido es vital que el equipo designado para implementar el proyecto sea altamente calificado y tenga amplia experiencia en proyectos de esta envergadura.

Rol del director del proyecto. Es clave la selección del director del proyecto, la persona designada por la gerencia para liderar al equipo responsable de alcanzar los objetivos

del proyecto. Según la Guía del PMBOK el director del proyecto. Además de las habilidades técnicas específicas y de las competencias generales en materia de gestión requeridas para el proyecto, los directores de proyecto deben tener al menos los siguientes atributos: liderazgo, trabajo en equipo, motivador, comunicador, influyente, toma de decisiones, conocimientos de política y cultura, negociador, facilitador y gestión de conflictos. para el caso de minera raura el director de proyecto es el gerente de proyectos corporativo.

Seguimiento y Control. Es vital hacer el seguimiento al avance en tiempo del proyecto, para lo cual se utilizará el indicador de desempeño del plazo (SPI) la cual se medirá semanalmente y cualquier desviación se tomará las acciones correctivas como es un plan de recuperación e incremento de recursos. Por otra parte, para hacer el seguimiento al avance en costo del proyecto se utilizará el indicador de desempeño en costo (CPI) y cualquier desviación de esta se buscará corregir optimizando el uso de los recursos, sinergia en actividades similares y redistribución del presupuesto.

Nota 1: Si el SPI menor a 1, la actividad o el proyecto está retrasado respecto a lo planeado. Si el SPI es igual a 1, la actividad o el proyecto está al día según lo planeado. Si el SPI es mayor a 1, la actividad o el proyecto esta adelantado respecto a lo planeado

Nota 2: $CPI < 1$ indica un sobre costo con respecto al trabajo completado. $CPI > 1$ indica un costo inferior con respecto al desempeño a la fecha.

5.4.1 Habilitadores

Los principales habilitadores del proyecto son los instrumentos ambientales que son indispensables su elaboración y presentación a las entidades gubernamentales como son el Ministerio del ambiente (Minam) y la dirección general de minería DGM del Ministerio de Energía y Minas (MEM) para sus aprobación y autorización. Para el caso de minera Raura, cuenta con los habilitadores de Tierras, CIRA e instrumento de gestión ambiental IGA, pero aún no cuenta con el instrumento técnico sustentatorio (ITS) y el instrumento de gestión

operacional (IGO) lo cual es clave contar estos dos habilitadores para iniciar la etapa de ejecución del proyecto. En la Figura 19 se muestra los habilitadores principales y la leyenda respectiva.

Figura 19

Descripción de la Inversión

Descripción de la Inversión	Inversión tipo en \$M				Enfoque	Beneficio	Prioridad	Tierra	CIRA	IGA	ITS	IGO
	TOTAL	CF	P	N								
Proyecto Planta Ore Sorting - Minera Raura	23.80			23.80	P	●	●	✓	✓	✗	✗	✗

INVERSION TIPO

CF = Carry Forward
N = Nuevo
P = Postergado

ENFOQUE

P = Proyecto
A = Activo
C = Cierre
E = Exploración
T = Tierra

TIERRA/CIRA/IGA/ITS/IGO

✓ 2 Se tiene
! 1 No se tiene
✗ 0 No requiere

BENEFICIO

● 2 Corto plazo
● 1 Mediano plazo
● 0 Largo plazo

PRIORIDAD

● 1 Prioridad 1
● 2 Prioridad 2

5.4.2 Riesgos

Existen varios riesgos asociados para la implementación de la propuesta de solución en Minera Raura, la cuales se identifica y clasifica de la siguiente manera:

Factores ambientales de la empresa (EEFs): según la Guía PMBOK (2017) los factores ambientales de la empresa hacen referencia a condiciones que no están bajo el control del equipo del proyecto y que influyen, restringen o dirigen el proyecto. Estas condiciones pueden ser internas y/o externas a la organización.

EEFs Internos a la organización:

Cultura, estructura y gobernanza de la organización. Existe el riesgo que el equipo de proyecto o una parte, no este alineado a: la cultura, misión, valores, creencias, normas culturales, estilo de liderazgo, jerarquía y relaciones de autoridad, estilo de la organización, ética y código de conducta de la empresa. Estos factores pueden influir de

forma negativa sobre el resultado y objetivos del proyecto, afectando principalmente al plazo y costo, por no estar alineados a la cultura organizacional de la empresa.

Disponibilidad de recursos. Existen varios riesgos asociados a la disponibilidad de recursos estos incluyen restricciones contractuales con proveedores y contratistas, para el caso de minera Raura es un riesgo alto el retraso en procura y llegada de equipos principales de exportación (Equipo Ore Sorter, Chancadoras, zarandas, etc.). Así como el retraso en el proceso de contratación de empresas contratistas y que estas dispongan con todos los recursos requeridos para ejecutar las obras.

EEFs externos a la organización:

Situación política actual: El Perú en los últimos años se encuentra sumergida en una inestabilidad política, que se produce por cambios de gobiernos prematuramente, esto se ha agravado con el enfrentamiento permanente que existe entre el poder ejecutivo y el legislativo. Lo cual aumenta el riesgo país, disminuyendo la calificación de inversión del país y retrasando las inversiones mineras, también crea mayores demandas sociales de la población provocando conflictos en las zonas de operación minera.

Influencias de índole social y cultural. El proyecto de mejora está ubicado en un entorno donde existen comunidades campesinas empoderadas, por lo que, si no hay una adecuada relación con estas áreas de influencia, existe un alto riesgo que dichas comunidades bloquen y paralicen el proyecto, esto debe mitigarse con un plan de RRCC adecuado que involucre a la comunidad en la ejecución y beneficio que genera la implantación del proyecto. Una manera de gestionar esto es: contratando mano de obra local, servicios de transporte alojamiento y alimentación para los contratistas foráneos, alquiler de maquinaria y evaluar contratar a empresas locales para ejecutar parte del proyecto.

Restricciones legales. Existe riesgo alto de cambios en la legislación y regulaciones

del país por los cambios permanentes de gobiernos, también existe un riesgo alto que las autorizaciones y aprobaciones del ITS y permisos de construcción por parte de las entidades estatales se retrasen meses en emitir resoluciones de autorización, ya que, con cada cambio de gobierno, estos funcionarios muchas veces son cambiados, lo cual afectaría la planificación y objetivos del proyecto retrasando su ejecución. La mitigación de este riesgo es muy difícil sin embargo minera Raura debe presentar a tiempo estos informes a la DGM y hacer seguimiento permanente para disminuir la incertidumbre de estos habilitadores del Proyecto.

5.5 Conclusiones

Se concluye que usar adecuadamente la metodología de dirección de proyectos, según la Guía PMBOK permite un acercamiento al logro exitoso del proyecto. El seguimiento y control constante del proyecto es clave para corregir a tiempo cualquier desviación al plazo, costo y calidad del proyecto. El tener una precisión en la planificación del proyecto es clave para minimizar los cambios en el proyecto. Cualquier cambio en esta etapa tendrá bajo impacto en el costo y plazo, por lo contrario, si no se realiza una planificación precisa esta tendrá un gran impacto en el costo y plazo en la etapa de ejecución, esto porque los cambios pueden significar cambio de equipos, infraestructura, demoliciones, reprocesos, etc. Si no se cuenta liberado los habilitadores del proyecto (Permisos ambientales) el proyecto puede retrasarse significativamente y hasta ser postergado, por lo que su tratamiento y seguimiento es vital para Minera Raura. También se concluye que la pandemia producida por el COVID-19 ha incrementado significativamente el presupuesto de inversión del proyecto, 9.82% adicional, por lo que es una variable que todo proyecto minero en la actualidad debe incluir en su flujo financiero.

Capítulo VI: Resultados Esperados

La propuesta de solución identificada y las actividades necesarias que implican la implementación de esta tecnología en la Unidad Minera Raura fueron descritas en los capítulos anteriores y decantan en el análisis financiero, con el objetivo de identificar los beneficios y escenarios posibles que puedan afectar la rentabilidad

6.1 Resultados esperados del Plan de Implementación

La inversión requerida para la implementación integrada del Ore Sorting de la Unidad Minera Raura es \$ 23'802,342 dólares. Para que el proyecto sea rentable se espera un VAN > 0 con tasa de descuento de 10% (tasa proporcionada por la Gerencia de Finanzas Minera Raura), cabe destacar que el proyecto será financiado con capital propio cuya fuente es el Grupo Minsur. También será importante que el KPI beneficio costo sea mayor a cero y que la tasa interna de retorno (TIR) y la tasa de interna de retorno modificada (TIRm) sea mayor que la tasa de descuento. Otro aspecto que será tomado en cuenta es el periodo de recuperación de la inversión (Payback), debe ser menor a 8.5 años debido que para el presente caso de negocio el flujo de caja libre será considerado a 10 años .

6.2 Recuperación de la Inversión

El flujo de caja libre realizado ha contemplado las ventas proyectadas para los diez años. Cabe resaltar que se ha considerado las datos macro económicos del sector minería metálica para esta proyección (ver Tabla 15).

Tabla 15

Incremento de Ventas Proyectadas al 2032

Detalle	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Incremento de ventas		2.76%	1.21%	2.59%	2.59%	2.59%	2.59%	2.59%	2.59%	2.59%

Nota. Tomado de “Datos,” por Compañía Minera Raura, 2018.

De igual manera, la composición del costo de ventas, Opex, gastos administrativos, gastos de ventas, Capex ,etc y otros componentes del estado de resultados fueron proporcionados por la Unidad Minera Raura con el objetivo de elaborar el flujo de caja libre. Un punto importante que se debe considerar es la inclusión de gastos relacionados con el COVID-19 para el CAPEX y OPEX los cuales han generado un impacto, ante la incertidumbre de la duración de la pandemia se ha presupuestado un costo para los próximos tres años (ver Tabla 16).

Luego de realizar el análisis del flujo de caja libre utilizando la tasa de descuento del 10% se obtiene lo siguiente: (a) VAN mayor a cero lo cual indica que el proyecto es rentable (b) Beneficio Costo el valor obtenido es 3.32 lo cual indica que el proyecto genera \$3.32 por cada \$1 invertido (c) la tasa interna de retorno (TIR) es 36.59%, además la tasa interna de retorno modificada (TIRm) arroja un valor de 23.90% ambos valores mayores a la tasa de descuento de 10% solicitada por la Unidad Minera Raura. Se puede inferir que el proyecto de inversión es rentable en los diez años de análisis realizado (ver Tabla 17).

Finalmente, al realizar un análisis del periodo de recuperación se obtuvo los siguientes resultados: (a) el payback indica que la inversión será recuperada en el tercer año, (b) el payback descontado indica que la inversión será recuperada en el cuarto año. En conclusión, ambos indicadores muestran que el periodo de recuperación de la inversión es menor a los 8.5 años solicitados por la gerencia (ver Tabla 18).

6.2.1 Análisis de Sensibilidad

En el párrafo anterior se ha comprobado que el proyecto de inversión es rentable. Sin embargo, es necesario medir la capacidad de respuesta del proyecto de inversión frente a modificaciones de una o más variables en el modelo financiero. En este caso se utilizará el VAN como la variable de estudio y se estudiará su comportamiento frente a la modificación de lo siguiente: precio de los metales (zinc, cobre, plata y plomo), Capex y Opex.

Tabla 16

Flujo de Caja Libre



Flujo de caja libere											
Venta Neta	\$162,208,103	\$166,685,047	\$168,701,936	\$173,071,316	\$177,553,863	\$182,152,508	\$186,870,258	\$191,710,198	\$196,675,492	\$201,769,387	
Costo de Ventas	-\$119,620,030	-\$124,055,899	-\$126,711,159	-\$124,049,683	-\$128,681,092	-\$130,622,868	-\$133,814,884	-\$137,157,321	-\$140,779,760	-\$144,035,061	
Opex	-\$103,115,691	-\$105,961,684	-\$107,243,821	-\$110,021,436	-\$112,870,991	-\$115,794,349	-\$118,793,423	-\$121,870,173	-\$125,026,610	-\$128,264,799	
Opex Gastos COVID19	-\$6,619,879	-\$6,802,587	-\$6,884,899								
Depreciacion y amortizacion	-\$3,372,228	-\$4,599,657	-\$5,809,497	-\$7,079,886	-\$8,681,777	-\$7,515,570	-\$7,519,108	-\$7,590,484	-\$7,857,142	-\$7,669,747	
Exploraciones Near Mine/ Brownfield	-\$280,031	-\$287,760	-\$291,242	-\$298,785	-\$306,524	-\$314,463	-\$322,607	-\$330,963	-\$339,535	-\$348,329	
Participacion Trab, Otros, Regalias	-\$6,232,201	-\$6,404,210	-\$6,481,701	-\$6,649,577	-\$6,821,801	-\$6,998,485	-\$7,179,746	-\$7,365,702	-\$7,556,473	-\$7,752,186	
Ganancia (Pérdida) Bruta	\$42,588,073	\$42,629,148	\$41,990,777	\$49,021,633	\$48,872,771	\$51,529,640	\$53,055,374	\$54,552,877	\$55,895,732	\$57,734,326	
Gastos A&G Lima	-\$2,798,807	-\$2,876,054	-\$2,910,854	-\$2,986,245	-\$3,063,589	-\$3,142,936	-\$3,224,338	-\$3,307,849	-\$3,393,522	-\$3,481,414	
Gasto de Ventas	-\$838,588	-\$861,733	-\$872,160	-\$894,749	-\$917,923	-\$941,697	-\$966,087	-\$991,109	-\$1,016,779	-\$1,043,113	
Otros proyectos	-\$3,347,578	-\$3,439,971	-\$3,481,595	-\$3,571,768	-\$3,664,277	-\$3,759,182	-\$3,856,544	-\$3,956,429	-\$4,058,900	-\$4,164,026	
Regalias al Estado	-\$397,464	-\$408,434	-\$413,376	-\$424,082	-\$435,066	-\$446,334	-\$457,894	-\$469,754	-\$481,920	-\$494,402	
Otros Gastos multa OEFA	-\$16,167,820	-\$8,076,805	-\$8,121,177	-\$8,217,303	-\$8,315,919	-\$8,417,090	-\$8,520,880	-\$8,627,359	-\$8,736,595	-\$8,848,661	
Ganancia Operativa (EBIT)	\$19,037,817	\$26,966,151	\$26,191,615	\$32,927,485	\$32,475,996	\$34,822,402	\$36,029,630	\$37,200,378	\$38,208,015	\$39,702,710	
Gastos por impuestos a las ganancias	-\$5,616,156	-\$7,955,014	-\$7,726,527	-\$9,713,608	-\$9,580,419	-\$10,272,608	-\$10,628,741	-\$10,974,111	-\$11,271,365	-\$11,712,299	
Ganancia Operativa Neta (NOPAT)	\$13,421,661	\$19,011,136	\$18,465,089	\$23,213,877	\$22,895,577	\$24,549,793	\$25,400,889	\$26,226,266	\$26,936,651	\$27,990,410	
CAPEX	-\$15,948,407	-\$14,898,731	-\$13,573,289	-\$13,902,019	-\$16,598,710	-\$13,425,083	-\$12,545,326	-\$13,381,555	-\$16,621,872	-\$14,890,394	
Logistica	-\$726,049	-\$653,444	-\$588,100	-\$676,314	-\$777,762	-\$894,426	-\$804,983	-\$925,731	-\$1,018,304	-\$1,171,049	
Seguridad	-\$145,210	-\$130,689	-\$117,620	-\$135,263	-\$155,552	-\$178,885	-\$205,718	-\$236,576	-\$272,062	-\$312,871	
Medio Ambiente (cierre de mina)	-\$3,630,244	-\$3,630,244	-\$3,267,219	-\$3,757,302	-\$4,320,898	-\$2,592,539	-\$2,255,509	-\$2,593,835	-\$3,371,985	-\$2,023,191	
Mantenimiento	-\$3,110,393	-\$2,799,354	-\$2,519,418	-\$2,897,331	-\$4,345,997	-\$3,042,198	-\$2,129,538	-\$2,661,923	-\$4,658,365	-\$3,260,856	
Proyectos varios	-\$2,613,776	-\$2,352,398	-\$2,117,158	-\$2,434,732	-\$2,799,942	-\$2,519,948	-\$2,645,945	-\$3,042,837	-\$3,499,262	-\$4,024,152	
Geologia mina	-\$310,749	-\$279,674	-\$251,707	-\$289,463	-\$332,882	-\$282,950	-\$325,392	-\$374,201	-\$430,331	-\$494,881	
Planta	-\$516,947	-\$465,252	-\$418,727	-\$481,536	-\$818,611	-\$704,005	-\$605,445	-\$726,534	-\$944,494	-\$812,265	
Ventilacion mina	-\$2,465,662	-\$2,219,095	-\$1,997,186	-\$2,296,764	-\$2,067,087	-\$2,377,151	-\$2,614,866	-\$2,091,892	-\$1,589,838	-\$1,828,314	
Excelencia Operacional	-\$1,001,947	-\$901,753	-\$811,577	-\$933,314	-\$979,980	-\$832,983	-\$957,930	-\$728,027	-\$837,231	-\$962,816	
CAPEX COVID19	-\$1,427,431	-\$1,466,828	-\$1,484,577								
Inversion Inicial	#										
FLUJO DE CAJA LIBRE	#	-\$581,949	\$7,245,234	\$9,216,719	\$16,391,744	\$14,978,645	\$18,640,280	\$20,374,671	\$20,435,196	\$18,171,920	\$20,769,764
EBIT sobre las Ventas Netas	11.74%	16.18%	15.53%	19.03%	18.29%	19.12%	19.28%	19.40%	19.43%	19.68%	
EBITDA	\$ 22'410,044.80	\$ 31'565,807.96	\$ 32'001,112.03	\$ 40'007,370.37	\$ 41'157,773.39	\$ 42'337,971.84	\$ 43'548,737.44	\$ 44'790,861.86	\$ 46'065,157.30	\$ 47'372,457.00	

Tabla 17*Indicadores de Viabilidad*

WACC	10%
VAN	\$55'302,270
Beneficio /Costo	3.32
Tasa Interna de Retorno (TIR)	36.59%
TIR Modificada	23.90%

Tabla 18*Análisis del Payback***PAYBACK**

Año	0	1	2	3	4	5
Inversion Inicial	\$ -23'802,341.84					
Saldo a cubrir		\$ -24'384,290.99	\$ -17'139,056.61	\$ -7'922,337.23	\$ 8'469,406.32	\$ 23'448,050.84

PAYBACK DESCONTADO

Año	1	2	3	4	5	6
Flujos de Caja Libre	\$ -581,949.15	\$ 7'245,234.39	\$ 9'216,719.38	\$ 16'391,743.54	\$ 14'978,644.53	\$ 18'640,280.26
Valor Presente de los FCL	\$ -529,044.69	\$ 5'987,797.01	\$ 6'924,657.69	\$ 11'195,781.40	\$ 9'300,559.78	\$ 18'640,280.26
Periodo de Recupero Descontado	\$ -24'331,386.53	\$ -18'343,589.51	\$ -11'418,931.82	\$ -223,150.43	\$ 9'077,409.35	\$ 27'717,689.61

Precio de los Metales. Para realizar el análisis de sensibilidad frente al precio internacional de los metales se ha considerado el precio para 26 años (2007-2032), de los cuales 16 son registros históricos internacionales y 10 son proyecciones de los precios proporcionados por la Unidad Minera Raura (ver Apéndice E). Para realizar el análisis de sensibilidad se tomó en cuenta el impacto en la venta considerando al VAN como variable de estudio. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 19, se puede inferir que el proyecto es sensible al precio del Zinc y Pb ya que tienen más impacto en las ventas y como consecuencia en la disminución del VAN.

Capex y Opex Versus Ventas Proyectadas. Para realizar el análisis de sensibilidad frente a las ventas proyectadas y los incrementos del CAPEX y OPEX. Para realizar el análisis de sensibilidad se tomó en cuenta las ventas proyectadas (10 años) y los incrementos de ambos hasta en un 30% cuantificando el impacto en el VAN. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 20.

Se puede inferir que un incremento en el CAPEX y OPEX tiene un impacto reducido frente a las ventas proyectadas. Aunque exista una disminución en el VAN este sigue siendo positivo y cercano al VAN del proyecto (\$55'302,270).

Capex y Opex versus Precio de los Metales Históricos. Para realizar el análisis de sensibilidad de los precios de metales históricos manteniendo el ritmo de producción anual de la planta concentradora frente a los incrementos del CAPEX y OPEX. Para realizar el análisis de sensibilidad se tomó en cuenta el impacto en la venta considerando al VAN como variable de estudio. Los resultados obtenidos (ver Tabla 21).

Se puede inferir que un incremento en el CAPEX y OPEX tiene un impacto moderado frente a los precios históricos de los metales. Aunque exista una disminución en el VAN este sigue siendo positivo y cercano al VAN del proyecto (\$55'302,270) sin embargo para el

Tabla 21

30.00%CAPEX
25.00%
20.00%
15.00%
10.00%
5.00%

30.00%OPEX
25.00%
20.00%
15.00%
10.00%
5.00%

existe VAN negativo para los años 2009 y 2015 años relacionados con crisis financieras internacionales donde el precio de los metales cayo de forma atípica. Finalmente, incrementos en el OPEX hasta en un 15% permiten tener VAN positivo y cercano al VAN del proyecto (\$55'302,270).

6.2.2 Análisis de Escenarios

Luego de haber realizado el análisis de sensibilidad, se va a realizar el análisis de escenarios considerando las siguientes condiciones:

Escenario 1. En este escenario se va a considerar la variación del precio de los metales considerando el máximo y mínimo histórico de cada con el objetivo de crear un escenario optimista y otro pesimista (ver Tabla 22). Las demás variables mantienen (costo de ventas, capex y opex) la proporción en función de las ventas Los indicadores financieros que se van a considerar son los siguientes: VAN, Beneficio Costo, Tasa interna de retorno (TIR) y Tasa interna de retorno modificada (TIRm).

Los resultados obtenidos al realizar el análisis muestran que en los tres escenarios se obtiene un VAN positivo, un beneficio costo mayor a uno y una tasa interna de retorno mayor a la tasa de descuento (10%). Se puede inferir que bajo estas condiciones el proyecto es rentable (ver Tabla 23).

Escenario 2. En este escenario se va a considerar la variación del precio de los metales al igual que en el caso anterior con el objetivo de crear un escenario optimista y otro pesimista (ver Tabla 24). Las demás variables mantienen (costo de ventas, capex y opex) sufrirán un incremento en base a las estimaciones que se realizó la Unidad Minera Raura como consecuencia de la inflación ocasionada por la guerra entre Ucrania y Rusia (ver Tabla 22 y 23).

Los indicadores financieros que se van a considerar son los siguientes: VAN, Beneficio Costo, Tasa interna de retorno (TIR) y Tasa interna de retorno modificada (TIRm).

Tabla 22*Análisis de Escenarios 1*

Resumen del escenario 1				
	Valores actuales:		OPTIMISTA	PESIMISTA
Celdas cambiantes:				
VENTAS		\$162'208,103	\$250'202,816	\$116'725,068
CV		-\$119'620,030	-\$184'511,549	-\$86'078,660
OPEX		-\$103'115,691	-\$159'053,930	-\$74'202,125
CAPEX		-15948406.75	-22398319	-10449304
Celdas de resultado:				
		\$	\$	
VAN	\$ 55'302,270	135'721,752	19'009,236	
BC		3.32	6.70	1.80
TIR		36.59%	63.02%	21.70%
TIRM		23.90%	33.05%	16.65%
		Optimista	Pesimista	Actual
Precio de TMF Zn LOM	\$ 3,599	\$ 1,655	\$ 2,500	
Precio de TMF Pb LOM	\$ 2,663	\$ 1,719	\$ 2,000	
Precio de Oz Ag LOM	\$ 35	\$ 13	\$ 15	
Precio de TMF Cu LOM	\$ 9,782	\$ 4,868	\$ 6,750	
COSTO DE VENTAS				-73.74%
CAPEX				-8.95%
OPEX				-63.57%

Tabla 23*Análisis de Escenarios 2*

Resumen del escenario 2			
	Valores actuales:	OPTIMISTA	PESIMISTA
Celdas cambiantes:			
VENTAS	\$162'208,103	\$250'202,816	\$116'725,068
CV	-\$119'620,030	-\$199'523,718	-\$93'082,164
OPEX	-\$103'115,691	-\$177'819,141	-\$82'956,506
CAPEX	-15948406.75	-42414544	-19787309
Celdas de resultado:			
VAN	\$ 55'302,270	\$ 77'341,322	\$ 8'226,507
BC	3.32	4.25	0.65
TIR	36.59%	29.67%	6.04%
TIRM	23.90%	20.54%	7.31%
			Variación
COSTO DE VENTAS			6.00%
CAPEX			8.00%
OPEX			7.50%
Precio de TMF Zn LOM	\$ 3,599	\$ 1,655	\$ 2,500
Precio de TMF Pb LOM	\$ 2,663	\$ 1,719	\$ 2,000
Precio de Oz Ag LOM	\$ 35	\$ 13	\$ 15
Precio de TMF Cu LOM	\$ 9,782	\$ 4,868	\$ 6,750

Los resultados obtenidos al realizar el análisis muestran que en dos escenarios (optimista y actual) se obtiene un VAN positivo, un beneficio costo mayor a uno y una tasa interna de retorno mayor a la tasa de descuento (10%). Sin embargo, en el escenario pesimista se obtiene un VAN negativo y una tasa interna de retorno menor a la tasa de descuento (10%).

Capítulo VII: Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

1. Los componentes del proyecto se encuentran en su totalidad dentro de las propiedades de Raura. La tecnología por emplear es conocida y libre de restricciones de propiedad intelectual o patentes.
2. Para el proyecto de ore sorter el concepto general prevé el incremento de producción de mina a 3,396 t/d; un segmento de este mineral equivalente a 1,200 t/d será pre-concentrado por el equipo ore sorter y la planta concentradora mantendrá una capacidad de tratamiento de 2,880 t/d.
3. Para la sostenibilidad del proyecto se ha manejado los siguientes apartados: manejo del agua, gestión del medio ambiente, permisos técnicos sustentatorios, relaciones comunitarias, salud y seguridad e higiene desarrollados.
4. El problema principal que afronta minera Raura es la presencia de sulfuros en los niveles de profundización, los procesos ineficientes en la clasificación del mineral, el uso de equipos y máquinas convencionales y antiguas no le permite mejorar la ley de cabeza. Esta identificación del problema principal fue clave para comprender que, si se recupera mayor calidad de mineral económico, el beneficio para la Compañía será significativo por los altos precios de las materias primas.
5. El utilizar adecuadamente la metodología de dirección de proyectos según la Guía PMBOK permite desarrollar una detallada y estructura planificación y acerca a lograr el éxito del proyecto. En la misma dirección, el seguimiento y control permanente del proyecto es clave para corregir a tiempo cualquier desviación al plazo, costo y calidad del proyecto.
6. El tener una precisión en la planificación del proyecto es clave para minimizar los cambios en el proyecto. Cualquier cambio en esta etapa tendrá bajo impacto en el

costo y plazo, por lo contrario, si no se realiza una planificación precisa esta tendrá un gran impacto en el costo y plazo en la etapa de ejecución, esto porque los cambios pueden significar cambio de equipos, infraestructura, demoliciones, reprocesos, etc.

7. Desde el punto de vista económico, la recaudación fiscal por el concepto de minería se encuentra en el 35%, el alza de los precios de los minerales y la importancia de esta actividad, permite el desarrollo de nuevas oportunidades tecnológicas, generando dinamismo en la economía peruana.
8. El proyecto de inversión es rentable debido a que la tasa interna de retorno es 36.59% (TIR) y tasa interna de retorno modificada 23.90% (TIRm) son mayores que la tasa de descuento 10% (WACC), además el beneficio costo es mayor, 3.32 lo cual indica que por cada dólar invertido se gana \$3.32 dólares. El Valor Actual Neto (VAN) del proyecto analizado a diez años es \$55'302,270 lo cual indica que el proyecto es rentable en un escenario con precios de los metales normales.
9. El periodo de recuperación normal (Payback) y descontado (Payback descontado) son menores a los 8.5 años de vida útil indicados por los yacimientos encontrados en la unidad minera, sin embargo, nuevos estudios geológicos indican que la vida útil se ampliara 12 años más lo cual hace que la inversión sea rentable.
10. El análisis de sensibilidad realizado indica que el proyecto sensible al precio del Zinc sin embargo el VAN no llega ser negativo, aunque para el precio de \$1,655 (precio más bajo registrado en 16 años de análisis), se tiene un VAN \$12'928,510 (mayor a cero).
11. Respecto a variaciones del CAPEX Y OPEX el proyecto es menos sensible a sus incrementos aun considerando precios históricos de metales.

7.2 Recomendaciones

1. La paralización abrupta de los productores de estos materiales en el Perú causó una contracción en la economía del país de un 11.3% a raíz de pandemia, sin embargo, se han seguido demandando los metales y ha aumentado el precio, en ese sentido es importante las políticas para incentivar la inversión minera responsable en Perú.
2. La reactivación económica debe empezar poniendo en valor todos los recursos, las estadísticas muestran que recién en febrero del 2023 se estaría como en febrero del 2020 con un crecimiento de 9%, se deben plantear estrategias en todos los sectores agricultura, turismo, educación, salud etc. para crecer sobre el objetivo planteado. En la actualidad existen proyectos paralizados como Tía María, con un desarrollo sostenible en la cuenca del Río Tambo, con las construcciones de reservorios en la parte alta para que permita a los agricultores a tener mejores producciones.
3. Para el mercado de la venta de minerales se recomienda primero: Los concentrados de zinc, plomo y cobre, que serán producidos por Raura, podrán ser vendidos en el mercado nacional e internacional en el contexto del proyecto de implementación de ore sorting. La producción de Raura, considerando un escenario de proyectos de expansión, podría ser alrededor de 110K TMS/año de concentrado de zinc, 18K TMS/año de concentrado de plomo y 6K TMS/año de concentrado de cobre, los cuales serán vendidos por separado. Dado el volumen de producción anual de zinc, se buscará vender el 70% a refinерías de manera directa y el 30% restante a traders.
4. Respecto de la venta del concentrado de plomo, dada la proyección de volumen de producción anual, se buscaría vender a traders de manera local o refinерías en el extranjero que puedan recibir contenedores. Por último, respecto de la venta de concentrado de cobre, se realizaría de manera local a traders, dado el bajo volumen de producción en Raura.

Referencias

- Compañía Minera Raura. (2018). *Políticas de trabajo*. Comunicaciones internas. Autor
- Condori, P. (2019). Preconcentrado de Mineral co Ore Sorter.
<https://www.youtube.com/watch?v=iLjXxpupVOU&t=701s>
<https://www.youtube.com/watch?v=iLjXxpupVOU&t=701s>
- D.S N° 024-2016-EM, Ministerio de Energia y Minas. (2017). D.S. N° 024-2016-EM. Lima:
 Diario Oficial El Peruano.
- D'Alessio, F. (2015). *Proceso Estratégico*. Pearson Educacion
- Decreto Supremo N° 080-2020-PCM3 . (2020). Decreto Supremo N° 080-2020-PCM3 .
 Lima.
- Dirección General de Minería. (Decreto Supremo No.031-2007-EM. (2021). Dirección
 General de Minería. (Decreto Supremo No.031-2007-EM. Lima.
- Empresa Control Risk . (2021). *Entre elecciones y protestas: Riesgo político en Perú*.
 América latina, Perú.
- Instituto de Seguridad e Higiene Minera. (2017). *Reconocimiento a la mina más segura* .
 Lima.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2016). *El cuadro de mando integral*. Harvard Business School
 Press.
https://www.planetadelibros.com/libros_contenido_extra/33/32305_El_cuadro_de_mando_integral.pdf
- Ley General de Minería (Decreto Supremo No. 014-92-EM y modificatorias. (2021). Ley
 General de Minería Decreto Supremo No. 014-92-EM y modificatorias. Lima.
- Martínez. (2012). Análisis Y Diseño De La Operación De Perforación Y Voladuras En
 Minería De Superficie Empleando el Enfoque De La Programación Estructurada. Boletín
 de Ciencias De Tierra,15.

- Ministerio de Energía y Minas Minem (2020). *Memoria Anual* . Ministerio de energía y minas.
- Ministerio de Energía y Minas [Minem]. (2020). *Reporte estadístico de la actividad minera*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas (2020). (diciembre de 2020). Anuario Minero. Anuario Minero.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). Memoria Institucional 2020. Lima-Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas . (2020). Anuario Minero Reporte Estadístico. Lima-Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2021). <https://www.mef.gob.pe/es>.
- Project Management Institute Inc. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)*. <https://docer.com.ar/doc/s5eevvv>
- Raura, A. d. (2019). *Valores*. Autor
- Raura, C. M. (2018). *Reservas Probadas-Probables*. Autor
- Registro de Empresas Especializadas de Contratistas Mineros. (Decreto Supremo No. 005-2008-EM y modificatorias. (s.f.). Registro de Empresas Especializadas de Contratistas Mineros. (Decreto Supremo No. 005-2008-EM y modificatorias. Lima.
- Reglamento de la Ley General de Minería (Decreto Supremo No. 03-94-EM y modificatorias. (s.f.). Reglamento de la Ley General de Minería (Decreto Supremo No. 03-94-EM y modificatorias. Lima.
- Reglamento de Participación Ciudadana en el Subsector Minero (Decreto Supremo No.028-2008-EM y modificatorias. (2021). Reglamento de Participación Ciudadana en el Subsector Minero (Decreto Supremo No.028-2008-EM y modificatorias.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. (Decreto Supremo No. 029-2016-EM. (s.f.). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. (Decreto

Supremo No. 029- 2016-EM. Lima.

Reglamento para el Cierre de Minas (Decreto Supremo No. 033-2005-EM). (2021). Lima.

Tomra. (2020). *Tecnología de separación minera*.

<https://www.tomra.com/en/sorting/mining/mining-technology>



Apéndice A: Guía de Entrevista

Preguntas que se ha preparado para entrevistas de exploración de la problemática: Se han elaborado 12 preguntas en su contexto, estas se han clasificado en preguntas primarias y preguntas exploratorias de la siguiente manera:

Tabla A1

Selección de Preguntas Según Tipos

Preguntas Primarias	Preguntas exploratorias
Dan a conocer el clima en el entorno familiar y laboral	Dan a conocer la manera y sus vivencias en el ámbito laboral y su problemática
1,2,3,4,5,6	7,8,9,10,11

El enunciado de las preguntas son las siguientes:

1. ¿Cuál es su nombre y que edad tiene?

La primera señal de identidad de un ser humano es el nombre, la manera y forma de decirlo habla mucho de sus rasgos y personalidad, habla mucho de la persona y de nosotros nos da a conocer nuestros gustos culturales y origen social.

2. ¿Dónde vive y cuál es su estado civil

La pregunta de lugar de residencia, nos da la perspectiva del lugar geográfico, costumbres asociadas al lugar donde radica, valoraciones y tradiciones, valores arraigados a sus costumbres, al preguntar el estado civil nos da pie a ver el grado de madurez, visiones que puede tener respecto a su futuro.

3. ¿Cuántos hijos tiene y cuáles son sus edades?

Nos muestra la vida personal crea un ambiente de armonía entre el entrevistador y el entrevistado.

4. ¿Cómo es la relación con tu esposa?

Detrás de la pregunta buscamos el grado de compromiso y responsabilidad que se tiene con la familia son preguntas generadoras de confianza

5. ¿Cuál es su grado de instrucción y cuantos años labora en la empresa?

Empezamos a explorar las competencias adquiridas por el personal, y como es su grado de compromiso e involucramiento con su empresa.

6. ¿Cuáles son sus aspiraciones?

Empezamos a explorar cuales pueden ser sus anhelos y adonde pretende llegar en su puesto de trabajo.

7. ¿Cómo es un día en la mina podrías describir tus actividades normales?

Pregunta exploratoria que nos da a conocer las frustraciones y alegrías en un día normal, cuáles son sus temores.

8. ¿Cuál es la motivación que te impulsa a trabajar en la mina?

Generalmente buscamos si la persona esta auto realizada en la actividad, buscamos que motiva al trabajador y como se ve influenciado en su vida laboral.

9. ¿Cuánto es tu salario mensual?

Al preguntar buscamos si la fuente de motivación es intrínseca o busca motivos exteriores a el de tal manera que nos describe un comportamiento muy marcado y si visión futura.

10. ¿Cuáles son tus principales peligros y riesgos a los que te expones en un día normal de trabajo?

Es una pregunta exploratoria para saber las capacidades y competencias del personal, nos da a conocer si el personal tiene una cultura de seguridad marcada en todo contexto.

11. ¿Cuáles crees que son los principales problemas en tu trabajo?

Pregunta cognitiva de capacidad en el puesto de trabajo y si el personal tiene el perfil adecuado para esa posición.

12. ¿Tus círculos de amigos son en la mayoría trabajadores de minas?

Pregunta generadora de confianza para el cierre de la entrevista y se busca las influencias que puede tener en su vida diaria.

Apéndice B: Encuesta Formulario de Preguntas

Encuesta-Formulario de Preguntas

Indique según su criterio el orden de importancia los siguientes comentarios o preguntas.

1. 1.- Presencia excesiva de contaminantes en los minerales de mayor profundización y avances.

Mencione un ítem:

1	2	3
Muy importante	<input type="radio"/>	Menos importante

2. 2.- Dependencia de una cartera limitada de clientes para la venta de refractos.

Mencione un ítem:

1	2	3
Muy importante	<input type="radio"/>	Menos importante

3. 3.- Procesos ineficientes en la clasificación del mineral para obtener valor agregado.

Mencione un ítem:

1	2	3
Muy importante	<input type="radio"/>	Menos importante

4. 4.- Altos gastos financieros por multas medio ambientales.

Mencione un ítem:

1	2	3
Muy importante	<input type="radio"/>	Menos importante

5. 5.- Capacidad de Planta limitada en comparación a la mediana minera.

Mencione un ítem:

1	2	3
Muy importante	<input type="radio"/>	Menos importante

6. 6.- Falta de autorización para los depósitos de relaves.

Mencione un ítem:

1	2	3
Muy importante	<input type="radio"/>	Menos importante

7. 7. Volatilidad de los precios de los metales en los mercados internacionales

Marcas con un solo:

1 2 3

Muy importante Menos importante

8. 8. Frecuentes paralizaciones de las operaciones por conflictos sociales

Marcas con un solo:

1 2 3

Muy importante Menos importante

9. 9. Mayor vertimiento de relaves en comparación con lo planificado

Marcas con un solo:

1 2 3

Muy importante Menos importante

10. 10. No se cumple con la producción diaria de finos de mineral

Marcas con un solo:

1 2 3

Muy importante Menos importante

Comentarios de los usuarios no se agregan por diseño

Google Formularios

Apéndice E: Tabla Siscat

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
						\$1,910.26	\$2,160.97	\$1,931.68	\$2,089.98	\$2,890.87	\$2,922.38	\$2,500.00	\$2,266.45	\$3,002.52	\$3,599.14	\$2,420.00	\$2,400.00	\$2,400.00							
						\$2,139.79	\$2,095.46	\$1,787.82	\$1,866.65	\$2,314.67	\$2,240.44	\$2,000.00	\$1,824.88	\$2,200.37	\$2,331.85	\$1,984.00	\$1,984.00	\$1,992.00							
						\$23.85	\$19.07	\$15.72	\$17.15	\$17.07	\$15.71	\$15.00	\$20.54	\$25.17	\$23.16	\$22.80	\$20.00	\$20.00							
						\$7,332.10	\$6,863.40	\$5,510.46	\$4,867.90	\$6,169.94	\$6,529.80	\$6,750.00	\$6,173.77	\$9,317.05	\$9,782.34	\$6,614.00	\$6,614.00	\$6,614.00							



