

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**SEPARACIÓN MAGNÉTICA DE ARENAS FERROSAS
Y SU EFECTO SIGNIFICATIVO EN LAS VENTAS
EN LA MINA DUNE OCHO, VILA VILA
REGIÓN TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Juan Jaime Salinas Pérez

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

TACNA - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**SEPARACIÓN MAGNÉTICA DE ARENAS FERROSAS
Y SU EFECTO SIGNIFICATIVO EN LAS VENTAS
EN LA MINA DUNE OCHO, VILA VILA
REGIÓN TACNA**

Tesis sustentada, y aprobada el 15 de mayo del 2017, estando integrado
el Jurado Calificador por:

PRESIDENTE


.....
Dr. Julio Miguel Fernández Prado

1er. MIEMBRO
(SECRETARIO)


.....
Dr. Dante Ulises Morales Cabrera

2do. MIEMBRO


.....
Msc. Salomón Medardo Ortiz Quintanilla

Asesor


.....
Msc. Zoilo Gualberto Tejada Bedoya

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo
incondicional, y paciencia durante mi
formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a mí querida alma mater Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas y en forma especial a mis profesores que me brindaron los conocimientos necesarios para poder desarrollarme profesionalmente.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción del problema	3
1.1.1. Antecedentes del problema	3
1.1.2. Problemática de la investigación	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema principal	4
1.2.2. Problema específico	4
1.2.3. Justificación e importancia del problema	5
1.3. Alcances y limitaciones	6
1.3.1. Limitaciones	6

1.3.2. Alcances de la investigación	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo principal	8
1.4.2. Objetivos específicos	8
1.5. Hipótesis	9
1.5.1. Hipótesis general	9
1.5.2. Hipótesis específica	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	11
2.2. Fundamentos teóricos y definiciones generales	14
2.2.1. Generalidades	14
2.2.2. El hierro	20
2.2.3. Propiedades del hierro	20
2.2.4. Usos del hierro	21
2.2.5. La magnetita	22
2.2.6. Propiedades de la magnetita	24
2.2.7. Usos de la magnetita	24
2.2.8. Titanio	25
2.2.9. Propiedades del titanio	26
2.2.10. Usos del titanio	26

2.2.11. hematita	27
2.2.12. Propiedades de la hematita	28
2.2.13. Usos de la hematita	29
2.2.14. Características de las arenas de playa	29
2.2.15. Oferta y demanda del hierro	30
2.2.16. Análisis económico	36
2.2.17. Análisis de sensibilidad	38
2.2.18. Punto de equilibrio	39
2.3. Enfoques teórico – técnicos	39
2.3.1. Técnica e instrumento para la recolección de datos	39

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y diseño de la investigación	86
3.2. Población y muestra	87
3.3. Operacionalización de variables	87
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	90
3.4.1. Técnicas	90
3.4.2. Instrumentos	92
3.5. Procedimiento y análisis de datos	93
3.5.1. Proceso de extracción de muestras	93
3.5.2. Proceso de extracción y comercialización	97

3.5.3. Proceso de selección de maquinaria	101
3.5.4. Proceso de calculo de volumen de cantera	101
3.5.5. Toma de fotos de análisis semicuántico	102
3.5.6. Comparación de resultados de costos	103
3.5.7. Tratamiento de datos	103

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Resultados del muestreo de la zona	104
4.2. Análisis estadístico de las muestras	104
4.3. Determinación de cálculo de reservas	108
4.4. Determinación del planeamiento de minado	111
4.5. Determinación de análisis económico	118
4.5.1. Análisis de VAN y TIR	134
4.5.2. Resultados de análisis de sensibilidad del caso probable	134
4.6. Determinación de electroimán	148
4.7. Resultados de análisis químico semicuántico	152
4.7.1. Mineral de cabeza	152
4.7.2. Concentrado	153
4.7.3. Resultados de la densidad aparente y gravedad específica	157
4.7.4. Resultados del análisis granulométrico	158

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Presentación de resultados	160
5.2. Análisis del concentrado de hierro	161
5.3. Discusión de resultados	166
5.4. Comparación de resultados con antecedentes	170
CONCLUSIONES	174
RECOMENDACIONES	176
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	178
ANEXOS	181

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de la cantera	15
Tabla 2. Accesibilidad a la cantera	16
Tabla 3. Parámetros meteorológicos	17
Tabla 4. Parámetros del concentrado	35
Tabla 5. Parámetros mínimos a respetar a llegada a puerto	36
Tabla 6. Clasificación de los suelos	43
Tabla 7. Intensidad magnética requerida para la separación	46
Tabla 8. Acceso por carretera	53
Tabla 9. Fuentes de agua	56
Tabla 10. Residuos que se generan	60
Tabla 11. Variables estadísticas	89
Tabla 12. Datos preliminares	105
Tabla 13. Tabla de frecuencias	105
Tabla 14. Medidas de centralización	107
Tabla 15. Medidas de dispersión	108

Tabla 16. Medidas de forma	108
Tabla 17. Volumen calculado por zona	110
Tabla 18. Ley y volumen por zona	111
Tabla 19. Tiempo cargador frontal	111
Tabla 20. Ciclo de un camión	112
Tabla 21. Variables de volumen por zona	114
Tabla 22. Volumen a remover	116
Tabla 23. Producción de concentrado	117
Tabla 24. Residuo concentrado	118
Tabla 25. Pago derecho de concesión	118
Tabla 26. Costos de obras civiles	119
Tabla 27. Costo planta concentradora	120
Tabla 28. Costo inmobiliario de oficina	121
Tabla 29. Costo mobiliario de almacén	121
Tabla 30. Costo de gastos de oficina y diversos	123
Tabla 31. Gastos imprevistos	124
Tabla 32. Gastos por servicios	125
Tabla 33. Costos cargado frontal	126

Tabla 34. Costo camión volquete	126
Tabla 35. Costos insumos	127
Tabla 36. Costos mano de obra	127
Tabla 37. Cuadro resumen costo directo	128
Tabla 38. Costo de mano de obra indirecta	129
Tabla 39. Costo anual de seguro	129
Tabla 40. Costo agua y luz	130
Tabla 41. Cuadro resumen costo indirecto	130
Tabla 42. Costo de producción anual	131
Tabla 43. Costo flete camión volquete	132
Tabla 44. Costo carga al barco	132
Tabla 45. Costo flete barco	133
Tabla 46. Costo imprevisto	133
Tabla 47. Tabla resumen total egresos	134
Tabla 48. Tabla de costo promedio por t	135
Tabla 49. Tabla de escenario pesimista	135
Tabla 50. Tabla de escenario probable	136
Tabla 51. Tabla de escenario optimista	136

Tabla 52. Tabla de producción de concentrado	137
Tabla 53. Tabla de precios	137
Tabla 54. Tabla de precios promedio	138
Tabla 55. Tabla de precios a considerar	139
Tabla 56. Programa de preparación y ventas de escenario pesimista	139
Tabla 57. Programa de preparación y ventas de escenario probable	140
Tabla 58. Programa de preparación y ventas de escenario optimista	140
Tabla 59. Flujo económico de caja proyectada del escenario Pesimista	141
Tabla 60. Flujo económico de caja proyectada del escenario probable	142
Tabla 61. Flujo económico de caja proyectada del escenario optimista	143
Tabla 62. Variables del flujo económico del escenario pesimista	144
Tabla 63. Variables del flujo económico del escenario probable	144

Tabla 64. Variables del flujo económico del escenario optimista	145
Tabla 65. Análisis de sensibilidad del precio y la producción	145
Tabla 66. Análisis de sensibilidad del precio del hierro combinados	146
Tabla 67. Corriente de 0,5 Amperios	149
Tabla 68. Corriente de 1 Amperios	149
Tabla 69. Corriente de 1,5 Amperios	150
Tabla 70. Tambor electromagnético	150
Tabla 71. Tambor magnético características	151
Tabla 72. Resultado de la emisión de luz	155
Tabla 73. Resultados de laboratorio	158
Tabla 74. Resultados de laboratorio de tamizaje	159
Tabla 75. Volumen total	164
Tabla 76. Tabla de decisiones por años	169
Tabla 77. Tabla de decisiones resumen	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de ubicación de cantera Dune Ocho	15
Figura 2. Concentrado de magnetita	45
Figura 3. Separación baja	49
Figura 4. Flujo grama	85
Figura 5. Muestras de arena de playa	91
Figura 6. Malla de toma de muestra	93
Figura 7. Malla por zona	94
Figura 8. Análisis de las muestras	104
Figura 9. Histograma de la tabla de frecuencia	106
Figura 10. Histograma acumulado	109
Figura 11. Volumen por zona	108
Figura 12. Fluctuación del precio del hierro	138
Figura 13. Resultados económicos de escenarios propuestos VAN	147
Figura 14. Resultados económicos de escenarios propuestos TIR	147
Figura 15. Resultados económicos de escenarios propuestos	148

Figura 16. Muestras de cabeza	152
Figura 17. Análisis semicuántico	153
Figura 18. Análisis semicuántico numérico	153
Figura 19. Muestra de concentrado	154
Figura 20. Resultados de análisis semicuántico	154
Figura 21. Resultados de muestra de oxígeno presente en muestra	156
Figura 22. Resultados de muestra de hierro presente en muestra	156
Figura 23. Resultados de muestra de Titanio presente en muestra	157
Figura 24. Tamiz de malla N°30	158
Figura 25. Máquina electromagnética	161
Figura 26. Prueba separador magnético	163
Figura 27. Tamaño de grano concentrado de hierro	166
Figura 28. Resultados económicos de escenarios propuestos	170

RESUMEN

El hierro es un metal del grupo de los elementos de transición que se extrae principalmente de la magnetita. El objetivo de este trabajo es el de determinar la influencia de la separación magnética de las arenas ferrosas para analizar el costo de extracción y comercialización, lo que nos permitirá determinar cuál es el escenario adecuado para poder vender el concentrado y obtener ganancias. Para poder vender el concentrado se necesita cumplir ciertos parámetros, por lo que se trató el mineral con un electroimán (análisis gravimétrico) para poder separar el concentrado magnético, luego se realizó un análisis de tamizaje (análisis granulométrico) para poder llevar el concentrado a un nivel comercial, posteriormente se realizó un estudio económico a la producción, creando escenarios de venta calculando el TIR y el VAN para ver si es rentable el vender este concentrado llegando a la conclusión de que los tres escenarios, el escenario pesimista su TIR y VAN son bajos los precios por lo que no se toma en cuenta sin embargo los escenarios probable y optimista su TIR y VAN son adecuados por lo que se consideran los precios adecuados para realizar el proyecto.

INTRODUCCIÓN

El hierro es un mineral magnético, es un metal de color blanco plateado, blando, dúctil, maleable, magnético y oxidable. Es muy abundante en la naturaleza formando compuestos y se extrae principalmente de la magnetita, puede recibir diferentes tratamientos que le confieren propiedades distintas y usos diversos (Josefa G. de Peláez, 1943).

El hierro también tiene otras formas de presentarse en la naturaleza, como es el caso de la hematita, mineral no magnético, y la encontramos al igual que la magnetita en forma abundante en la naturaleza. Para extraer concentrado de hierro de la arena de playa se necesita un electroimán que separe los granos de hierro de la arena sin valor económico, para así comercializarlo.

Por otro lado, tratamos de discernir los procedimientos que se necesitan cumplir para comercializar el hierro, así como los gastos que se necesitan para poder extraer este mineral y ver si es recomendable o no

el extraerlo, lo que nos permite calcular el precio ideal y lo que necesita para poder extraerlo y así obtener beneficios.

Por lo antes mencionado, el presente trabajo de investigación consiste en determinar los parámetros adecuados para poder comercializar el hierro y determinar si es posible o no vender este concentrado, con este propósito se plantearon los siguientes objetivos:

- Crear escenarios de evaluación económica.
- De acuerdo a los parámetros presentados por las características de la cantera ver la forma más económica de extraer este concentrado para poder comercializarlo.
- Determinar el canal de distribución para poder comercializar este concentrado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

1.1.1. Antecedentes del problema

El mineral de hierro ha pasado del auge al descenso en apenas tres años, dándoles la razón a quienes pronosticaban una caída de los precios, y ha sido empujado a niveles insostenibles por un furor especulativo en China.

Debido a la baja del hierro muchas minas han optado por cerrar a la espera de que vuelva a tener un precio estable y volver a producir para su posterior venta al mercado.

1.1.2. Problemática de la investigación

En la cantera Dune Ocho, en los últimos años, el precio del hierro ha caído de manera abrupta, por lo que se necesita

realizar un método de explotación que sea rentable y permita obtener ganancias inmediatas, sin tener algún proceso químico que eleve el precio de producción. Por lo que surge la necesidad de realizar un estudio sobre la explotación, tratamiento y transporte de este mineral de arena ferrosa para ver su rentabilidad en la extracción.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema principal

¿Cómo influye la separación magnética de las arenas ferrosas en las ventas en la cantera Dune Ocho, Vila Vila, región Tacna?

1.2.2. Problema específico

¿Cuál es el método que se utilizará para la explotación de arenas ferrosas y su efecto en las ventas de la cantera “Dune Ocho”?

¿Cuánto es la evaluación económica de los tres escenarios (pesimista, probable y optimista) y su efecto en las ventas de la explotación del hierro en la cantera “Dune Ocho”?

¿Cuáles son los canales de distribución y transporte del crudo extraído de las arenas de hierro y su efecto en las ventas en la cantera “Dune Ocho”?

1.2.3. Justificación e importancia del problema

La presente tesis se justifica dado que pretende realizar un estudio y análisis de rentabilidad para explotar la cantera Dune Ocho, evitando así que los inversionistas pierdan al invertir en esta cantera.

Los resultados del estudio reflejarán si es rentable actualmente el explotar la cantera a través de diferentes análisis, y ayudar a despejar las dudas sobre las ganancias para la empresa, y evitando perder con el precio del hierro que se encuentra actualmente bajo con relación a años anteriores.

La realización del estudio es conveniente, porque permitirá a la empresa ayudar a que los pobladores de la playa Vila Vila puedan laborar dentro de la cantera, mejorando la economía de su población, y generando un impacto positivo tanto para los pobladores como también para la empresa.

El estudio ha sido factible gracias a que los dueños de la cantera Dune Ocho, permitieron la investigación y, a través de estos estudios ver si es factible o no explotar esta concesión, y si no es factible esperarán hasta el momento en que su precio sea el indicado para poder hacerlo.

1.3. Alcances y limitaciones

1.3.1. Limitaciones

No existen antecedentes de investigación. La investigación será autofinanciada.

La principal limitación de la presente investigación era la dificultad de conseguir información nacional sobre los precios

actualizados del producto terminado, considerando que este varía de acuerdo al tipo de concentrado.

1.3.2. Alcances de la investigación

- Delimitación espacial

El trabajo de investigación se realizará en la cantera Dune Ocho ubicado en el distrito de Sama las Yaras CPM Boca del Río, asentamiento Vila Vila, provincia y región de Tacna.

- Delimitación temporal

La investigación se desarrolló durante los meses de setiembre a noviembre de 2016.

Por la naturaleza del hierro, se tratará el mineral con el método de separación electromagnética.

Esta investigación tiene por finalidad permitir identificar mayores posibilidades de crecimiento en el sector

de tratamiento de la arena ferrosa, que justifiquen una mayor inversión, empleo e ingreso a través de la exportación de dichas arenas como la ferrosa. Esto con la finalidad de contribuir a una mejor calidad de vida de todos los integrantes de la cadena productiva.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo principal

Determinar la influencia de la separación magnética de las arenas ferrosas en las ventas de la cantera Dune Ocho, ubicado en el distrito de Sama las Yaras, CPM Boca del Río, asentamiento Vila Vila, provincia y región de Tacna.

1.4.2. Objetivos específicos

Analizar el método de explotación de arenas ferrosas de mayor efecto en las ventas de la cantera “Dune Ocho” – Tacna.

Evaluar económicamente los tres escenarios de arenas ferrosas y su efecto en las ventas en la cantera “Dune Ocho” – Tacna.

Determinar los canales de distribución y transporte del crudo extraído de las arenas de hierro y su efecto en las ventas en la cantera “Dune Ocho” – Tacna.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La separación de arenas ferrosas mediante magnetismo tiene un efecto significativo en las ventas de la cantera “Dune Ocho” de Sama las Yaras, CPM Boca del Rio, asentamiento Vila Vila, provincia y región de Tacna.

1.5.2. Hipótesis específica

El método de explotación de arenas ferrosas tiene un efecto significativo en las ventas de la cantera “Dune Ocho”- Tacna.

Al menos uno de los tres escenarios empleados (pesimista, probable y optimista) tendrá un efecto significativo en las ventas en la cantera “Dune Ocho”-Tacna.

Existen distintos canales de distribución y transporte del crudo extraído de las arenas de hierro que influyen en las ventas en la cantera “Dune Ocho”-Tacna.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Actualmente no hay mucha teoría sobre el tratamiento de las arenas ferrosas, la tendencia de explotar el mineral de hierro es a través de explosivos porque el mineral se encuentra principalmente en roca.

De alguna u otra manera las diversas teorías propuestas llevaron a tratar el mineral de una forma diferente, es decir, a utilizar un imán gigante que separe el metal, en este caso “el hierro” y descarte el no metálico, la arena.

Por lo que nos llevó a buscar información acerca del tratamiento del mineral y las encontramos en las siguientes tesis a mencionar:

Tesis presentada por Checuralbaceta, J. (2009), tiene el objetivo de evaluar una opción técnica para la obtención de concentrados de hierro a partir de los relaves de cobre generados por una empresa minera. Realiza una evaluación económica y calcula indicadores relevantes, donde llegó a la conclusión que, se puede evaluar tres posibles escenarios de producción de magnetita, el primero produce 50 000 t al año, el segundo produce 34 000 t al año y el último produce 17 000 t, al año. Por lo que realizó un estudio económico para cada caso, en donde fue para el caso de 17 000 t al año fue de 122 millones de USD \$, para el caso de 34 000 t al año fue de 149 millones de USD \$ y para el caso de 50 000 t al año de 173 millones de USD \$. Con lo que llega a concluir, que la producción de 50 000 t al año de magnetita es el escenario a priori, dado que el escenario de mayor producción es el que estaría acercándose más a una economía de escala, que por lo general es lo más conveniente.

Tesis presentada por Sarmiento, P. (2011), tiene el objetivo de conocer si una separación magnética puede ser suficiente para concentrar ilmenita, contenida en la muestra de arena de dicha playa a un grado comercial, y ayudar a la población cercana dando oportunidades de trabajo a través de la mínima afectación a las

playas, donde argumenta la siguiente conclusión, que en caso de playa no es posible llegar a enriquecer el contenido de titanio a un nivel comercial, la razón es el alto contenido de hierro en los granos de ilmenita, ya que en un mismo grano puede haber intercrecimientos de magnetita, hematita e ilmenita, aunque visualmente solo se confirmó ilmenita y hematita en un mismo grano. Para que la separación magnética sea rentable, debe comercializarse por lo menos ilmenita de 45 % de pureza, que se obtendrá del yacimiento playero.

Tesis presentada por Campozano, M. (2011) tiene como objetivo optimizar la concentración de oro de los concentrados auríferos aluviales por medio del método de concentración magnética por vía seca, haciendo uso del separador magnético de cilindro inducido, también se quiere dar a conocer el método alternativo de concentrador magnético, que tiene diferentes ventajas, donde se concluye que al aumentar la corriente aumenta la cantidad de partículas magnéticas retenidas en el producto magnético, aunque con cierta contaminación de no magnéticos. Al aumentar la corriente disminuye el rendimiento conjunto ligeramente dependiendo de la velocidad del cilindro que se use. Al disminuir el tamaño de grano,

aumenta la tasa de concentración conjunta, y a su vez disminuye el rendimiento conjunto, ligeramente. Esto se debe solo en parte al mayor porcentaje de magnéticos presente en las fracciones de menor tamaño y que a mayor velocidad de rotación del cilindro hay una mayor fuerza centrífuga, y las partículas de oro viajan más lejos habiendo una mejor recuperación de oro.

2.2. Fundamentos teóricos y definiciones generales

2.2.1. Generalidades

- Ubicación

La presente investigación se realizó en el Distrito de Sama las Yaras, CPM Boca del Río, asentamiento Vila Vila, provincia y región de Tacna y las coordenadas se pueden apreciar en la tabla 1 que se ve a continuación (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

Tabla 1

Coordenadas de la cantera

Coordenadas UTM		
VÉRTICES	NORTE	ESTE
1	7 998 000	317 000
2	7 998 000	319 000
3	7 997 000	319 000
4	7 997 000	317 000

Fuente: Elaboración propia.

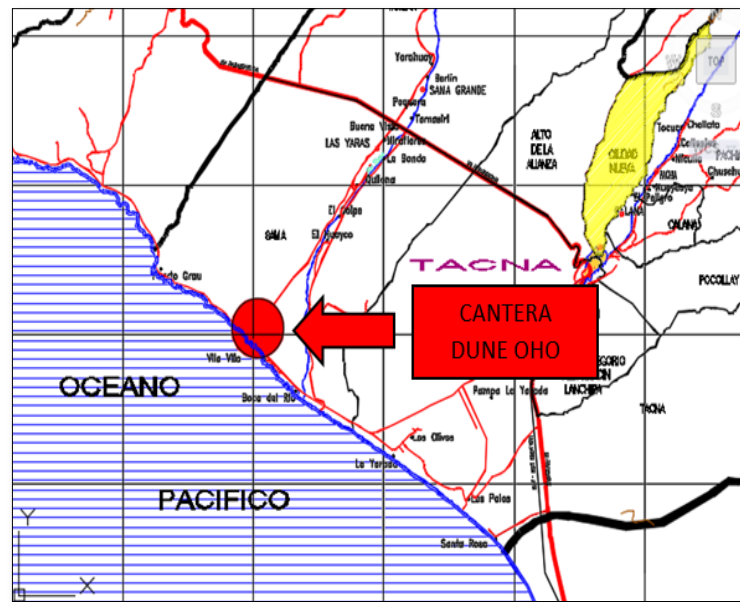


Figura 1. Plano de ubicación de cantera Dune Ocho

Fuente: Elaboración propia.

- **Accesibilidad**

El acceso es por vía terrestre, por la carretera llamada “Costanera”, en el desvío hay que recorrer un pequeño trecho para poder ingresar a la concesión minera Dune Ocho, esta parte del desvío no está asfaltada solo está afirmada, por lo que requiere de un constante mantenimiento (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

Tabla 2

Accesibilidad a la cantera.

Tramo	Distancia (km)	Tipo de vía
Tacna – Vila Vila desvio mina	50,00	Asfaltada
Desvío mina	0,1	Afirmada
Mina – Ilo	100,00	Asfaltada

Fuente: Elaboración propia

- **Clima y meteorología**

El clima de la zona es semicálido, seco desértico. De acuerdo con la información estadística de los registros del

Senamhi, los parámetros climatológicos son los que se ven en la tabla 3 que se presenta a continuación.

Tabla 3

Parámetros meteorológicos

Parámetros Meteorológicos	
Humedad relativa mensual promedio (%)	74,2
Temperatura media mensual promedio (°K)	292,5
Clima	Seco
Precipitación total mensual promedio (mm)	0,3
Precipitación promedio anual (mm)	2
Velocidad de vientos promedio (m/seg)	1,16
Dirección de los vientos	Sur Este

Fuente: Senamhi, 2014.

- Geomorfología

Se ha identificado cinco unidades geomorfológicas regionales o unidades morfoestructurales: Faja litoral, cordillera de la costa, planicies costaneras, ladera oeste. La dirección promedio de las unidades geomorfológicas es NO-SE. A estas unidades geomorfológicas se agrega la unidad local conocida como superficie Huaylillas.

Esta geoforma es considerada por su gran dimensión en el grupo de las geoformas regionales de mayor importancia en el mapeo geológico de estos cuadrángulos, debido a que cumple un rol importante en la configuración actual del relieve (Instituto geológico, minero y metalúrgico, 2013).

- **Geología local**

El área de estudio, geológicamente es parte del basamento cristalino de la costa sur del Perú, la cual ha sido afectada por rocas intrusivas de diferentes fases, la cual se encuentra cubierta por una potente secuencia indiferenciada de sedimentos Pliocuaternarios que constituyen las terrazas marinas y el litoral costero de la zona.

De acuerdo con las condiciones geológicas de formación se trata de un yacimiento de materiales de depósitos marinos, aluviales y depósitos eólicos.

En el marco regional, estos detritos son depositados durante la transgresión del mioceno superior, formando el

depósito marino, sedimentos aluviales y depósitos eólicos. Son frecuentes numerosos bancos de arenas finas sobre yaciendo a los depósitos marinos (Instituto geológico, minero y metalúrgico, 2013).

- **Geología estructural**

Se presume que el área donde se encuentre el hierro no sea un manto extenso, solo un área específica que permite que el hierro sea explotable y se pueda obtener algún beneficio. La zona en mención está constituida por una parte del cerro, de duna y parte de la zona del subsuelo, donde por producto del intemperismo y por ayuda de un clima subtropical hace que este se favorezca o ayude a la liberación y concentración de los minerales de hierro.

La composición mineral de la mayoría de los depósitos de arena es semejante diferenciándose en el porcentaje de cada mineral. También ayudó a la concentración de este mineral, el retraso del mar que sucedió hace millones de años (Instituto geológico, minero y metalúrgico, 2013).

2.2.2. El hierro

Se describe al hierro como el elemento químico de número atómico 26, masa atómica 55,84 y símbolo Fe; es un metal del grupo de los elementos de transición, de color blanco plateado, blando, dúctil, maleable, magnético y oxidable, que es muy abundante en la naturaleza formando compuestos y se extrae principalmente de la magnetita; puede recibir diferentes tratamientos que le confieren propiedades distintas y usos diversos; principalmente se usa para fabricar herramientas, estructuras y objetos (Josefa G. de Peláez, 1943).

2.2.3. Propiedades del hierro

Los metales de transición, también llamados elementos de transición son el grupo al que pertenece el hierro. En este grupo de elementos químicos al que pertenece el hierro, están aquellos situados en la parte central de la tabla periódica, concretamente en el bloque “d”. Entre las características que tiene el hierro, así como las del resto de metales de transición, son la de incluir en su configuración electrónica el orbital “d”, parcialmente lleno de electrones. Propiedades de este tipo de

metales, entre los que se encuentra el hierro es su elevada dureza, tener puntos de ebullición y fusión elevados, y ser buenos conductores de la electricidad y el calor.

El estado del hierro en su forma natural es sólido (ferromagnético). El hierro es un elemento químico de aspecto metálico brillante con un tono grisáceo y pertenece al grupo de los metales de transición. El número atómico del hierro es 26. El símbolo químico del hierro es Fe. El punto de fusión del hierro es de 1 808 °K. El punto de ebullición del hierro es de 3 023 °K (Miguel Katz, 2011).

2.2.4. Usos del Hierro

Se usa para la producción de acero. El acero es la combinación del hierro con carbono y otros elementos químicos, los cuales le dan al hierro propiedades distintas.

Dependiendo de la cantidad de carbono (que por ser blandos y dúctiles se usan en tuberías y automóviles), están el acero medio en carbono (que son más resistentes y por ende se usan en piezas que requieren un alto nivel de resistencia) y

el acero alto en carbono (que por su dureza se emplean sobre todo en herramientas).

Por otro lado, al hierro o al acero se le puede añadir otros elementos químicos con la finalidad de añadirle algunas propiedades. Por ejemplo, al añadirle cromo se incrementa su fuerza y su resistencia al calor, el manganeso incrementa su resistencia a altas temperaturas, entre otros (Sociedad nacional de minería, petróleo y energía, 2006).

2.2.5. La magnetita

Es un mineral de hierro constituido por óxido ferroso-diférrico (Fe_3O_4) que debe su nombre de la ciudad griega de Magnesia. Se presenta de forma masiva granular o granos sueltos. También en forma de cristales octaédricos. Es un mineral muy denso frágil, medianamente duro (6) y con propiedades ferromagnéticas, es capaz de atraer al hierro y otros metales. Su color es negro parduzco, con brillo metálico y huella de color negro. Se caracteriza, principalmente, por su fuerte magnetismo, su color negro y su dureza. Se distingue de otros minerales ferromagnéticos por la huella.

La magnetita puede aparecer en numerosos ambientes: ígneos, sedimentarios, metasomáticos o metamórficos (por metamorfismo de contacto). Se halla diseminada como mineral accesorio en muchas rocas ígneas (sobretudo básicas). En ciertos tipos de segregación magmática es uno de los principales constituyentes de la roca y forma así grandes masas de mineral. Corrientemente aparece asociado a rocas metamórficas cristalinas. Aparece en lentejones en rocas metamórficas antiguas. Los mayores depósitos del mundo se hallan al norte de Suecia. Otros depósitos importantes están en Chile, Noruega, Rumania, Siberia, en el complejo ígneo de Bushveld, y en la región del Lago Superior (EEUU). En España es un mineral muy abundante, los cristales octaédricos mejor formados se encuentran en San Pablo de los Montes (Toledo). Económicamente los yacimientos más importantes radican en los Cotos Wagner y Vivaldi (León). Están citadas en las arenas de las rías gallegas (Vigo y Pontevedra), Marbella (también asociadas a las cromitas de las minas de Ojén, Málaga), y Cabo de Gata (Almería). De cierta importancia es la mineralización de Cala (Huelva), Burguillos del Cerro-Zafra-Jerez de los Caballeros (Badajoz), El Escorial (Madrid), Campos (Asturias),

Cehegín (Murcia) y Sierra Almagrera (Almería) (Colección científica técnica, 2017).

2.2.6. Propiedades de la magnetita

La magnetita tiene una propiedad única, que es el magnetismo. Es por ello que puede emplearse para trabajar el campo magnético corporal y los meridianos dentro de la “terapia magnética” (Minerales del mundo, 2017).

2.2.7. Usos de la magnetita

Es usada como piedra de asentamiento, y cuando es empleada por un sanador experimentado, alinea los flujos invertidos en el cuerpo.

La magnetita es energética y tranquiliza, dependiendo de la situación actual de tu cuerpo. También alinea los chacras y meridianos temporalmente. A su vez, favorece la telepatía, la meditación y la visualización.

Sus cristales perfectos también son populares entre los coleccionistas de minerales, y la variedad de piedras imanes magnética es muy popular entre los coleccionistas aficionados. Este mineral cuenta además con un interés científico significativo debido a sus propiedades magnéticas especiales (Minerales del mundo, 2017).

2.2.8. Titanio

Titanio es el nombre del elemento químico que tiene el número atómico 22. Se trata de un metal bastante copioso en la corteza de nuestro planeta, cuyo color es grisáceo. El descubrimiento del titanio fue realizado por el científico británico William Gregor en 1790. Este elemento destaca por su resistencia ante la corrosión y por su dureza; por eso se suele comparar con el acero.

Este elemento químico se encuentra en distintos minerales, en las rocas ígneas y en los organismos animales y vegetales. Por lo general se extrae del rutilo que está presente en las zonas costeras, refinándolo a través de diferentes procesos (Julian Pérez, 2015).

2.2.9. Propiedades del titanio

El titanio es un metal de transición que, en presencia de oxígeno, forma de manera espontánea una capa aislante y protectora de óxido de titanio (TiO_2). Esta capacidad lo sitúa en la familia de los metales. La capa de óxido formada en la superficie del titanio es aislante y crea una «barrera» física contra los agentes corrosivos (oxígeno o cloruro, por ejemplo), tiene buenas propiedades mecánicas elevadas, es decir, soporta hasta 823 °K y además tiene buena adherencia a los revestimientos, buena conductividad eléctrica y térmica elevada, es un material ligero (Josefa G., 1943).

2.2.10. Usos del titanio

El titanio se emplea en las aleaciones de acero para reducir la cristalinidad y como desoxidante, y en las de acero inoxidable para reducir su contenido de carbono. Son frecuentes también las aleaciones con aluminio, vanadio, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y otros metales.

También otra aplicación del titanio es en el fuselaje de las aeronaves para detener el crecimiento de posibles grietas debidas a la fatiga. Esto se consigue gracias a unos anillos delgados que se colocan a modo de cinturón alrededor del fuselaje de aluminio. El uso del titanio no se limita al fuselaje; también se usa en los conductos hidráulicos del avión alcanzando hasta un 40 % de reducción de peso. Además, se utiliza en el sistema de tuberías para el equipamiento de deshielo. Esto responde a requerimientos de temperatura, resistencia a la corrosión y estabilidad térmica (Enrique Herraiz, 2012).

2.2.11. Hematita

El nombre de hematita procede del vocablo griego “haimatites”, que significa sangre, en referencia al color rojo de su raya. Pertenece al sistema trigonal y está clasificado dentro de los óxidos. La hematita es una mena muy importante de hierro a nivel industrial aunque también es usado a nivel de decoración y joyería así como elemento de pigmentación. Podemos encontrar hematita prácticamente en cualquier lugar del planeta (Kunugi, 2017).

2.2.12. Propiedades de la hematita

Tiene propiedades metafísicas, donde los practicantes de la magia suelen utilizar piedras preciosas para sus hechizos y rituales debido a las propiedades que les atribuyen. Se cree que la hematita transforma la negatividad y promueve el optimismo. Es conocida como una piedra que brinda conexión con la tierra, y se cree que aumenta el coraje y autoestima, a la vez que reduce el estrés. Es una buena piedra para ayudar en la comunicación, así como para aquellos que están aprendiendo a meditar. Actúa como fuerza estabilizante para la mente, cuerpo y espíritu.

Además también tiene propiedades para los practicantes de métodos de medicina alternativa que suelen utilizar piedras preciosas en sus curaciones. Se cree que la hematita tiene ciertas propiedades sanadoras. Ésta se utiliza para reducir la fiebre, extraer los malestares del cuerpo, mejorar la memoria, estabilizar la circulación sanguínea y mejorar el suministro de oxígeno en todo el cuerpo. Algunas personas experimentan inflamación cuando utilizan hematita directamente en contacto con tu piel. Si la inflamación ocurre

cuando utilizas joyas de hematita, quítate el artículo o utilízalo de forma tal que no toque de forma directa tu piel (Josefa G., 1943).

2.2.13. Usos de la hematita

Si bien la hematita no es tan popular como otras gemas preciosas, uno de sus usos primarios sigue siendo el de fabricar joyas. La hematita es a menudo considerada muy pesada para utilizarse de forma diaria, pero su brillante apariencia metálica es muy atrapante. Hay muchos estilos de joyas que utilizan hematitas, incluyendo pendientes, aros y brazaletes. La hematita es utilizada para preparar quingombó rojo y es frecuentemente utilizada para crear el color rojo para las pinturas. Es el principal compuesto mineral del hierro (Luis Spalleti, 2009).

2.2.14. Características de las Arenas de playa

Se menciona que una gran cantidad de producción de minerales de hierro, como la magnetita, hematita y otros resultan de depósitos de placeres, en los cuales las arenas de

las playas son las más importantes, hay en muchas partes del mundo. Más los levantamientos geológicos muestran que todas aquellas áreas de importancia económica están próximas al continente, y se localizan en los trópicos o en áreas que en algún tiempo sufrieron un proceso de meteorización.

Las condiciones de un clima subtropical probablemente favorecen o por lo menos ayudan a la acción del intemperismo, implicando en la liberación y concentración de los minerales de hierro. La composición mineral de la mayoría de los depósitos de arena es bien semejante diferenciándose solo en el porcentaje de cada mineral presente (Paredes Morales, 2014).

2.2.15. Oferta y demanda del Hierro

- Situación actual y característica de la demanda del hierro:

El banco de inversión estadounidense Morgan Stanley revisó el alza del precio promedio del mineral de

hierro, esto ante las mejores perspectivas de demanda y liquidación de inventarios de varias compañías mineras a nivel mundial.

En concreto, la firma elevó 11 % su estimación para el precio del mineral de hierro en 2016, hasta los 51 USD \$ por t, mientras que aumento en un 17 % su previsión para 2017, hasta los 50 USD \$ por t.

Asimismo, aumentó desde 566 USD \$ a 578 USD \$ su pronóstico para el precio de la t de acero en 2016, y desde 558 USD \$ a 591 USD \$ para 2017.

El precio del hierro se ha elevado en los mercados globales luego de tocar fondo en diciembre de 2015. Si en ese mes el precio promedio del mineral fue de 39,6 USD \$ la t, en agosto el número llegó a 60,47 USD \$ por t.

El destino principal para la venta del concentrado de hierro es China y Japón (Revista el Mercurio, 2017).

- **Situación actual y característica de la oferta del hierro**

El precio actual del hierro es de 56,67 USD \$ la t, en general el hierro tiene una variada gama de usos entre los que destacan la fabricación de tuberías, conexiones, partes de motores de automóviles y herramientas, entre otros productos.

Sin embargo, su uso principal es en la fabricación de aceros, el cual es producido adicionando al hierro pequeñas cantidades de carbono, en torno al 1 %, y otros metales como molibdeno para producir diferentes aleaciones de aceros. Lo más relevante es la fabricación de aceros inoxidables (Informe mundial del hierro, 2013).

- **Situación futura del Hierro**

Los precios se han derrumbado y la demanda está cediendo, pero las mineras extraen cada vez más mineral, esperando a que vuelvan a elevarse los precios y poder vender hierro a los mercados (Informe mundial del hierro, 2013).

- **Variación del precio del Hierro**

El precio del hierro desde el año 2013, se encontraba aproximadamente a 130 USD \$ la t a partir de ese año fue descendiendo hasta el año 2015 donde cayó a 30 USD \$ la t.

Actualmente, el precio del hierro se encuentra en 85,14 USD \$ la t, fluctuando ese precio aproximado desde este nuevo año 2017 (Según revista científica de América Latina y el Caribe, 2017).

- **Canal de comercialización**

La coordinación nacional de ingeniería, el canal de distribución permite al productor mediante planeación y estrategias, llevar el producto hasta el consumidor final, teniendo en cuenta tiempos de entrega, la distancia de la fábrica al consumidor y el medio o medios de transporte a utilizar. Las personas o compañías que no hacen parte de la empresa productora y ayudan a la distribución de los productos, son llamados intermediarios (Según la revista el

perfil de hierro - acero, 2013).

- **Características del concentrado para ser comercial**

El concentrado debe tener un tamaño de grano inferior a 10 mm para poder ser comercial, por lo menos el 90 % del cargamento, el otro 10 % debe estar por debajo de 150 micrones para poder ser aceptado por el comprador para así poder satisfacer sus necesidades y poder comercializar el concentrado, para que así no rechace el concentrado y esto no traiga perdidas al vendedor (Iron expert, 2013).

Tabla 4

Parámetros del concentrado

Parámetros del concentrado	%
Contenido de Hierro	62,00
Humedad	8,00
Alúmina	3,50
Sílice	4,00
Fósforo	0,07
Azufre	0,05

Fuente: Iron expert, 2013.

La venta del concentrado magnético es de USD \$ por t métrica seca y debe tener las siguientes características:

Tabla 5

Parámetros mínimos a respetar a llegada a puerto

Parámetros mínimos a respetar a la llegada a puerto	% máximo
Contenido de Hierro	60,01 - 68,00 Fe (ambos inclusive)
Humedad	10,00
Alúmina	4,00
Sílice	9,00
Fósforo	0,15
Azufre	0,07

Fuente: Iron expert, 2013.

2.2.16. Análisis económico

- Ingresos

Las cantidades que recibe una empresa por la venta de sus productos o servicios (Blank, L y Tarquin, A., 1992).

- Egresos

Se denomina egresos a la salida de dinero de una empresa (Blank, L y Tarquin, A. ,1992).

- Costo directo

Los costos directos son todos los gastos que estén directamente relacionados con el proyecto. Los costos directos incluyen los subcontratistas, la mano de obra contratada, materiales, suministros, equipos, bonos y permisos. Las herramientas que se pierden también pueden tener en cuenta dentro de los costos. Los costos de combustible y teléfono celular también son costos

directos. Sin embargo, las herramientas, el equipo, los suministros y el combustible solo se consideran costos directos si solo se utilizan específicamente para este proyecto (Blank, L y Tarquin, A. ,1992).

- **Costo indirecto**

Los costos indirectos son la responsabilidad general de los seguros de automóviles, reparación de vehículos de motor, la depreciación, gastos de comunicación de campo, beneficios para empleados y de los impuestos sobre la nómina, de acuerdo con la Revista de Contabilidad de Construcción y Tributación. Algunas formas de seguro se consideran costos directos si se han hecho sobre una base de proyecto por proyecto. La remuneración de las vacaciones de un empleado, días festivos, días de enfermedad, conductores, personal de almacén, entrenamiento, seguridad y la ropa son todos los costos indirectos (Blank, L y Tarquin, A. ,1992).

2.2.17. Análisis de sensibilidad

La base para el análisis de sensibilidad es identificar los posibles escenarios del proyecto, los cuales se clasifican en:

- **Pesimista**

Es el peor panorama de inversión.

- **Probable**

Este sería el resultado más probable en el análisis de la inversión, debe ser objetivo y basado en la mayor información posible.

- **Optimista**

Es la posibilidad de lograr más de lo que se proyecta, es el escenario que se presenta a los inversionistas para motivar a correr el riesgo (Blank, L y Tarquin, A. ,1992).

2.2.18. Punto de equilibrio

Si el producto puede ser vendido en mayores cantidades de las que arroja el punto de equilibrio se tendrá entonces que la empresa percibirá beneficios. Si, por el contrario, se encuentra por debajo del punto de equilibrio, tendrá pérdidas (Blank, L y Tarquin, A. ,1992).

2.3. Enfoques teórico – técnicos

2.3.1. Técnica e instrumento para la recolección de datos

- Toma de muestras de campo

Deben obtenerse muestras representativas de suelo o roca, o de ambos, de cada material que sea necesario para la investigación. El tamaño y tipo de la muestra requerida, depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y las limitaciones del equipo de ensayo a ser usado. El tamaño de las muestras alteradas, en bruto, puede variar a criterio del responsable de la investigación, pero se sugiere las

siguientes cantidades: Clasificación visual: 0,50 kg a 500 g, el análisis granulométrico y constantes de suelos no granulares: 0,50 a 2,5 kg, el ensayo de compactación y granulometría de suelo-agregado granular: 20 - 40 kg, la producción de agregados o ensayo de propiedades de agregados: 50 - 200 kg, se debe identificar cuidadosamente cada muestra con la respectiva perforación o calicata y con la profundidad a la cual fue tomada. Colóquese una identificación dentro del recipiente o bolsa, ciérrase en forma segura, protéjase del manejo rudo y márquese exteriormente con una identificación apropiada. Guárdense muestras para la determinación de la humedad natural en recipientes de cierre hermético para evitar pérdidas de la misma. Cuando el secado de muestras puede afectar la clasificación y los resultados de los ensayos, las muestras deben ser protegidas para la pérdida de humedad (Dirección general de camiones y ferrocarriles, 2016).

- **Proceso granulométrico**

El tamaño de un grano, clasto o partícula, no siempre es fácil de determinar cuando son irregulares, se suele

definir como el diámetro de una esfera de su mismo volumen, y se expresa en milím. En los lados de mayor tamaño se suele hacer la media de las tres medidas ortogonales máximas, aunque no se corten en el mismo punto.

El método de determinación granulométrico más sencillo es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado (a modo de coladores) que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices. Pero para una medición más exacta se utiliza un granulómetro láser, cuyo rayo difracta en las partículas para poder determinar su tamaño. También se pueden utilizar los rayos gamma.

Para su realización se utiliza una serie de tamices con diferentes diám., que son ensamblados en una columna. En la parte superior, donde se encuentra el tamiz de mayor diámetro, se agrega el material original (suelo o sedimento mezclado) y la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos en una máquina especial (William Lambe, 1997).

Tabla 6

Clasificación de los suelos

Dimensión de la partícula elemental (mm)	Attemberg – (Sistema Internacional)	U.S. Dep. de Agricultura	Ex – U.R.S.S.
<0,001	Arcilla	Arcilla	Arcilla
<0,002			Limo fino
0,005	Limo	Limo	Limo medio
0,01			Limo grueso
0,02			
0,05	Arena fina	Arena muy fina	Arena fina
0,1		Arena fina	Arena media
0,25			
0,2			
0,5	Arena gruesa	Arena gruesa	
1,0		Arena muy gruesa	Arena gruesa
2,0			
3,0	Grava fina	Grava fina	
5,0			
10,0	Grava	Grava	Grava
20,0	Grava gruesa y piedras		

>20,0		Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras
-------	--	------------------------	------------------------

Fuente: Mecánica de suelo, 1997.

- Método de concentración magnético

La separación magnética de menas de hierro ha sido utilizada desde hace varios años, empleando para ello, una amplia variedad de equipos. Los separadores magnéticos aprovechan la diferencia en las propiedades magnéticas de los minerales componentes de las menas. Todos los materiales se alteran en alguna forma al colocarlos en un campo magnético, aunque en la mayor parte de las sustancias, el efecto es demasiado ligero para detectarlo.

Los materiales se clasifican en dos amplios grupos, según los atraiga o los repela un imán. Los diamagnéticos se repelen a lo largo de las líneas de fuerza magnética, hasta el punto donde la intensidad de campo ya es muy leve.

Los materiales paramagnéticos se pueden concentrar en los separadores magnéticos de alta intensidad. Ejemplo de minerales paramagnéticos que se separan en los separadores magnéticos comerciales: ilmenita, rutilo, wolframita, monacita, siderita, pirrotita, cromita, hematita y los minerales de manganeso. Algunos elementos son paramagnéticos en sí mismo, tales como, Ni, Co, Mn, Cr, Ce, Ti y los minerales del grupo del platino, pero en la mayoría de los casos las propiedades paramagnéticas de los minerales se deben a la presencia de hierro en alguna forma ferromagnética (Alan Osborne, 2000).

En la separación magnética la unidad más comúnmente usada es el Gauss (G). La fuerza magnetizadora que induce las líneas de fuerza a través de un material se llama intensidad de campo, la intensidad magnética de cada mineral se puede apreciar en la tabla 7.



Figura 2. Concentrado de magnetita
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7

Intensidad magnética requerida para la separación

Intensidad magnética requerida para la separación (Gauss)	Mineral
	Fuertemente magnético
500 – 5 000	Magnetita, Franklinita, Leucita, Sílice, Pirrotita.
	Moderadamente magnéticos
5 000 – 10 000	Limenita, Biotita, Granate, Wolframita.
	Débilmente magnéticos
10 000 – 18 000	Hematita, Columbita, Limonita, Pirolusita, Rodocrosita, Siderita, Magnetita.
18 000 – 23 000	Rutilo, Rodonita, Dolomita, Tantalita, Cerusita, Epidota, Monasita, Fergusonita, Zircón, Cerargitita, Argentita, Pirita, Esfalerita, Molibdenita, Bornita, Wilemita, Tetraedrita, Scheelita.

Fuente: Informe metalurgia, 2014.

El tambor magnético es como el papel del tambor transmitido de la correa de transporte, los materiales magnéticos se atraen a la sumidad del tambor y se caen automáticamente al fondo, los materiales no magnéticos se caen por parábola horizontal y entrar en la tolva diferente (Paredes Morales, 2014).

Para la aplicación del tambor magnético:

1. Después de la trituración primaria se elimina los minerales sin valor para mejorar la ley y reducir la carga del procedimiento siguiente.
2. Se utiliza para la separación de minerales crudos.
3. Puede también ser utilizado para la eliminación de impurezas, para mejorar la calidad en la industria cerámica.

4. Se utiliza para la eliminación de hierro del carbón ardiente, arena de fundición, material contra fuego, etc.

Dentro de la concentración magnética existen dos tipos de separación:

a) Separación de baja intensidad

Este tipo de proceso se utiliza para separar especies ferromagnéticas no paramagnéticas, de las especies diamagnéticas.

Dado que la fuerza de magnetización que se produce sobre cada una de las especies magnéticas (ferromagnéticas o paramagnéticas) es tan alta, se requiere que sobre las partículas actúen fuerzas como las hidrodinámicas y la fuerza centrífuga, adicional a la fuerza de gravedad, con la finalidad de obtener un proceso

suficientemente selectivo. Por tal razón este proceso generalmente se realiza en medio húmedo y en equipos de tambor rotatorio. La intensidad de campo magnético (a 5 cm de la superficie del tambor) generalmente es de 0,05 Gauss (Paredes Morales, 2014).

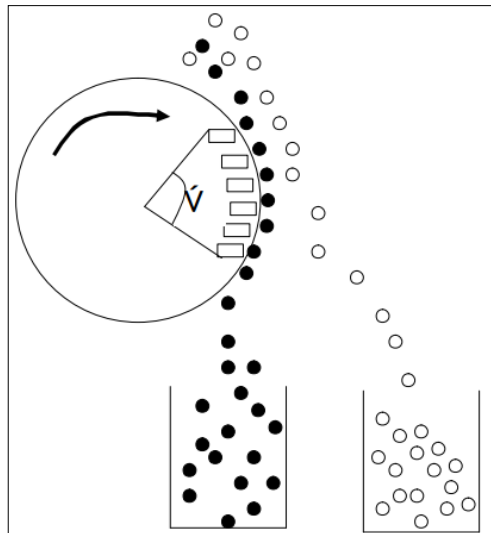


Figura 3. Separación baja
Fuente: Hankin, 2000.

b) Separación de alta intensidad

Este proceso generalmente se utiliza para separar especies paramagnéticas de especies diamagnéticas.

Dado que la fuerza magnética que experimentan las partículas paramagnéticas generalmente es débil, este proceso suele realizarse en seco y en equipos no rotativos, con el fin de evitar las fuerzas hidrodinámicas y la fuerza centrífuga, sin embargo, cuando la especie magnética experimenta un paramagnetismo alto, el proceso puede llevarse a cabo en medio húmedo.

La intensidad de campo (a 5 cm de la superficie del tambor) generalmente es de 2 Gauss (Paredes Morales, 2014).

- **Análisis químico semicuántico**

Se realizó un análisis químico, de la arena, mediante el microscopio electrónico de barrido EVO LS/10, con microanalizador EDX, en la opción POINT& ID (Paredes Morales, 2014).

- Instalación de planta concentradora

La instalación de la planta se realizará de manera manual, debido a que su estructura es modular.

Se instalará sobre bases de concreto, los cuales serán fabricados por un proveedor externo en sus instalaciones.

Las oficinas también serán modulares, de madera (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- Proceso de producción

El tambor electromagnético está ubicado dentro de la zona de extracción para evitar gastos, y aplicará el método de sistema de transporte continuo, además la arena ferrosa es concentrada en un acopio para su transporte hacia el puerto para su comercialización.

De acuerdo a los tiempos del tambor magnético que se tiene en planta que tiene una capacidad de producción de

350 t/h con una capacidad de extracción de hierro de 3 000 Gauss que sirve para extraer hierro de 60 – 65 % según manual (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Instalaciones auxiliares**

Las instalaciones auxiliares están constituidas por un campamento minero, con cuatro habitaciones que servirán, almacén y oficina administrativa, cuatro letrinas, que tendrá las siguientes características, de estar ubicados a 25 m del campamento minero y que la distancia vertical entre el piso y el fondo del mismo será de 3,50 m no existiendo la posibilidad de contactarse con agua subterránea.

Características Técnicas

Área: 1,7 m x 1,7 m.

Profundidad: 3,5 m.

Losa: Será de concreto armado, con un área de 2 X 2 m.

Tubo de Ventilación: Tubo de 10 cm de diámetro y 5,15 m de largo con sombrero protector.

Taza de cerámico, con tapa de madera.

Caseta: Será de drywall con dimensiones de 3,0 m de alto inclinado en 20 cm, Como área de ventilación (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Descripción de las rutas de transporte**

La unidad de producción Dune Ocho es accesible por medio de la carretera asfaltada que une de la ciudad de Tacna con la ciudad de Ilo. A través de la tabla 8 se puede apreciar las diferentes formas de acceder a la cantera Dune Ocho.

Tabla 8

Acceso por carretera

Accesibilidad		
Tramo	Distancia (km)	Tipo de vía
Tacna – Vila Vila desvío cantera	50	Asfaltada
Desvío cantera	0,3	Afirmada
Cantera – Ilo	100	Asfaltada

Fuente: Elaboración propia.

- **Campamento**

La mina contará con un campamento debido a que los trabajadores son en su mayoría del asentamiento humano Vila Vila que se encuentra a 1 km de la mina.

Asimismo, cuando las operaciones lo requieran se construirán campamentos provisionales de madera y techo de calamina que les brinde el confort necesario y cubran las necesidades básicas (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Instalaciones de manejo de residuos**

Tipo de depósitos:

Los depósitos utilizados por la cantera para el desarrollo de sus operaciones, considerando que no utilizará procesos de transformación, metalúrgicos se circunscribirán a tener: Botadero de desmonte temporal, celda de seguridad y cancha de volatilización de

combustibles (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

a. Depósito de relaves: El proyecto minero contempla una operación de clasificación magnética, en tal sentido no se tendrá depósitos de relaves.

b. Botadero de desmonte temporal: El botadero de arenas temporal estará ubicado a unos 200 m de la cantera de explotación, en una zona plana y tendrá una capacidad amplia de material estéril, para luego ser retornados a su lugar de origen (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- Infraestructura para el manejo de residuos peligrosos

La empresa no manejará residuos peligrosos (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- Instalaciones de manejo de agua

Infraestructura y requerimiento estimado para suministro de agua.

La unidad de producción de la cantera utilizará agua para la limpieza de los trabajadores y el regado de la zona de trabajo y accesos. El agua para consumo humano será abastecida en dispensadores de 20 l, además de agua potable 30 l/ día, y para el regado se utilizará directamente con agua de mar.

Manejo de aguas limpias: Las aguas limpias a utilizarse para el desarrollo del proyecto se circunscribirán al uso de agua para el consumo de los trabajadores.

Identificación de las fuentes de agua y volumen requerido: El yacimiento no presenta ninguna fuente de agua superficial ni subterránea, dentro de su concesión minera. El volumen de agua requerido para el desarrollo de sus operaciones, será proporcionado por una empresa contratista, acreditada y con los permisos correspondientes.

La cual proporcionará el recurso con las siguientes características según tabla 9 (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

Tabla 9
Fuentes de agua

Uso	Fuente	Distancia	Volumen
Potable	EPS Tacna	50 km	Aprox. 30 l/persona/día
Agua de mar	Vila Vila	0,3 km	Aprox. 4000 l/semana

Fuente: Elaboración propia.

La empresa minera estimando la no presencia dentro de su concesión minera de agua superficial ni de agua subterránea y tener precipitaciones insignificantes, considera que su balance de aguas se restringe al uso para el consumo humano y el riego de accesos, en un volumen aproximado de 4 000 l Semanales (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Suministro de energía**

Al tener operaciones de concentración, la empresa utilizará energía eléctrica para sus instalaciones y procesos de la red eléctrica (Electrosur) (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Software utilizado**

El software que se utilizó para el cálculo de reserva es el Autocad civil 3D, programa que sirve no solo para calcular el volumen también se puede dibujar la zona en mención a través de datos (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Transporte y manipuleo de productos y materiales**

El transporte del recurso minero se realizará mediante camiones con gran capacidad de carga de material, a cargo de empresas, que utilizarán vías afirmadas en un 0,02 % (zona de trabajo) y asfaltadas en un 99,8 %.

Los mismos que tienen pólizas de seguro, plan de contingencia y sus conductores están capacitados y cuentan con sus implementos de seguridad estipulados por ley. Al trasladar el recurso protegerán el mineral con una malla especialmente diseñada para evitar su caída. Para la adquisición y posterior traslado de materiales e insumos a utilizarse en las operaciones mineras se utilizará un vehículo de la empresa, que presenta buenas condiciones técnicas y cuenta con los permisos correspondientes (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Viviendas y servicios para el personal**

Los trabajadores durante la construcción, operación y cierre, al tener contratos debidamente registrados por la autoridad competente, tendrán los servicios de salud brindados por el Ministerio de Salud, en su centro de salud de Vila Vila y Tacna (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Generación y manejo de residuos domésticos**

Durante las actividades de construcción, operación y cierre de la mina, los trabajadores generarán residuos domésticos o no peligrosos. Los cuales almacenarán en recipientes metálicos debidamente rotulados para evitar fugas o derrames durante el almacenamiento, operaciones de carga, descarga y transporte. Los cuáles serán trasladados posteriormente al relleno sanitario de Tacna para su tratamiento y eliminación, los volúmenes se representan en la tabla 10 (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

Tabla 10

Residuos que se generan

Volúmenes de Residuos Generados			
Tipo	Volumen	Almacenaje	Disposición Final
Residuo domestico	Máximo 0,25 kg./persona/día	Tachos de color verde	Transportados al depósito municipal de Tacna.
Residuos inorgánicos	Variable pero estimado en 0,3 kg/persona/día	Tachos de color amarillo	Transportados al depósito municipal de Tacna.

Fuente: Elaboración propia.

- **Fuerza laboral y abastecimiento de recursos**

a) Origen de la fuerza laboral

El ingeniero, el administrador y el contador serán de preferencia de la región Tacna, se trabajará con un ingeniero en la parte de planeamiento y el otro ingeniero se encargará de la parte del trabajo de campo, un administrador para la parte del libro contable y el otro administrador para la parte de pagos por último un contador encargado de la parte de ventas. Los obreros serán pobladores de la zona quienes recibirán inducción y capacitación para laborar en la cantera.

b) Expectativas de abastecimiento

La empresa necesita construir campamentos, adquirir herramientas, implementos de seguridad e iniciar las labores de preparación y desarrollo.

Herramientas que serán adquiridas en el mercado local, donde existe diversidad de productos y a precios

competitivos, no siendo necesaria su adquisición en mercados nacionales e internacionales (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- Ambiente físico

a) Fisiografía

La unidad de producción de la cantera se encuentra en una zona que corresponde a la unidad geomorfológica denominada faja litoral que comprende el terreno bajo que se extiende entre la ribera del mar y el pie de la cordillera de la costa , alcanzando una altura hasta 400 m, con ancho variable entre 3 y 7 km la morfología de esta faja está caracterizada por la presencia de varias planicies de abrasión marina cubiertas de terrazas que se presentan escalonadas desde la orilla del mar hasta los 350 m de altitud sobre el flanco de la cordillera de la costa. Algunos caracteres observados en estas terrazas, tales como el declive de sus superficies hacia el mar. El paralelismo de sus frentes a la líneas de playa actual y la existencia de restos de

fósiles marinos, indican que se trata de terrazas levantadas por procesos epirogénicos que afectaron este sector de la costa, desde el terciario hasta los tiempos recientes (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

b) Riesgos naturales

El departamento de Tacna está dentro de la categoría de región Sísmica, que es de máximo riesgo. Hay estudios de microzonificación sísmica que abarcan las áreas urbanas.

Asimismo, en la zona no se han producido abundantes precipitaciones ni inundaciones que produzcan deslizamientos de tierras, por lo que no es necesario el estudio de formaciones de ríos que ayuden a ver si en algún momento ocurrió deslizamiento o flujo de lodos en la zona, perjudicando la concesión y causando daño a la maquinaria y daño a la cantera (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

c) Calidad de aire

El área donde se desarrollará el proyecto minero está alejada de sectores de actividad industrial, los poblados más cercanos están a 1 km. El ámbito de estudio es eriazo y no se desarrollan actividades económicas en ese lugar, por lo que estimamos que los valores de la calidad de aire son propios de la dinámica de los sitios desérticos, donde no existe cobertura vegetal y los vientos arrastran partículas de la superficie lo que constituye una fuente natural de partículas en el aire en la zona. Los niveles de gases contaminantes también son bajos, dada la naturaleza despejada del área y la inexistencia de parques automotores e industriales (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

d) Recursos de agua superficial

En la zona donde se desarrollará el proyecto existen cuerpos de agua superficial, en forma de ríos, arroyos, lagunas, etc. (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

e) Recursos de agua subterránea

Según información brindada por el Proyecto Especial Tacna y Ministerio de Agricultura la napa freática se encuentra a más de 100 m. De profundidad, no existiendo en la zona puquiales ni bojedales (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- Ambiente biológico

a) Eco regiones y hábitat

La cantera está localizado en la zona de vida de desierto desecado - templado cálido presentando una temperatura promedio mensual de 292,5 °K y una precipitación promedio anual de 2 mm (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

b) Flora terrestre

El área de estudio es predominantemente desértica, no otorgando las condiciones para el desarrollo de vegetación alguna (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

c) Fauna terrestre

El desarrollo de la fauna silvestre está en estrecha relación con la presencia de vegetación. En tal sentido, en el ámbito del emplazamiento del proyecto, siendo la vegetación nula, el desarrollo de especies de la fauna silvestre es limitado. Existiendo escasas poblaciones de lagartijas, roedores y aves marinas.

No existen especies amenazadas, endémicas ni de hábitat restringidas (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

d) Recursos acuáticos

Con relación a la fauna acuática de peces, anfibios y otros, esta no existe por carencia en el área de hábitat acuáticos (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Impactos ambientales**

El Impacto Ambiental es toda transformación producida por la actividad humana en el ambiente físico, medio biológico y medio socioeconómico. Sus efectos dependen de su grado de complejidad y permanencia en el espacio (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Físico y temporal.**

Es aconsejable que una metodología de evaluación de impactos considere las variables más representativas del medio. La identificación de estas acciones permitirá que a través de una metodología de análisis, podemos calificar y principalmente determinar de manera más objetiva la relación causa efecto entre las acciones y las variables

ambientales en estudio. De esta manera podremos indicar que factor ambiental estará siendo mayormente afectado, para así enfocar las medidas de mitigación de una manera adecuada (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

a) Identificación de los impactos potenciales

Cada actividad específica del proyecto genera efecto sobre los atributos de cada componente ambiental, el impacto puede ser identificado en forma cualitativa y cuantitativa o en forma combinada, con el objeto de establecer el grado de intensidad del impacto, y poder así determinar qué tipos de medidas tomar para no dañar el medio ambiente y mantener un ecosistema libre de contaminación.

Los impactos se intentarán minimizar con ayuda de la normativa establecida por el ente encargado de fiscalización ambiental.

Los principales impactos ambientales potenciales identificados en el proyecto, considerando los factores de dirección, duración, extensión y frecuencia, se circunscriben a los desarrollados en el ambiente físico, como:

- Topografía del área.
- Limpieza
- Movimiento de tierras
- Acopio del mineral
- Transporte
- Impacto visual

Identificación del componente del proyecto que origina impactos potenciales.

El componente que originara impactos potenciales son las labores de desarrollo y explotación del yacimiento

minero (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

b) Componentes ambientales

Topografía del área: El proyecto de explotación por el sistema de canteras, se desarrollará en terrenos previamente disturbados. Pero en el transcurso del tiempo y al construirse nuevos accesos se cambiará la topografía de la superficie, modificándola en pequeñas proporciones, como resultado de la desnivelación y excavaciones realizadas.

Limpieza: Se producirá por la remoción de la primera capa de arena debido a los trabajos de explotación, esto impactará la topografía de la superficie modificándola de tal manera que modificará la zona en cuestión.

Movimiento de tierras: Está actividad es la excavación en material suelto para la explotación del

recurso, impacta en la topografía de la superficie modificándola.

Acopio de mineral: Está actividad es la clasificación y almacenamiento del mineral para su transporte, impacta en que produce desechos que serán reubicados.

Transporte: Esta actividad es carguío y transporte del mineral hasta las zonas de embarque, el tránsito de camiones genera impacto, en la generación de polvo.

Impacto Visual: El paisaje de la zona de explotación se verá afectado por la explotación del recurso minero, que implica su modificación del paisaje al construirse campamento, SSHH, botadero, relleno sanitario, bancos y nuevos accesos.

Existen otro tipo de impactos como son los insignificantes, modernos o significativos

Calidad de Aire: La calidad de aire se verá afectada por el polvo y ruido generado por las actividades propias

de la actividad minera, como ser: limpieza, movimiento de tierras, acopio de mineral y transporte (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

c) Contribución a la economía local

La explotación del recurso minero tendrá efecto positivo directo en beneficio de los pobladores de Vila Vila al crear fuentes de trabajo. Aunque poco significativo en la economía local, sin embargo en un futuro cercano se puede ampliar las operaciones e incrementar la cuota necesaria de mano de obra calificada y no calificada (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

d) Política ambiental

La cantera, practicará una política ambiental en cumplimiento de la normatividad vigente, que obedezca los intereses de la empresa, sus empleados y pobladores de la zona circundante al proyecto. Planificando, evaluando y diseñando estrategias para el desarrollo de sus actividades, Comprometiéndose a:

- Diseñar, planificar, construir y operar en forma eficiente usando métodos para prevenir la contaminación y el control de los impactos ambientales significativos que pudieran afectar nuestro entorno.
- Cumplir con la normatividad ambiental aprobada.
- Revisar periódicamente sus operaciones, monitoreando las mismas.
- Promover una conciencia ambiental entre sus empleados, familias y pobladores de la zona de influencia (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

e) Política de seguridad y salud ocupacional

La cantera tiene como política brindar seguridad y bienestar a sus trabajadores, promoviendo la salud, la seguridad y la prevención de accidentes e incidentes. En tal sentido proporcionará y mantendrá un ambiente de

trabajo seguro y saludable para todos sus empleados en cumplimiento de los requerimientos legales y estándares de la industria minera.

Asimismo, en cumplimiento del Reglamento de Seguridad e Higiene Minera, aprobado por Decreto Supremo N° 046-2001-EM, presentará un programa anual de seguridad e higiene minera, indicando la política, comité de seguridad, procedimientos, equipos, y entrenamiento requerido para promover y proteger la salud y bienestar de los trabajadores (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

f) Estrategia de manejo ambiental

En esta sección se muestran las estrategias de mitigación, monitoreo y manejo social (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

g) Estrategias de mitigación

Con el fin de garantizar que los impactos ambientales identificados sean controlados a niveles aceptables o en lo posible evitarlos, se adoptarán medidas para controlar o reducir en lo mínimo los impactos ambientales identificados, todas estas medidas de mitigación se basarán en las siguientes estrategias :

- Seguimiento y cumplimiento estricto del plan de manejo ambiental, de la concesión minera con el objetivo de minimizar los impactos a generarse.
- Capacitar a los trabajadores, sobre la importancia de la protección del ambiente con la finalidad de tener personal preparado y consiente de la conservación de nuestro ambiente (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

h) Estrategias de manejo

La empresa tiene el compromiso de proteger el ambiente en todas y cada una de sus actividades que realiza, por ello se ha propuesto las siguientes estrategias de manejo.

- Realización de monitoreo constantes de las actividades que realiza la mina desde la etapa de construcción hasta la etapa de abandono con la finalidad de que el uso de los recursos naturales sea en forma óptima y con el mínimo riesgo ambiental.
- Realización de una capacitación del personal, en seguridad y protección ambiental además una normativa con disposiciones específicas de carácter ambiental (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

i) Estrategias de monitoreo

La empresa como productor minero tiene como política y en concordancia de sus actividades,

desarrollará un programa continuo de vigilancia ambiental desde la fase de construcción hasta la de abandono, para tal efecto dicho programa se apoyará en los criterios y recomendaciones del plan de manejo específicamente para la etapa de operación y abandono.

Los responsables de la vigilancia, serán inspectores ambientales contratados por la unidad minera y la Dirección Regional de Energía y Minas que ayudarán a minimizar todo impacto ambiental y así tener un ecosistema libre de contaminación (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

j) Estrategia de cierre

Una vez finalizada la operación en las canteras se procederá al cierre de la misma teniendo en cuenta algunas estrategias que se mencionaron anteriormente como también el mantenimiento temporal de las áreas tratando de impactar lo menos posible el ecosistema y restauración del área natural una vez se haya terminado

de extraer el concentrado y haberlo comercializado (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

k) Componentes de cierre.

La cantera solo tendrá incidencia por dos componentes que son las canteras donde se extrae, y las vías de acceso (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

l) Definición de áreas críticas

Las áreas críticas determinadas y donde pueden ocurrir contingencias son:

- Área Crítica 1: Zona de explotación minera.
- Área Crítica 2: Transporte del recurso desde la mina al puerto de Ilo (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Plan de cierre**

a) Cierre temporal

La demanda de la materia prima a explotar en este yacimiento minero garantiza que no se presentará el desarrollo de un plan de cierre y rehabilitación considerada aquí comprende las acciones que se tomaron para el cierre de la mina.

El propósito del plan de cierre y rehabilitación es la delinear una estrategia para la clausura definitiva de la mina y sus áreas disturbadas para las actividades mineras, después de concluida la etapa de operación, el cierre deberá garantizar que el lugar sea restaurado a sus condiciones originales.

Los componentes incluidos dentro del plan de cierre y rehabilitación son:

- Tajo abierto (canteras)

- Vías de acceso

El emplazamiento de la mina y terrenos afectados por las operaciones mineras serán rehabilitados con el fin de:

- Proteger la salud
- Reducir y prevenir la degradación ambiental del área de influencia del proyecto.
- Permitir el uso del suelo del emplazamiento, ya sea para su uso original o uso alternativo.
- Recuperación del paisaje natural

Cese de las acciones u operaciones, por lo cual no se presenta acciones en esta actividad.

b) Cierre progresivo

Esta actividad ejecutará las respectivas acciones como: traslado de estériles hasta el depósito temporal, retorno de arena limpia (estériles) a su lugar de origen con

la finalidad de lograr la estabilización física del terreno, recuperación de paisajes naturales, entre otras :

- Asegurar la estabilidad física de los taludes.

Además este cierre se ejecutará una vez que se haya concluido de explotar la materia prima de un área de 50 000 m², y así, seguirán ejecutando los cierres progresivos durante la duración del horizonte del proyecto en las diferentes canteras identificadas.

c) Cierre final

Una vez concluida la etapa de explotación del yacimiento minero, procederán a realizar de ser necesario, algunas acciones complementarias o imprevistas en el cierre progresivo (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Actividades de cierre definitivo para la estabilidad física y química**

a) Cantera

Para lograr la estabilidad Física, brindando seguridad a las personas o animales que recorran la zona, se debe restringir el acceso a las labores, mediante cercas y letreros (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

b) Cierre de edificios y equipos

Es necesario descontaminar, desmontar, retirar equipos y edificios, romper y enterrar concreto, rellenando excavaciones, y eliminar todo tipo de residuo que la concesión pudo haber dejado (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

c) Cierre de infraestructura

Para lograr la estabilidad física y controlar la erosión y seguridad de las personas es necesario retirar cunetas, acondicionar accesos y estabilizar aéreas compactas (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

d) Cronograma de actividades de cierre

El cierre de la unidad de producción Dune Ocho, implicará principalmente:

- La estabilización de taludes en la cantera y botadero de desmonte.
- Acondicionamiento de rampas y vías de acceso.
- La demolición del campamento e instalaciones auxiliares, el desensamble y recogido de todos los materiales utilizados en el campamento.
- El sellado del pozo séptico, cancha de volatilización.

- El recogido de todos los materiales de desecho, maderas, hierro y otros residuos sólidos (los no reusables ni reciclables serán depositados y encapsulados en el relleno sanitario).
- La colocación de señales de seguridad y advertencia en las zonas de inestabilidad (Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

e) Mantenimiento y monitorio post – cierre

El objetivo es recuperar el área afectada en lo posible y alcanzar la estabilidad física del área del proyecto para que en el futuro no constituya un peligro para la seguridad, satisface la estética del entorno y permita que los ecosistemas existentes continúen existiendo.

Luego del cierre de cada cierta área y de todo el yacimiento en su conjunto se mantendrá un programa de cuidado, mantenimiento y monitoreo mínimo que permitirá

identificar los posibles procesos de deterioro ambiental, ocasionados por el cierre y evaluar las medidas utilizadas.

Este programa comprende la siguiente acción:

Mantenimiento de los suelos recuperados
(Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

- **Flujo grama de planta**

El diagrama de flujo es la representación gráfica del proceso y está representado según vemos en la figura 4, donde podemos apreciar que la arena ferrosa pasa a través de un proceso electromagnético el cual nos sirve para poder aumentar la ley del concentrado hasta que llegue a un valor comercial.

La planta concentradora estará conformada por 3 fajas transportadoras, 3 motores, 1 esqueleto del circuito, 1 electroimán incluyendo los rodillos y demás partes encargadas de poner a funcionar esta planta; la planta de concentración magnética deberá tener su mecánico, que le

dará un mantenimiento constante a todo el circuito
(Instrumento de impacto ambiental correctivo, 2014).

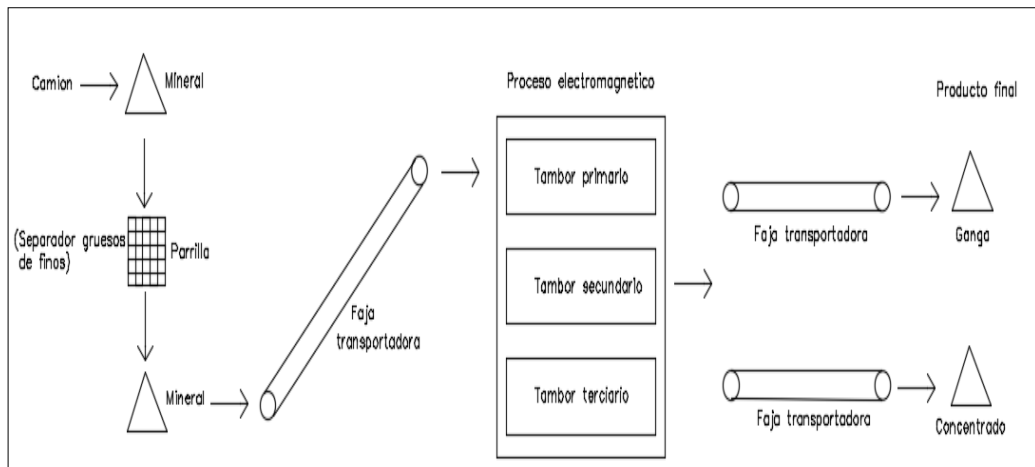


Figura 4. Flujo grama
Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y diseño de la investigación

- **Tipo de estudio: descriptivo correlacional**

El trabajo de investigación se enmarca en la investigación descriptiva correlacional porque pueden limitarse a establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad o pueden pretender analizar relaciones de causalidad. Cuando se limitan a relaciones no causales, se fundamentan en hipótesis correlacionales y cuando buscan evaluar relaciones causales, se basan en hipótesis causal.

- **Diseño de investigación:**

El diseño es no experimental porque es aquel que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa

fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos.

3.2. Población y muestra

- **Universo**

Se considerará a la cantera “Dune Ocho”-Tacna.

- **Población**

La población a considerar es la explotación del hierro.

- **Tamaño de muestra**

Se tomará en cuenta la Cantidad de mineral extraído.

3.3. Operacionalización de variables

La separación magnética es un proceso que sirve para separar dos sólidos (en la que uno de los cuales debe ser ferroso o tener propiedades magnéticas). El método consiste en acercar un imán a la

mezcla a fin de generar un campo magnético, que atraiga al compuesto ferroso dejando solamente al material no ferroso de lado.

Cuando una mezcla está formada por un elemento metálico y no metálico, pueden ser separados por un imán. Al acercar un imán a una mezcla de granos de hierro y arenas de playa, los granos de hierro son atraídos hacia el imán, logrando separar el hierro de la arena. (Ver tabla 11)

El nuevo método de explotación de arenas ferrosas tiene un efecto significativo en las ventas de la cantera “Dune Ocho”-Tacna.

Al menos uno de los tres escenarios empleados optimista, probable y pesimista tendrá un efecto significativo en las ventas en la cantera “Dune Ocho”-Tacna.

Existen distintos canales de distribución y transporte del crudo extraído de las arenas de hierro que influyen el proceso de ventas en la cantera “Dune Ocho”-Tacna.

Tabla 11

Variables estadísticas

Variables	Dimensión	Indicadores	Escala
Variable dependiente Y Relación costo beneficio (ventas)	Ingreso y egresos	Soles	Razón
	Volumen de ventas	m ³	Razón
	Precio	USD \$	Razón
Variable independiente X Separación magnética y producción	Método	electroimán	Ordinal
	Escenarios	optimista (USD \$ 75) probable (USD \$ 65) pesimista (USD \$ 60)	Ordinal
	Canales de comercial	Producto - destino final	Ordinal

Fuente: Elaboración propia.

Métodos estadísticos

Se efectuará mediante la hoja electrónica de Excel, así como también la estadística descriptiva, para establecer la relación entre las variables y empleará el análisis de regresión lineal. Se llama función de regresión simple a la ecuación siguiente:

$$Y = a + b x + e$$

[1]

X = Variables independiente

Y = Variable dependiente

e = es una variable aleatoria que sigue una distribución normal con parámetros

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.4.1. Técnicas

a) Trabajo de gabinete

A continuación se realizaron las siguientes acciones:

- Análisis estadístico de muestras tomadas de campo.
- Análisis granulométrico.
- Planeamiento de minado.
- Elección de maquinaria a utilizar.
- Cálculo de costos.

- Estadística descriptiva.
- Análisis químico semicuántitativo mediante microanálisis por EDX.

b) Trabajo de campo

A continuación se realizaron las siguientes acciones:

- Toma de muestras.
- Recolección y transporte de muestras.
- Homogenización (cuarteo de muestra).
- Determinación de la densidad aparente.
- Determinación de la gravedad específica.



Figura 5. Muestras de arena de playa
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Instrumentos

- Laboratorio de metalurgia:
 - a. Electroimán.
 - b. Microscopio electrónico de barrido (SEM) EVO LS/10.
 - c. Pipeta.
 - d. Bureta.
 - e. Tamizador.
 - f. Balanza de 200 g.
 - g. GPS.
- Gabinete:
 - a. AutoCAD civil 3D.
 - b. Global mapper 16.
 - c. Microsoft office (Excel).
 - d. Google earth.

3.5. Procedimiento y análisis de datos

3.5.1. Proceso de extracción de muestras

- Toma de muestras de campo

La toma de muestras es de tipo malla de la poligonal por zonas, donde la separación de las rectas es de cada 100 m alrededor de la zona a explorar y luego a explotar, en forma horizontal y vertical formando una malla, donde intersectan las rectas formando puntos de intersección, como se ve en la figura 6.

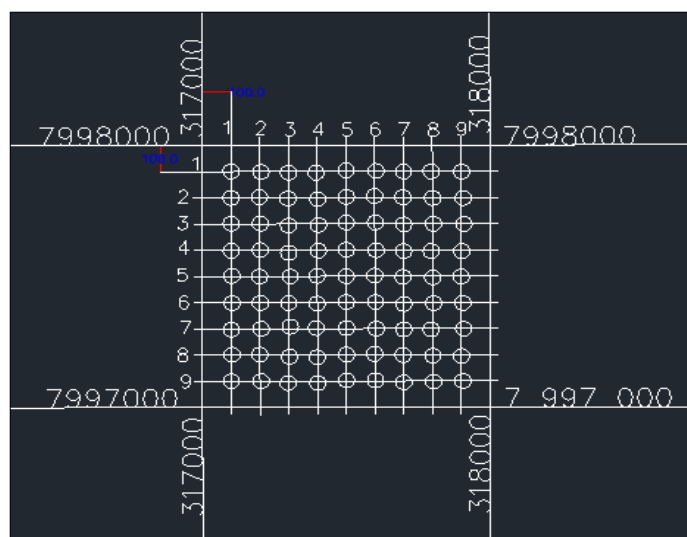


Figura 6. Malla de la toma de muestra
Fuente: Elaboración propia.

Se determinó en gabinete dividir en zonas los puntos de intersección. De las secciones divididas, tomando muestras de los puntos de intersección que las componen. De la muestra de una zona determinada juntado las muestras tomadas de sus puntos de intersección y cuarteamos hasta obtener una muestra representativa de la zona elegida, obteniendo así 10 zonas determinadas, según características del lugar que se muestra en la figura 7, podemos apreciar las zonas y los puntos de intersección donde se tomaron las muestras.

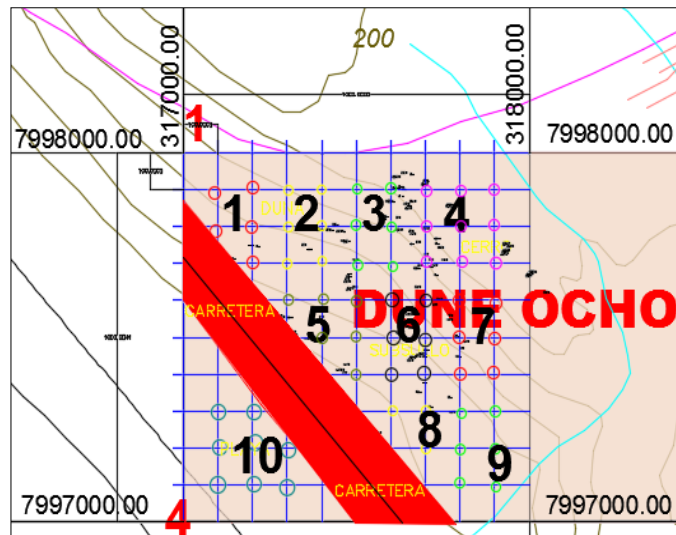


Figura 7. Malla por zona
Fuente: Elaboración propia.

Para la toma de muestra realizamos la técnica de calicatas, donde escavamos un hueco de aproximadamente 1 a 1,5 m. En el hueco realizado tomamos una muestra de mineral de 1 kg aproximadamente, la muestra se introdujo en una bolsa plástica clasificada con una etiqueta, etiqueta que incluía las coordenadas donde fueron tomadas.

Para el análisis gravimétrico, de las muestras tomadas de la zona "1", estas muestras se juntaron y cuartearon 5 veces, y de la quinta 5 cuarteada se escoge 1 de las 4 opciones, el mismo procedimiento fue realizado para las otras zonas.

- **Análisis de laboratorio (LAS)**

Las muestras tomadas en el campo fueron mandadas al laboratorio "LAS" (laboratorio analítico del Sur) laboratorio que realizará el análisis del ensayo para hierro por digestión específica – volumetría y absorción atómica para determinar la ley de cabeza de las muestras, al igual que el concentrado.

Algunos análisis se realizarán en la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann en el laboratorio de absorción atómica y laboratorio de microscopio electrónico.

- **Análisis laboratorio (granulométrico)**

Se realizó 3 pruebas con 500 g de arena magnética de la zona, con ayuda del separador magnético, en el laboratorio especializado de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

- **Análisis laboratorio (densidad específica y gravedad aparente)**

Se realizó 5 pruebas en el laboratorio metalúrgico de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann para poder determinar la densidad específica y gravedad aparente de la arena de playa como también del concentrado, la densidad específica nos sirve para ver el volumen de almacenaje, mientras que la gravedad específica nos ayuda a determinar el peso del mineral en cuestión.

- **Análisis en laboratorio de metalurgia (análisis químico semicuantitativo)**

Se realizó un análisis químico semicuantitativo de la arena de playa y también del concentrado de mineral, para poder determinar los minerales existentes en las muestras.

3.5.2. Proceso de extracción y comercialización

- **Extracción de arenas**

Para realizar la extracción de arenas se debe verificar las condiciones de operación de los frentes de explotación, las remociones del material se deberá realizar considerando la remociones mínimas de material estéril, de tal manera que, se evite una inversión excesiva en sobre carga injustificada, disminuyendo así además la generación de material estéril.

En las zonas delimitadas del yacimiento el material es solo arena, por lo tanto, será removido desde su sitio mediante excavadoras y cargadores frontales.

Para la remoción de arenas ferrosas se contará con 2 cargadores frontales de capacidad 3,6 m³ cada uno los cuales alimentarán o cargarán en los camiones tolvas de 35,8 m³ y estos a su vez alimentarán los buzones de la planta de concentración magnética.

- **Carguío y transporte**

El carguío se hará directamente con camiones volquetes de al buzón alimentador de la planta de procesamiento magnética.

- **Procesamiento de mineral en planta**

El procesamiento del mineral se realizará en una planta con 1 tambor magnético, con una capacidad nominal de tratamiento y ello permitirá obtener un total de producto, constituidos por concentrado de hierro.

En la planta concentradora el concentrador estará constituido por 3 tambores magnéticos, uno que será primario el segundo secundario y el tercero el terciario.

El material extraído pasará antes del tambor magnético por una parrilla, la cual rechazará el material mayor a 20 mm.

- **Producto generado**

Finos: El material del proceso de beneficio corresponde a un concentrado de hierro con un contenido mínimo de este elemento del 62 %.

- **Reposición de estériles o arenas limpias**

El material sin valor comercial proveniente de las fases de remoción superficial y explotación, será depositado en sectores por definir, los que serán redistribuidos en las zonas que ya fueron explotadas.

Para la cantidad de producción proyectada mensual de mineral de hierro y con el 93 % de rechazo, es estimada la generación de estériles (arenas limpias).

Los estériles (Material sin valor comercial) son el rechazo del proceso de concentración magnética (arenas limpias libres de metales pesados), estos retornarán a las áreas ya explotadas.

- **Traslado del producto generado hacia el puerto**

Durante las 24 horas del día se mandarían camiones de ida hacia el puerto de Ilo y un camión de vuelta desde puerto de Ilo. La distancia que recorrerán los camiones será de 100 km.

El producto a trasladar tiene un aspecto físico semejante a la arena, no presenta características de peligrosidad. Su traslado será con un tapado de malla (encarpado) para evitar pérdida de material en el camino.

- **Características del puerto**

Se encuentra ubicado en el extremo sur del litoral peruano, a 1 300 km de distancia de la ciudad de Lima.

Pertenece al distrito de Ilo, provincia de Ilo y departamento de Moquegua.

Se conecta con la carretera Panamericana, que une la costa peruana de norte a sur, a través de una vía asfaltada de 47 km, Puerto abierto, sin protección artificial (rompeolas).

Instalaciones Portuarias:

1. Terminal Portuario de Ilo (ENAPU S.A.).

3.5.3. Proceso de selección de maquinaria

Para el proceso de selección de maquinaria se tendrá que determinar el volumen, y esto se realizará con ayuda de diferente software y tablas.

3.5.4. Proceso de cálculo de volumen de la cantera:

El cálculo de volumen de la cantera se realizó con ayuda de toma de puntos geodésicos, y con software

especializados para poder dibujar la zona en mención y poder de allí calcular el volumen a remover.

Según el criterio geológico, por ser depósitos derivados de rocas primarias por procesos de intemperismo que resultan de minerales portadores de Hierro , son acumulaciones de fácil explotación, considerando el área del material acumulado, sus dimensiones como su longitud, profundidad y espesor. El volumen se obtiene multiplicando estas medidas, teniendo en consideración que el recurso probado es la cantera Dune Ocho que tiene una dimensión específica, y el recurso probable sería la recepción del hierro desde proveedores, se estima tenga un recurso aproximado de extracción de 14 años, y como en la zona costera es toda de hierro se estipula se pueda acopiar mineral de otras concesiones para su posterior comercialización.

3.5.5. Toma de fotos de análisis semicuántico

El microscopio electrónico se encarga de poder tomar foto a las muestras analizadas y poder darles un valor nominal.

3.5.6. Comparación de resultados de costos

Se comparó los precios de los minerales de los 3 escenarios que se pretenden crear, para poder determinar el precio ideal, el cual nos ayudaría de determinar en qué momento sería oportuno el poder comenzar a extraer la arena y así concentrar el hierro.

3.5.7. Tratamiento de datos

Se evaluaron los beneficios tanto económicos, como también el planeamiento de minado de la cantera Dune Ocho.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Características del análisis de las muestras de la zona

Estos fueron los resultados de las muestras que se analizaron en el “Laboratorio Analítico del Sur”, según muestra la imagen a continuación.

Id	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fe %	7.02	7.56	7.19	6.48	6.30	18.88	11.00	11.37	10.51	5.99

Figura 8. Análisis de las muestras
Fuente: Laboratorio Analítico del Sur, 2016.

4.2. Análisis estadístico de las muestras

En la tabla 12 se puede apreciar los cálculos estadísticos realizados a las leyes que extrajeron de las muestras tomadas en las

diferentes zonas, muestras enviadas a analizar al Laboratorio Analítico del Sur (LAS).

Tabla 12

Datos preliminares

VARIABLE	VALOR
N	10,00
valor mínimo	5,99
valor máximo	16,88
L(A)	10,89
K	4,322
W	2,519

n: número de variables, L(A): longitud de intervalos, K: número de clases, W: ancho de intervalo
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13

Tabla de frecuencias

INTERVALOS	X_i	f_i	h_i	FI	Hi
0,00	2,52	1,260	0	0,00	0
2,52	5,04	3,780	0	0,00	0
5,04	7,56	6,299	5	0,50	5
7,56	10,08	8,819	1	0,10	6
10,08	12,60	11,339	3	0,30	9
12,60	15,12	13,858	0	0,00	9
15,12	17,64	16,378	1	0,10	10

X_i : promedio de intervalo, f_i : número de variables, h_i : f_i /total de numero de variables, Fi : acumulado de h_i
Fuente: Elaboración propia.

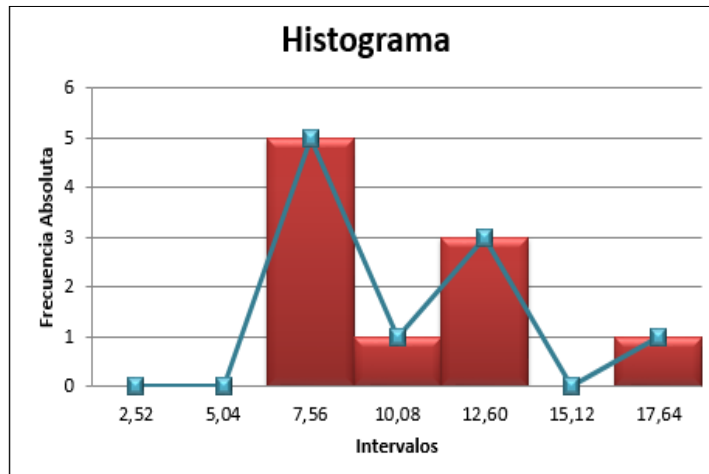


Figura 9. Histograma de la tabla de frecuencia
Fuente: Elaboración propia.

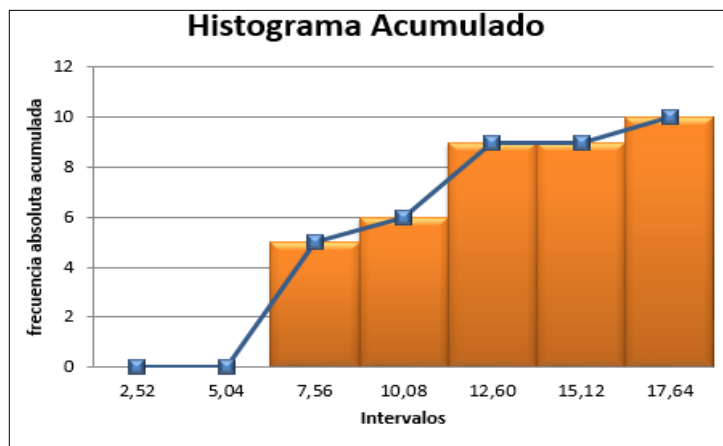


Figura Nº 10: histograma acumulado
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9 se puede apreciar el número de intervalos contra la frecuencia absoluta, donde la frecuencia absoluta es el número de muestras presentes en los intervalos, en la figura 10 se muestra la frecuencia acumulada de las muestras.

La tabla 14 nos representa la media que es el promedio del total de las muestras, la mediana es el número central de un conjunto de número, los cuartiles que nos muestran los tres valores que dividen un conjunto de datos y los percentiles nos indican los datos una vez ordenados de mayor a menor.

Tabla 14
Medidas de centralización

MEDIDA	VALOR
Media	9,03
Mediana	7,38
Cuartil1	6,615
Cuartil2	7,37
Cuartil3	10,87
Percentil1	6,61
Percentil2	7,38
Percentil3	10,87

Fuente: Elaboración propia.

La varianza es una medida de dispersión definida como la esperanza del cuadrado. La desviación estándar es una variable de razón y de intervalo y coeficiente de variación es la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, todos estos son datos estadísticos que nos ayudan a determinar el error probable de los cálculos de la media y la mediana.

Tabla 15
Medidas de dispersión

MEDIDA	VALOR
Varianza	10,595
Desviación estándar	3,255
Coefficiente de variación	0,307

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 16 nos da el coeficiente de asimetría y el coeficiente de kurtosis que nos muestra el error y las distribuciones secuenciales normales.

Tabla 16
Medidas de forma

VARIABLES	RESULTADOS
Coefficiente de asimetría	1,460
Coefficiente de kurtosis	2,058

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Determinación de cálculo de reservas

De la figura 10 se calculó el volumen total por zona, con ayuda de los diferentes softwares utilizados. El cual nos permitió dibujar cada zona y así poder determinar su volumen.

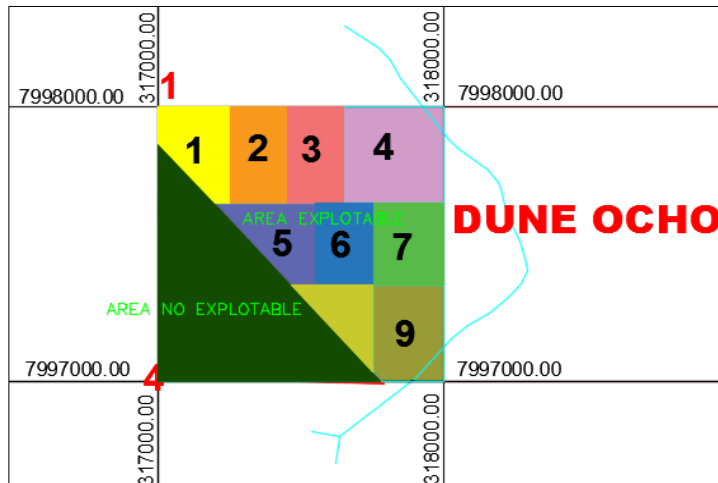


Figura 10. Volumen por zona
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17 se muestran los resultados del análisis del volumen que se realizó con ayuda de los software usados, además se puede apreciar el peso específico del mineral presente y la ley por zona, se debe tener en consideración que de los m³ y de la gravedad específica obtenemos como resultado el tonelaje total a mover de cada zona.

Tabla 17
Volumen calculado por zona

Volumen	M cúbicos (m ³)	Gravedad específica(t/m ³)	Total t	Ley %
Volumen 1	353 826,89	2,87	1 015 483,17	7,02
Volumen 2	843 848,82	2,87	2 421 846,11	7,50
Volumen 3	1 003 238,81	2,87	2 879 295,38	7,19
Volumen 4	3 458 988,19	2,87	9 927 296,11	6,48
Volumen 5	74 163,82	2,87	212 850,16	6,30
Volumen 6	175 391,35	2,87	503 373,17	16,88
Volumen 7	512 769,86	2,87	1 471 649,50	11,00
Volumen 8	55 310,84	2,87	158 742,11	11,37
Volumen 9	232 733,37	2,87	667 944,77	10,51

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de reserva se tomó en consideración la ley promedio, es decir, la ley media que es de 9 %, y que se utilizará para poder homogenizar las leyes, para ordenar las zonas a extraer, se sacó el promedio de las leyes de la zona 9 y de la zona 2 donde nos dio como resultado la ley promedio de 9 %, luego se realizó el mismo método para la zona 1 y la zona 7 y posteriormente el mismo proceso para la zona 8 y 3 dándonos como resultado la ley promedio que es de 9 %, de las zonas que sobraron se promediaron y para poder obtener la ley promedio que es de 9%, estos datos podemos apreciarlos en la tabla que se ve a continuación.

Tabla 18
Ley y volumen por zona

Variables	Zona (ley)	Volumen total (t)
Orden según ley promedio (9%)	9(10,51 %) – 2(7,56 %)	3 089 790,88
	1(7,02 %) – 7(11,00 %)	2 487 132,67
	8(11,37 %) – 3(7,19 %)	3 038 037,49
	4(6,48 %) – 5(6,30 %) – 6(16,88 %)	10 643 519,40

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Determinación del planeamiento de minado

En la tabla 19 veremos el tiempo que demora en cargar y descargar un cargador frontal modelo 962H-CAT con una cuchara de 3,6m³, que se calculó con ayuda de un catálogo de CAT.

Tabla 19
Tiempo cargador frontal

Descripción de elemento	Tiempo
Carga de pala	00:00:35
Giro de cargador	00:00:28
Descarga de pala	00:00:15
Regreso de cargador	00:00:21
Tiempo total	00:01:54

Fuente: Elaboración propia.

Para poder cargar el tonelaje por día necesario, se necesitará un Camión volquete de modelo 773-CAT motor C27 de potencia 535

HP de carga 56,0 t capacidad de carga 35,8 m³ que también se encontró con ayuda de un catálogo de CAT.

Tabla 20
Ciclo de un camión

Descripción de elementos	Minutos
Posición para cargar	00:00:50
Carga de volquete	00:09:54
Acarreo cargado	00:02:40
Descarga de volquete	00:02:00
Acarreo vacío	00:01:50
Espera camión	00:02:00
Tiempo total	00:19:34

Fuente: Elaboración propia.

Tiempo de producción de un ciclo del cargador frontal es 19 minutos con 34 seg.

a) Cálculo de la producción

Para poder calcular el tonelaje de 1 hora de producción, se necesita saber la capacidad del cargador frontal y la capacidad de carga del camión.

Cargador frontal: modelo 962H-CAT con una cuchara de 3,6 m³

Camión: modelo 773-CAT motor C27 de potencia 535 HP de carga 56,0 t capacidad de carga 35,8 m³.

Gravedad específica: 2,87 t / m³ [2]

Producción para poder llenar 1 camión:

3,6 m³ x 5 cucharas x 2,87 t / m³ = 51,6 t [3]

La cantidad de camionadas que se descargan en la parrilla para su proceso posterior son 5, y lo hacen en 1 hora, por lo que:

51,6 t x 5 descarga / hora = 258,3 t / m³ [4]

Para poder obtener el concentrado ideal es necesario el trabajo con 2 cargadores frontales y 4 camiones, con los cuales obtendremos en el siguiente resultado:

Prod., por día: 258,3 t / hora x 8 horas = 2 066,4 t / día [5]

Este resultado es solo con un cargador frontal y un camión, pero con 2 cargadores y 4 camiones el resultado es el doble 4 132,8 t, por lo tanto la producción mensual sería la siguiente:

$$\text{Prod., mensual: } 4\,132,8 \times 27 \text{ día / mes} = 111\,585,6 \text{ t / mes} \quad [6]$$

La producción anual estimada sería la siguiente:

$$\text{Prod., anual: } 111\,585,6 \text{ t / mes} \times 12 \text{ meses} = 1\,339\,027 \text{ t} \quad [7]$$

Tomando en consideración la ley promedio y el volumen total según tabla 21 se ordenaron las zonas y se determinaron según vemos a continuación un orden de extracción.

Tabla 21
Variables de volumen por zona

Variables	Zonas	Volumen total (t)
Orden según ley promedio (9%)	9 - 2	3 089 790,88
	1 - 7	2 487 132,67
	8 - 3	3 038 037,49
	4 - 5 - 6	10 643 519,40

Fuente: Elaboración propia.

Determinación del planeamiento de minado

Corto plazo

$$\text{Prod. mensual: } 4\,132,8 \times 27 \text{ día / mes} = 111\,585,6 \text{ t / mes} \quad [7]$$

Mediano plazo

$$\text{Prod.: } 111\,585,6 \text{ t / mes} \times 12 \text{ meses} = 1\,339\,027 \text{ t / año} \quad [8]$$

Largo plazo

$$\text{Producción: } \frac{19\,258\,480,44}{111\,585,6 \frac{\text{t}}{\text{mes}} \times 12 \text{ meses}} = 14,38 \text{ años} \quad [9]$$

El cálculo de minado a largo plazo nos ayudó a poder determinar los años en que se trabajará la mina que será de 14 años.

En la tabla 22 se verá la cantidad total de volumen a mover en la cantera por años, además también se verá la capacidad de

concentrado a obtener, pero debemos de tener en cuenta que es relativa la cantidad de concentrado que se venderá, es decir, que no se venderá siempre la misma cantidad de concentrado anualmente.

Tabla 22
Volumen a remover

Años	Volumen principal	Residuos de volumen	Volumen principal + residuo	Volumen anual a vender	Volumen restante	Concentrado a vender anualmente
1	3 089 790,88			1 339 027,2	1 750 763,68	120 512,448
2	2 487 132,67	1 750 763,68	4 237 896,35	1 339 027,2	2 898 869,15	120 512,448
3	3 038 037,49	2 898 869,15	5 936 906,64	1 339 027,2	4 597 879,44	120 512,448
4		4 597 879,44		1 339 027,2	3 258 852,24	120 512,448
5	10 643 519,4	3 258 852,24	1 390 2371,7	1 339 027,2	12 563 344,5	120 512,448
6		12 563 344,5		1 339 027,2	11 224 317,3	120 512,448
7		11 224 317,3		1 339 027,2	9 885 290,08	120 512,448
8		9 885 290,08		1 339 027,2	8 546 262,88	120 512,448
9		8 546 262,88		1 339 027,2	7 207 235,68	120 512,448
10		7 207 235,68		1 339 027,2	5 868 208,48	120 512,448
11		5 868 208,48		1 339 027,2	4 529 181,28	120 512,448
12		4 529 181,28		1 339 027,2	3 190 154,08	120 512,448
13		3 190 154,08		1 339 027,2	1 851 126,88	120 512,448
14		1 851 126,88		1 339 027,2	512 099,68	120 512,448
15		512 099,68		512 099,68	0	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 se puede apreciar el volumen de concentrado obtenido de la planta electromagnética, se planea vender cada 3 meses 30 000 t de concentrado, ya que no se puede remover más

cantidad de mineral por normativa de la Dirección Regional Sectorial de Energía y Minas, el concentrado deber tener una pureza de 60 % como mínimo para poder comercializarlo ya que si no es así el mineral será rechazado.

Tabla 23

Producción de concentrado

Años	Concentrado anual a vender	Concentrado extraído en cantera	Residuo de concentrado anual	Concentrado total de cantera	Residuo de concentrado extraído en cantera
1	120 000	120 512,448	512,45	1 687 174,72	1 567 174,72
2	120 000	120 512,448	512,45	1 567 174,72	1 447 174,72
3	120 000	120 512,448	512,45	1 447 174,72	1 327 174,72
4	120 000	120 512,448	512,45	1 327 174,72	1 207 174,72
5	120 000	120 512,448	512,45	1 207 174,72	1 087 174,72
6	120 000	120 512,448	512,45	1 087 174,72	967 174,72
7	120 000	120 512,448	512,45	967 174,72	847 174,72
8	120 000	120 512,448	512,45	847 174,72	727 174,72
9	120 000	120 512,448	512,45	727 174,72	607 174,72
10	120 000	120 512,448	512,45	607 174,72	487 174,72
11	120 000	120 512,448	512,45	487 174,72	367 174,72
12	120 000	120 512,448	512,45	367 174,72	247 174,72
13	120 000	120 512,448	512,45	247 174,72	127 174,72
14	120 000	120 512,448	512,45	127 174,72	7 174,72
15	7 174,72	7 174,72			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24
Residuo concentrado

Descripción	Peso (t)
Residuo de concentrado total	7174,272

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Determinación de análisis económico

- Detalles de inversión

a. Terreno

Se hace un pago por el derecho de vigencia de la concesión, el pago que se realiza es por 200 USD \$ por 100 hectáreas se pagan 200 USD \$, pero como son 200 hectáreas el pago total es el que se muestra en la tabla que se ve a continuación.

Tabla 25
Pago derecho de concesión

Descripción	Costo total USD \$
Concesión pago derecho de vigencia	600

Fuente: Elaboración propia.

b. Obras civiles (campamento)

Para el campamento, se toma en cuenta todos los gastos necesarios para la construcción de oficinas para los obreros, como también los materiales para su trabajo.

Tabla 26
Costo de obras civiles

Descripción	Unidad de medida	Metrado	Costo unitario (USD \$)	Sub total
04 oficinas (c/u 3,5 m ²)	m ²	14,00	571,43	8 000,00
07 habitaciones (c/u 3,5x2,60 m)	m ²	63,70	571,43	36 400,00
escritorios	unidad	2,00	100,00	200,00
laptops	unidad	4,00	914,29	3 657,14
muebles	unidad	4,00	57,14	228,57
01 caseta de seguridad (2,9*3,2m)	unidad	9,28	428,57	3 977,14
02 almacén (20x14m)	m ²	560,00	514,29	288 000,00
pista pavimentada	Global	1,00	2 000,00	2 000,00
camas	unidad	20,00	30,00	600,00
Costo total				343 062,86

Fuente: Elaboración propia.

c. Maquinarias y equipos de planta concentradora

La maquinaria necesaria para poner en marcha la planta concentradora se ve en la tabla que se ve a continuación, además se incluye una camioneta que será de uso exclusivo de la planta concentradora por si se necesita alguna pieza de repuesto de urgencia y es necesario el ir a la ciudad y poder comprar la pieza de recambio.

Tabla 27
Costo planta concentradora

Descripción	Metrado	Costo total USD \$
Maquinaria y equipos Planta concentradora: (3 fajas transportadoras, 3 motores, 1 esqueleto del circuito y electroimán incluyendo rodillos y demás)	1,00	120 000,00
Camioneta PICKUP 4X4 Toyota	1,00	45 000,00
Otro equipamiento diverso	1,00	20 000,00
Costo total		185 000,00

Fuente: Elaboración propia.

d. Muebles y enseres (mobiliaria de oficina)

El costo total del mobiliario necesario se ve en la tabla 28.

Tabla 28
Costo inmobiliario de oficina

Descripción	Metrado	Costo unitario (USD \$)	Costo total (USD \$)
Mobiliario de oficina	1,00	5 714,29	5 714,29
Costo total			5 714,29

Fuente: Elaboración propia.

e. Muebles y enseres (mobiliario de almacén)

Tabla 29
Costo mobiliario de almacén

Descripción	Metrado	Costo unitario (USD \$)	Costo total (USD \$)
Mobiliario de almacén	1,00	4 285,71	4 285,71
Costo total			4 285,71

Fuente: Elaboración propia.

Para la tabla 29 se tomó en consideración un costo aproximado de lo que sería el mobiliario de almacén, donde deberán estar los instrumentos necesarios para poder arreglar

las maquinas que se malogren además de palas, picos y demás instrumentos necesarios para la concesión.

El almacén estará construido de drywall, el techo estará compuesto por eternit y el piso será de cemento, se consideró esta construcción para no escatimar mucho en gastos, además de que fuera una construcción rápida y sencilla, por cuestiones de seguridad el almacén deberá estar implementado con un botiquín de seguridad como también de un extintor en caso de incendios, según normatividad todo almacén debe estar debidamente señalado, además de ordenado por alguna emergencia o cuestiones de seguridad debe tener un orden establecido por el ingeniero encargado.

f. Muebles y enseres (gastos de oficina y diversos)

Tabla 30

Costo de gastos de oficina y diversos

Bien o servicio	Precio unitario (USD \$)	Precio anual (USD \$)
Papel bond 80 gr.	5,00	130,00
Folder manila reforzado. T: a-4	2,00	52,00
Cuaderno anillo simple cuadriculado: a-4 x 200 hojas	3,00	78,00
Cuaderno anillo simple cuadriculado: a-8 x 200 hojas	3,00	78,00
Bolígrafo faber castell trilux 035 fine azul	3,00	78,00
Bolígrafo faber castell trilux 035 fine negro	3,00	78,00
Bolígrafo faber castell trilux 035 fine rojo	3,00	78,00
Dvd	3,00	78,00
Mica p/anillado tipo catedral tamaño oficio	3,00	78,00
Contratapa p/anillado tamaño oficio	2,00	52,00
Espiral para anillado de documentos	15,00	390,00
Archivadores de cartón con palanca	4,00	104,00
Libro de actas 200 hojas	4,00	104,00
Plumón resaltador artesco job a48 color amarillo	2,00	52,00
Posit	8,00	208,00
Costo total		1 638,00

Fuente: Elaboración propia.

g. Costo total de gastos de oficina y otros

Tabla 31
Gastos imprevistos

Descripción	Metrado	Costo unitario (USD \$)	Costo total (USD \$)
Activos fijos:			540 300,86
Terreno (m ²)			600,00
Concesión		600	
Obras Civiles:			343 062,86
Maquinaria y equipos			185 000,00
Muebles y enseres			11 638,00
Mobiliario de oficina	1,00	5 714,29	
Mobiliario de almacén	1,00	4 285,71	
Útiles de oficina y diversos	1,00	1 638,00	
Activos intangibles:			99 285,71
Gastos de organización y administración			1 428,57
Gastos de permisos y licencias por uso de Terreno			2 857,14
Estudios (exploración, preparación)			95 000,00
Capital de trabajo			5 714,29
Inversión total (USD \$)			645 300,86

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 31 se aprecian todos los gastos que se realizarán para el caso de la planta concentradora, como también los gastos de oficina, gastos de almacén, gastos de estudio (exploración, preparación) y gastos impuestos por el estado por derecho de vigencia de la concesión.

h. Gastos por servicios prestados a terceros

Tabla 32
Gastos por servicios

Bien o servicio	Precio unitario USD \$	Precio anual USD \$
Servicio de Telefonía Móvil		
Telefonía móvil	35,00	910,00
Servicio de Telefonía Fija		
Servicio de telefonía fija	75,00	1 950,00
Servicio de internet		
Servicio de internet	75,00	1 950,00
Alimentos y bebidas para el consumo humano		
Empanadas o salteñas	2,00	52,00
Gaseosa	2,00	52,00
Agua mineral	27,27	709,09
Alimentos para personas		
Mate	12,00	312,00
Café	25,00	650,00
Azúcar	3,50	91,00
Milo	28,00	728,00
Caramelos	12,00	312,00
Combustibles y Lubricantes		
Gasolina 90 octanos y 95 octanos	12,00	312,00
Lubricante, Grasa y Afines		
Aceite lubricante Delvac 5w/40	50,00	1 300,00
Filtro de petróleo	50,00	1 300,00
Filtro de Aceite	50,00	1 300,00
Repuestos y Accesorios		
Tóner para impresora KYOCERA 6525, Tóner TK 137	220,00	2 200,00
Vehículos		
Repuestos	426,00	11 076,00
Alquiler camioneta	30,00	780,00
Costo total		28 584,09

Fuente: Elaboración propia.

- **Egresos**

a. Costos directos

En la tabla 33 se aprecia el costo de alquiler de un cargador frontal por 1 hora, teniendo en consideración que se usarán 2 cargadores frontales.

Tabla 33
Costos cargador frontal

Unidad	USD \$ / hora (1 cargador frontal)
Alquiler horario	55
Combustible	20

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 34 se puede apreciar el costo de alquiler de un Camión volquete, pero en la cantera se usará 4 camiones volquetes.

Tabla 34
Costos del camión volquete

Unidad	USD \$ / hora (1 camión volquete)
Alquiler horario	31
combustible	24

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 35 se pueden ver los gastos que se realizarán al comprar los insumos que serán necesarios en la cantera.

Tabla 35
Costos de Insumos

Unidad	Costo total anual USD \$
Varios	20 000

Fuente: Elaboración propia.

La mano de obra necesaria se ve en la tabla 36, que son las personas necesarias para el trabajo a realizar en la cantera.

Tabla 36
Costos mano de obra

Personal	Mensual en USD \$ (unidad)	Total anual en USD \$ (unidad)	Mensual personal total USD \$	Total anual en USD \$
15	560	6 720	8 400	100 800

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 37 se puede apreciar el costo total del alquiler del cargador frontal, el alquiler del camión volquete, insumos, mano de obra necesaria para poder concentrar el mineral y poder comercializarlo.

Tabla 37

Cuadro resumen de costo directo

Año	Insumos USD \$	Mano de obra USD \$	Cargador frontal USD \$	Camión volquete USD \$	Total USD \$
1	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
2	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
3	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
4	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
5	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
6	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
7	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
8	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
9	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
10	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
11	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
12	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
13	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840
14	20 000	100 800	388 800	570 240	1 079 840

Fuente: Elaboración propia.

b. Costos indirectos

En la tabla 38 se puede apreciar el costo de mano de obra de los 2 ingenieros (1 encargado del área de planeamiento y otro encargado del área de campo), además de los dos administradores (1 encargado del libro contable para presentar a la Sunat y el otro encargado de administrador en toda la cantera) y por último el contador (encargado de la venta del concentrado).

Tabla 38

Costo de mano de obra indirecta

Unidad	Persona	Sueldo unitario USD \$	Sueldo anual USD \$
Ingeniero	2	1 515	36 360
Administrador	2	1 212	29 088
Contador	1	1 212	14 544
Total		3 939	79 992

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 39 se puede ver el costo anual del seguro que se necesitará para las personas que laboran en la empresa.

Tabla 39

Costo anual de seguro

Unidad	USD \$ anual
Inversión tangible	300 000
Tasa anual	0,9 %
Costo anual	2 700

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 40 se aprecia el gasto de luz aproximado expresado en USD \$ y el gasto de agua aproximado en USD \$ que se usará mensualmente y anualmente en la cantera, teniendo en cuenta que el gasto de agua será mínimo.

Tabla 40
Costo agua y luz

Unidad	USD \$ mensual	USD \$ anual
Agua	2 500	30 000
Luz	10 000	120 000

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 41 se ve el gasto total de los egresos indirectos como es el caso de la mano de obra, del seguro, del agua y de la luz.

Tabla 41
Cuadro Resumen costo indirecto

Anual	Mano de obra	Seguro	Luz y agua	Total
1	79 992	2 700	150 000	232 692
2	79 992	2 700	150 000	232 692
3	79 992	2 700	150 000	232 692
4	79 992	2 700	150 000	232 692
5	79 992	2 700	150 000	232 692
6	79 992	2 700	150 000	232 692
7	79 992	2 700	150 000	232 692
8	79 992	2 700	150 000	232 692
9	79 992	2 700	150 000	232 692
10	79 992	2 700	150 000	232 692
11	79 992	2 700	150 000	232 692
12	79 992	2 700	150 000	232 692
13	79 992	2 700	150 000	232 692
14	79 992	2 700	150 000	232 692

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 42 se ve el costo total de los costos indirectos y de los costos directos anuales.

Tabla 42
Costo de producción anual

Año	Costos directos anuales USD \$	Costos indirectos anuales USD \$	Costo de producción anual USD \$
1	1 079 840	232 692	1 312 532
2	1 079 840	232 692	1 312 532
3	1 079 840	232 692	1 312 532
4	1 079 840	232 692	1 312 532
5	1 079 840	232 692	1 312 532
6	1 079 840	232 692	1 312 532
7	1 079 840	232 692	1 312 532
8	1 079 840	232 692	1 312 532
9	1 079 840	232 692	1 312 532
10	1 079 840	232 692	1 312 532
11	1 079 840	232 692	1 312 532
12	1 079 840	232 692	1 312 532
13	1 079 840	232 692	1 312 532
14	1 079 840	232 692	1 312 532

Fuente: Elaboración propia.

- Flete cantera - Ilo

El flete que será usado para transportar el concentrado de la cantera para Ilo, se estipula que se realizará con 8 camiones volquetes, los cuales irán y regresarán de manera inmediata.

Tabla 43

Costo flete camión volquete

Unidad	USD \$ / hora(cada camión)
Alquiler horario	31
combustible	24

Fuente: Elaboración propia.

- **Carga al barco**

En la tabla 44 se puede apreciar el costo que se realizará en cargar el concentrado bruto en el barco, teniendo en cuenta que se transportará el concentrado de hierro en container, esta manera de transporte del concentrado nos ayudará a que este no se llene de impurezas y que así sea más confiable su venta.

Tabla 44

Costo carga al barco

Unidad	USD \$ / cada 3 meses
Alquiler barco	150 000

Fuente: Elaboración propia.

- **Flete Ilo-china barco**

El barco se encargará de transportar el concentrado bruto desde el puerto marítimo de Ilo a su destino final que será al país de China.

Tabla 45
Costo flete barco

Unidad	USD \$ / cada 3 meses
Alquiler barco	900 000

Fuente: Elaboración propia.

- **Imprevistos**

Siempre se debe tomar en cuenta gastos imprevistos por algún accidente o algún gasto necesario para beneficio de la empresa.

Tabla 46
Costo imprevisto

Unidad	USD \$ anual
imprevistos	180 000

Fuente: Elaboración propia.

Entonces en la tabla 47 se puede apreciar el gasto total.

Tabla 47
Tabla resumen total egresos

Años	Costo de producción anual USD \$	Flete cantera-Ilo US\$	Carga al barco US\$	Flete Ilo-China barco USD \$	Imprevistos US\$	Total USD \$
1	1 312 532	1 140 480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
2	1 312 532	1 140480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
3	1 312 532	1 140 480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
4	1 312 532	1 140480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
5	1 312 532	1 140 480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
6	1 312 532	1 140480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
7	1 312 532	1 140 480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
8	1 312 532	1 140480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
9	1 312 532	1 140 480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
10	1 312 532	1 140480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
11	1 312 532	1 140 480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
12	1 312 532	1 140480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
13	1 312 532	1 140 480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012
14	1 312 532	1 140480	600 000	3 600 000	180 000	6 833 012

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1. Análisis de VAN Y TIR

Lo primero que se hizo fue un análisis a la producción a vender, la cual será la misma para los 3 escenarios, como es el caso para los escenarios siguientes que son: pesimista,

probable y optimista, pero debemos tomar en consideración el costo total en ventas.

- **Gastos de ventas**

Para esto se debe tomar en cuenta el costo promedio por hora.

Tabla 48
Tabla de costo promedio por t

Máxima producción	Costo promedio / t
120 000,00	46,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49
Tabla de escenario pesimista

Años	Total costos de ventas USD \$	Producción (t)	Total costos de ventas USD \$
1	5 520 480,00	85 000,00	3 910 340,00
2 - 14	5 520 480,00	100 000,00	4 600 400,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50

Tabla de escenario probable

Años	Total costos de ventas USD \$	Producción (t)	Total costos de ventas USD \$
1	5 520 480,00	85 000,00	3 910 340,00
2 - 14	5 520 480,00	100 000,00	4 600 400,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51

Tabla de escenario optimista

Años	Total costos de ventas USD \$	Producción (t)	Total costos de ventas USD \$
1	5 520 480,00	85 000,00	3 910 340,00
2 - 5	5 520 480,00	100 000,00	4 600 400,00
6 - 14	5 520 480,00	120 000,00	5 520 480,00

Fuente: Elaboración propia.

- Programa de producción de concentrado

Programa máxima vs variación de precios según mercado referencial.

Tabla 52

Tabla de producción de concentrado

Descripción	Resultados
Nivel de tecnología	alto
Producción máxima (t)	120 000,00
Capacidad de planta utilizada	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Precio de hierro importado por china con el concentrado al 62 % de Fe.

Tabla 53

Tabla de precios

Fecha	Precio en USD \$ (USD \$)	Precio Euros
Abril 2017	70,4	65,65
Marzo 2017	87,2	81,61
Febrero 2017	88,8	83,44
Enero 2017	80,82	76,14
Diciembre 2016	79,75	75,64
Noviembre 2016	72,25	66,91
Octubre 2016	58,02	52,62
Setiembre 2016	56,67	50,55
Agosto 2016	60,47	53,94
Julio 2016	56,57	51,11
Jun. 2016	51,36	45,74
Mayo 2016	54,85	48,49

Fuente: Revista Expansión, 2017.

Teniendo en consideración:

Tabla 54

Tabla de precios promedios

Precio en USD \$ (USD \$)	Escenario	Consideración
55,625	Pesimista	Cierre del precio 2016
60,000	Probable	Cierre del precio 2017
68,715	Optimista	Cierre del precio 2017

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la siguiente figura podemos ver que el precio del hierro no es estable, que al pasar los años el hierro no se ha mantenido estable.

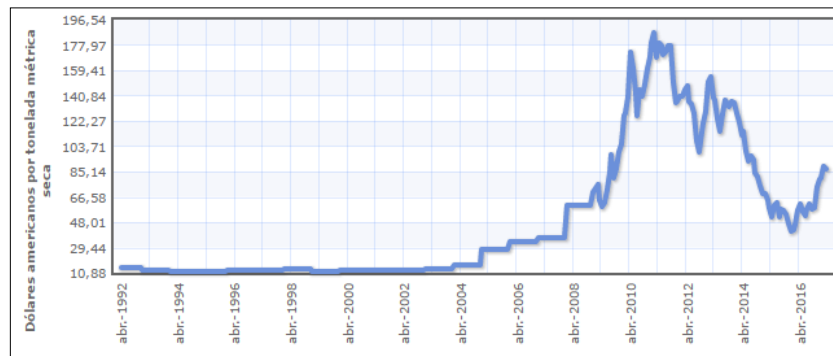


Figura 12. Fluctuación de precio del Hierro

Fuente: Revista Mercurio, 2016.

De donde según precio máximo y precio mínimo tomado en consideración se realizó la siguiente tabla:

Tabla 55
Tabla de precios a considerar

Parámetro	Precio en USD \$	Representación porcentaje
Mínimo	50	100 %
Máximo	150	200 %

Fuente: Elaboración propia.

- **Programa de ventas y producción**

Tabla 56
Programa de preparación y ventas escenario pesimista

Años	Producción concentrado (t)	Precio	USD \$/t	Costo de explotación
1	85 000,00	55,00	4 675 000,00	896 230,79
2	100 000,00	55,00	5 500 000,00	1 054 389,17
⋮				
5	100 000,00	55,00	5 500 000,00	1 054 389,17
6	100 000,00	60,00	6 000 000,00	1 054 389,17
⋮				
15	100 000,00	60,00	6 000 000,00	1 054 389,17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57

Programa de preparación y ventas escenario probable.

Años	Producción concentrado (t)	Precio	USD \$/t	Costo de explotación
1	85 000,00	60,00	5 100 000,00	896 230,79
2	100 000,00	60,00	6 000 000,00	1 054 389,17
⋮				
5	100 000,00	60,00	6 000 000,00	1 054 389,17
6	100 000,00	65,00	6 500 000,00	1 054 389,17
⋮				
15	100 000,00	65,00	6 500 000,00	1 054 389,17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58

Programa de preparación y ventas escenario optimista

Años	Producción concentrado (t)	Precio	USD \$/t	Costo de explotación
1	85 000,00	60,00	5 100 000,00	896 230,79
2	100 000,00	65,00	6 500 000,00	1 054 389,17
⋮				
5	100 000,00	65,00	6 500 000,00	1 054 389,17
6	120 000,00	70,00	8 400 000,00	1 265 267,00
⋮				
10	120 000,00	70,00	8 400 000,00	1 265 267,00
11	120 000,00	75,00	9 000 000,00	1 265 267,00
⋮				
15	120 000,00	75,00	9 000 000,00	1 265 267,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59

Flujo económico de caja proyectada del escenario pesimista

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A BENEFICIOS																
1 Utilidad de operación	-79 992,00	-240 146,88	-263 365,26	-263 365,26	-263 365,26	-263 365,26	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74
Ingresos brutos		4 675	5 500 000,00	5 500 000,00	5 500 000,00	5 500 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Venta de producción		000,00	5 500 000,00	5 500 000,00	5 500 000,00	5 500 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	000,00	000,00	000,00	000,00	000,00	000,00	000,00
Egresos	79 992,00	4 915	146,88	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763	5 763	5 763	5 763	5 763	5 763	5 763
Costos de explotación		896 230,79	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	389,17	389,17	389,17	389,17	389,17	389,17	389,17
Costo directo		764 887	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867
Costo indirecto		131 344	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523
Gastos de administración y ventas																
Gastos de ventas		3 910 340	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400
Gastos de administración	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992
Gastos de servicios varios		28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584
2 Depreciación y amortización (*)																
3 Valor Residual																
B COSTOS DE INVERSION																
1 ACTIVO FIJO	-645 301	-540														
2 ACTIVOS INTANGIBLES		300,86														
3 - CAPITAL DE TRABAJO	-99 285,71															
FLUJO NETO ECONOMICO ANTES DE IMPUESTO	-5 714,29	-240 146,88	-263 365,26	-263 365,26	-263 365,26	-263 365,26	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74
IMPUESTO A LA RENTA (30%)	-725	-72 044,06	-79 009,58	-79 009,58	-79 009,58	-79 009,58	70 990,42	70 990,42	70 990,42	70 990,42	70 990,42	70 990,42	70 990,42	70 990,42	70 990,42	70 990,42
FLUJO NETO ECONOMICO	292,86	-168 102,82	-184 355,68	-184 355,68	-184 355,68	-184 355,68	165 644,32	165 644,32	165 644,32	165 644,32	165 644,32	165 644,32	165 644,32	165 644,32	165 644,32	165 644,32
FLUJO NETO ECON ACUMULADO	-725	-893 395,67	-1 077	-1 262	-1 446	-1 630	-1 465	-1 299	-1 133	-968 241,12	-802 596,80	-636 952,48	-471 308,16	-305 663,84	-140 019,52	25 624,80
	292,86		751,36	107,04	462,72	818,40	174,08	529,76	885,44							

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60

Flujo económico de caja proyectada del escenario probable

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A BENEFICIOS																
1 Utilidad de Operación	-79 992,00	184 853,12	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74
Ingresos Brutos		5 100 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00
Venta de producción		5 100 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 000 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00
Egresos	79 992,00	4 915 146,88	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26
Costos de explotación		896 230,79	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17
Costo directo		764 887	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867	899 867
Costo indirecto		131 344	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523	154 523
Gastos de administración y ventas																
Gastos de ventas		3 910 340	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400
Gastos de administración	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992
Gastos de servicios varios		28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584
2 Depreciación y amortización (*)																
3 Valor Residual																
B COSTOS DE INVERSION																
1 ACTIVO FIJO	-645 301															
2 ACTIVOS INTANGIBLES	-540															
3 - CAPITAL DE TRABAJO	300,86															
FLUJO NETO ECONOMICO ANTES DE IMPUESTO	-99 285,71															
IMPUESTO A LA RENTA (30%)	-5 714,29															
FLUJO NETO ECONOMICO	-725	184 853,12	236 634,74	236 634,74	236 634,74	236 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74
FLUJO NETO ECONOMICO ACUMULADO	292,86	55 455,94	70 990,42	70 990,42	70 990,42	70 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42
	-725	129 397,18	165 644,32	165 644,32	165 644,32	165 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32
	292,86	-595 895,67	-430 251,36	-264 607,04	-98 962,72	66 681,60	582 325,92	1 097 970,24	1 613 614,56	2 129 258,88	2 644 903,20	3 160 547,52	3 676 191,84	4 191 836,16	4 707 480,48	5 223 124,80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61

Flujo económico de caja proyectada del escenario optimista

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A BENEFICIOS																
1 Utilidad de Operación	-79 992,00	184 853,12	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	1 505 676,91	1 505 676,91	1 505 676,91	1 505 676,91	1 505 676,91	2 105 676,91	2 105 676,91	2 105 676,91	2 105 676,91	2 105 676,91
Ingresos Brutos		5 100 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	8 400 000,00	8 400 000,00	8 400 000,00	8 400 000,00	8 400 000,00	9 000 000,00	9 000 000,00	9 000 000,00	9 000 000,00	9 000 000,00
Venta de producción		5 100 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	6 500 000,00	8 400 000,00	8 400 000,00	8 400 000,00	8 400 000,00	8 400 000,00	9 000 000,00	9 000 000,00	9 000 000,00	9 000 000,00	9 000 000,00
Egresos	79 992,00	4 915 146,88	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	5 763 365,26	6 894 323,09	6 894 323,09	6 894 323,09	6 894 323,09	6 894 323,09	6 894 323,09	6 894 323,09	6 894 323,09	6 894 323,09	6 894 323,09
Costos de explotación		896 230,79	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 054 389,17	1 265 267,00	1 265 267,00	1 265 267,00	1 265 267,00	1 265 267,00	1 265 267,00	1 265 267,00	1 265 267,00	1 265 267,00	1 265 267,00
Costo directo		764 887	899 867	899 867	899 867	899 867	1 079 840	1 079 840	1 079 840	1 079 840	1 079 840	1 079 840	1 079 840	1 079 840	1 079 840	1 079 840
Costo indirecto		131 344	154 523	154 523	154 523	154 523	185 427	185 427	185 427	185 427	185 427	185 427	185 427	185 427	185 427	185 427
Gastos de administración y ventas																
Gastos de ventas		3 910 340	4 600 400	4 600 400	4 600 400	4 600 400	5 520 480	5 520 480	5 520 480	5 520 480	5 520 480	5 520 480	5 520 480	5 520 480	5 520 480	5 520 480
Gastos de administración	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992	79 992
Gastos de servicios varios		28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584	28 584
2 Depreciación y amortización (*)																
3 Valor Residual																
B COSTOS DE INVERSION	-645 301															
1 ACTIVO FIJO	-540 300,86															
2 ACTIVOS INTANGIBLES	-99 285,71															
3 - CAPITAL DE TRABAJO	-5 714,29															
FLUJO NETO ECONOMICO ANTES DE IMPUESTO	-725 292,86	184 853,12	736 634,74	736 634,74	736 634,74	736 634,74	1 505 676,91	1 505 676,91	1 505 676,91	1 505 676,91	1 505 676,91	2 105 676,91	2 105 676,91	2 105 676,91	2 105 676,91	2 105 676,91
IMPUESTO A LA RENTA (30%)		55 455,94	220 990,42	220 990,42	220 990,42	220 990,42	451 703,07	451 703,07	451 703,07	451 703,07	451 703,07	631 703,07	631 703,07	631 703,07	631 703,07	631 703,07
FLUJO NETO ECONOMICO	-725 292,86	129 397,18	515 644,32	515 644,32	515 644,32	515 644,32	1 053 973,84	1 053 973,84	1 053 973,84	1 053 973,84	1 053 973,84	1 473 973,84	1 473 973,84	1 473 973,84	1 473 973,84	1 473 973,84
FLUJO NETO ECONOMICO ACUMULADO	-725 292,86	-595 895,67	-80 251,36	435 392,96	951 037,28	1 466 681,60	2 520 655,44	3 574 629,28	4 628 603,11	5 682 576,95	6 736 550,79	8 210 524,62	9 684 498,46	11 158 472,29	12 632 446,13	14 106 419,97

Fuente: Elaboración propia.

El indicador económico del escenario pesimista, es el que se muestra a continuación la siguiente tabla 62.

Tabla 62

Variables del flujo económico del escenario pesimista

Variable	Resultados
VAN	-777 389,03
COK	10,00%
TIR	0,18%
B/C	0,997

Fuente: Elaboración propia.

El indicador económico del escenario probable, es el que se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 63

Variables del flujo económico del escenario probable

Variable	Resultados
VAN	1 713 570,37
COK	10%
TIR	32,16%
B/C	1,08

Fuente: Elaboración propia.

El indicador económico del escenario optimista, es el que se muestra a continuación en la tabla 64.

Tabla 64

Variables del flujo económico del escenario optimista

Variables	Resultados
VAN	5 160 467,36
COK	10%
TIR	58,92%
B/C	1,18

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2. Resultados de análisis de sensibilidad del caso probable

Tabla 65

Análisis de sensibilidad del precio y la producción

Variación aplicada a cada escenario independientemente (%)	Escenario 01: Variación de precios mercado			Escenario 02: Variación en la producción		
	VAN	TIR	B/C	VAN	TIR	B/C
-99 %	-29 387 694,43	-	0,01	-3 517 240,55	-	0,10
-50 %	-13 894 421,03	-	0,54	-828 535,24	2,37 %	0,99
-20 %	-4 408 743,45	-	0,87	817 610,87	18,75 %	1,06
-10 %	-1 246 850,92	-10,15 %	0,98	1 366 326,24	26,13 %	1,08
0 %	1 915 041,61	35,74 %	1,09	1 915 041,61	35,74 %	1,09
10 %	5 076 934,14	83,94 %	1,20	2 463 756,98	49,06 %	1,10
20 %	8 238 826,67	135,85 %	1,31	3 012 472,35	68,14 %	1,11
50 %	17 724 504,25	292,72 %	1,63	4 658 618,46	162,84 %	1,13
100 %	33 533 966,90	552,22 %	2,18	7 402 195,31	364,00 %	1,15
150 %	49 343 429,54	810,76 %	2,72	10 145 772,16	573,21 %	1,16

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de análisis de sensibilidad del caso probable, pero teniendo en consideración el precio y la producción juntos.

Tabla 66

Análisis de sensibilidad del precio y hierro combinados

Variación costos de precios de mercado internacional (%)	Variación producción (%)	Escenario 03: Variación en precios y producción		
		VAN	TIR	B/C
-99 %	-99 %	-3 830 267,91	-	0,00
-50 %	-50 %	-8 733 266,56	-	0,50
-20 %	-20 %	-4 241 417,18	-	0,85
-10 %	-10 %	-1 479 377,04	-12,75 %	0,97
0 %	0 %	1 915 041,61	35,74 %	1,09
10 %	10 %	5 941 838,76	111,39 %	1,21
20 %	20 %	10 601 014,42	214,73 %	1,33
50 %	50 %	28 372 812,42	603,78 %	1,69
100 %	100 %	70 640 045,88	1464,86 %	2,29
150 %	150 %	128 716,00 741,99	2583,45 %	2,90

Fuente: Elaboración propia.

En las figura 12 para el análisis de sensibilidad del VAN se puede interpretar que a mayor precio mayor es la producción, en la figura 13 para el análisis de sensibilidad del TIR se puede decir que cuando el precio es bajo no hay producción, pero cuando hay buen precio la producción aumenta de manera considerable, pero el COK es contante.

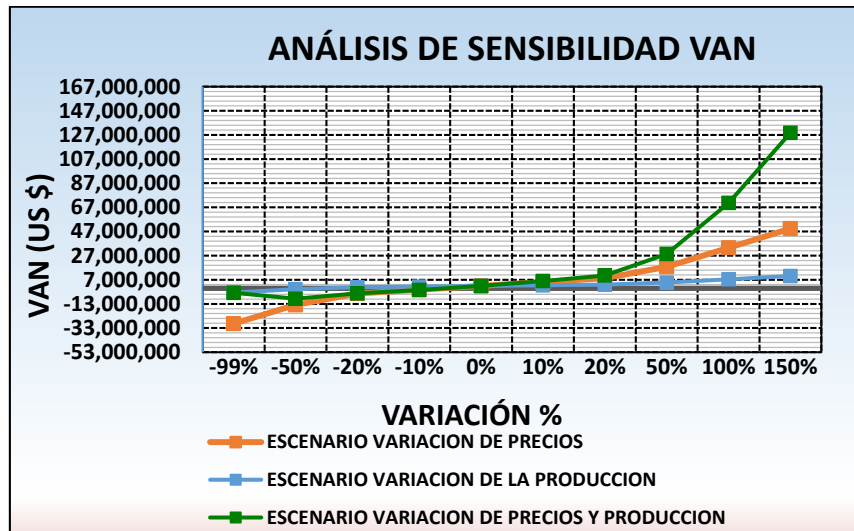


Figura 13. Resultados económicos de escenarios propuestos VAN
Fuente: Elaboración propia.

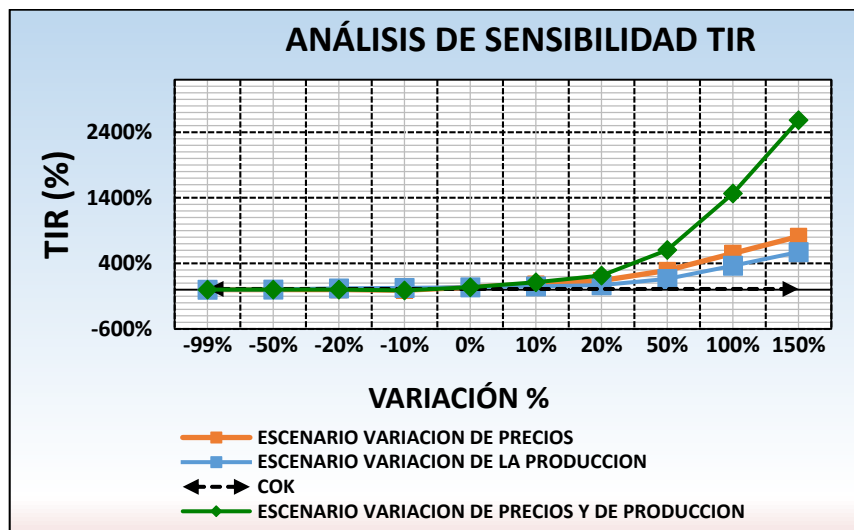


Figura 14. Resultados económicos de escenarios propuestos TIR
Fuente: Elaboración propia.

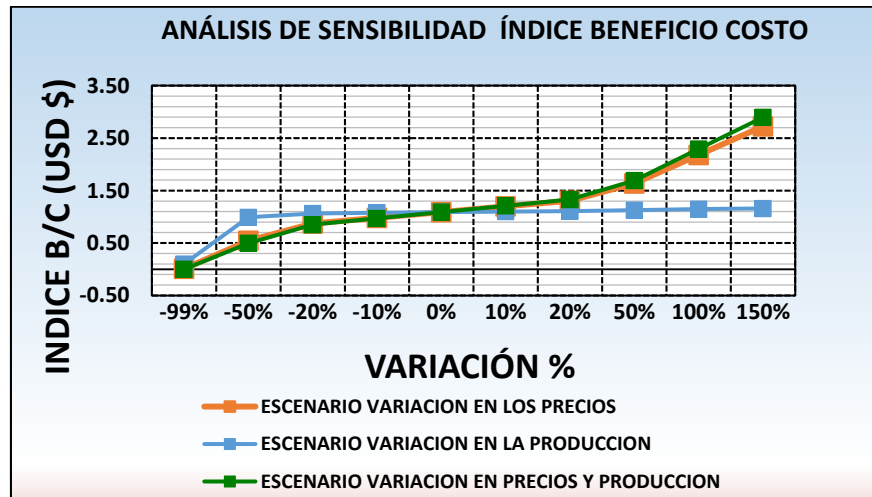


Figura 15. Resultados económicos de escenarios propuestos
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14 podemos ver que el precio va de la mano con la producción, pero que la producción puede ser constante, pero el precio siempre varía, y si hay un buen precio, habrán buenas ganancias.

4.6. Determinación de electroimán

- Se realizaron 3 Pruebas en el laboratorio para el análisis granulométrico

Se realizaron 3 pruebas con 500 g de arena magnética de la zona 5 en el separador magnético del laboratorio de metalurgia, en

el laboratorio de la UNJBG se dieron los siguientes resultados que se mostrarán a continuación: en la tabla 67, en la tabla 68 y en la tabla 69, cada tabla tiene un diferente grado de amperaje.

Tabla 67
Corriente de 0,5 Amperios

PRODUCTO	RECUPERACION	
	PESO (g)	%
Concentrado	173	34,6 %
Medio	136	27,2%
ganga	191	38,2%
Alimentación	500	100%

Fuente: Tesis Paredes (2014).

Tabla 68
Corriente de 1 Amperio

PRODUCTO	RECUPERACION	
	PESO (g)	%
Concentrado	230	46 %
Medio	55	11 %
ganga	215	43 %
Alimentación	500	100 %

Fuente: Tesis Paredes (2014).

Tabla 69
Corriente de 1,5 Amperios

PRODUCTO	RECUPERACIÓN	
	PESO (g)	%
Concentrado	213	43 %
Medio ganga	121	24 %
	166	33 %
Alimentación	500	100 %

Fuente: Tesis Paredes (2014).

- **Características del electroimán a usar en cantera**

Se determinó en gabinete que el tambor electromagnético debe de trabajar con 3 tipos de rodillos según tabla 70.

Tabla 70
Tambor electromagnético

Unidad	Tambor 1	Tambor 2	Tambor 3
%	6	25	61-63
Gauss(intensidad de campo magnético)	5000	3500	2500
Rodillo	Primario	Secundario	Terciario

Fuente: Elaboración propia.

El tambor trabajará con un motor de 5,5 HP, con un voltaje de 380 voltios y con un amperaje de 28 amperios.

Las características que tendrá el tambor electromagnético serán las que se muestran a continuación en la tabla 71.

Tabla 71

El tambor magnético características

Modelo	Diámetro de cilindro	Longitud de cilindro (m)	Capacidad de proceso (t/hora)	Tamaño de alimentación (mm)
CTGG-1218	1 200	1,8	350	300

Fuente: Elaboración propia.

Según el flujo grama de la planta concentradora se trabajará con 3 fajas transportadoras y cada faja tendrá su motor los 3 motores tendrán la misma potencia de 1750 kw y según la potencia del motor se estima que dará 30 vueltas por minuto con una velocidad aproximada de 58,31 rev/minuto. La primera faja que servirá de alimentación tiene un ancho de 80 cm, la segunda faja servirá de eliminación de ganga con un ancho de 80cm, y la tercera faja de eliminación de concentrado tendrá un ancho de 80 cm.

4.7. Resultados de análisis químico semicuántico

4.7.1. Mineral de cabeza

En la figura 16 se puede apreciar el mineral de cabeza que ha sido analizado a través del microscopio electrónico.

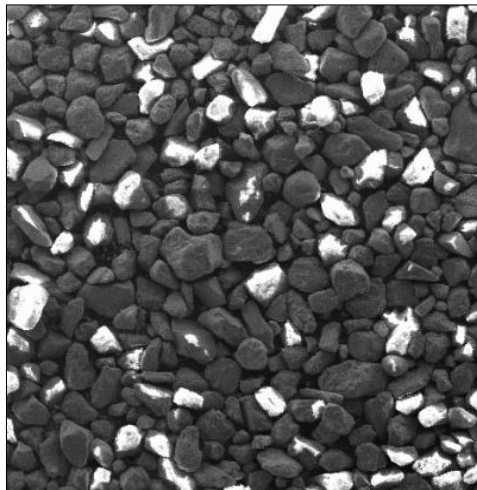


Figura 16. Muestra de cabeza
Fuente: Laboratorio de metalurgia, 2016.

En la figura 17 se puede ver los resultados del microscopio electrónico a través de las radiaciones de luz que emite la muestra, y en la figura 18 se ven los resultados interpretados por la computadora del microscopio electrónico.

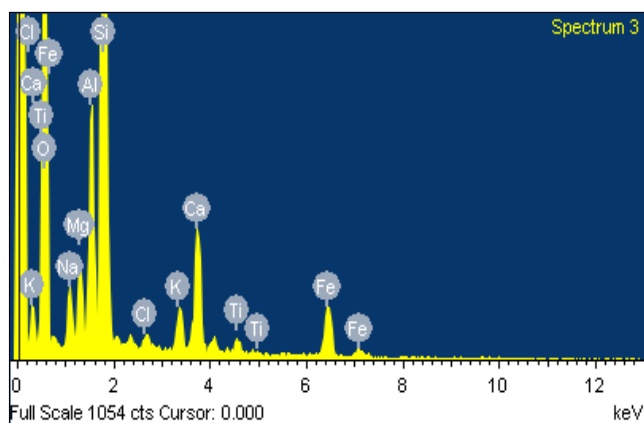


Figura 17: Análisis semicuántico
Fuente: laboratorio de metalurgia, 2016.

Element	Weight%	Atomic%	Compd%	Formula
Na K	2.69	2.54	3.63	Na ₂ O
Mg K	2.53	2.25	4.19	MgO
Al K	6.20	4.98	11.72	Al ₂ O ₃
Si K	28.06	21.67	60.03	SiO ₂
Cl K	0.55	0.33	0.00	
K K	1.78	0.99	2.14	K ₂ O
Ca K	5.77	3.12	8.08	CaO
Ti K	0.93	0.42	1.55	TiO ₂
Fe K	6.31	2.45	8.12	FeO
O	45.18	61.24		
Totals	100.00			

Figura 18. Análisis semicuántico numérico
Fuente: Laboratorio de metalurgia, 2016.

4.7.2. Concentrado

En la figura 19 se puede apreciar el análisis que se realizó en el laboratorio a la muestra de concentrado al 53 % de pureza.

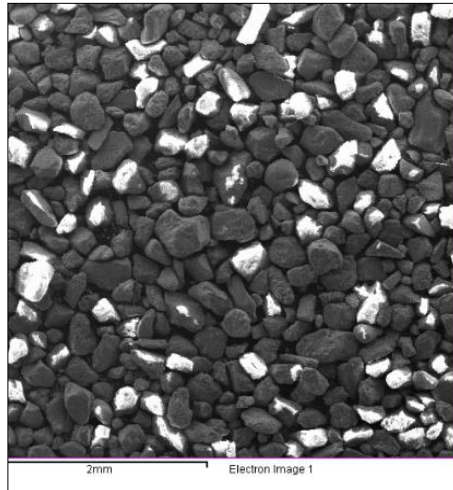


Figura 19. Muestra de concentrado
Fuente: Laboratorio de metalurgia, 2016.

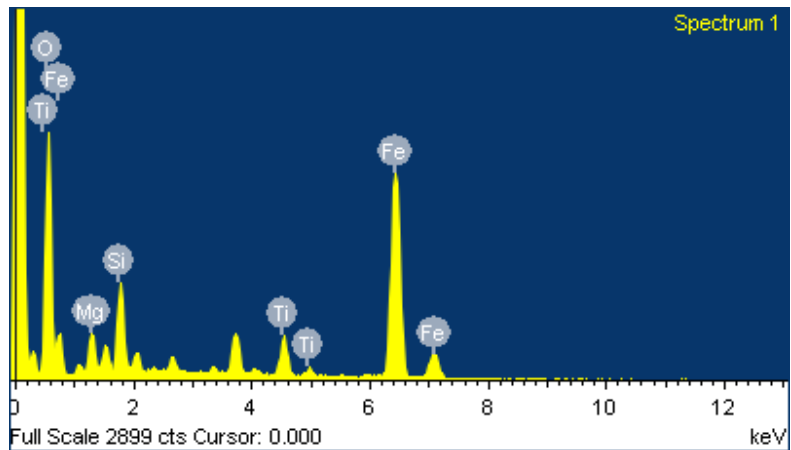


Figura 20. Resultado análisis semicuántico
Fuente: Laboratorio de metalurgia, 2016.

En la figura 20 se ve el resultado del análisis del microscopio electrónico a través de un gráfico de emisión de luz.

En la tabla 72 se aprecia los resultados numéricos del microscopio electrónico a través de las emisiones de luz que emitió el microscopio.

Tabla 72
Resultado de la emisión de luz

Elemento	Peso %	Atómico %
Mg K	4,42	5,39
Si K	7,34	7,75
Ti K	5,08	3,15
Fe K	53,24	28,27
O	29,92	55,45
Total	100,00	

Fuente: Laboratorio de metalurgia, 2016.

En la figura 21 se aprecia el resultado del análisis del microscopio electrónico de la muestra, pero se pudo ver el resultado del oxígeno y en la figura 22 se aprecia el resultado de la muestra del hierro.

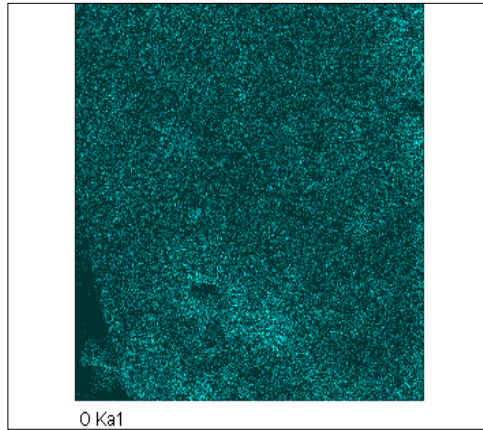


Figura 21. Resultado de muestra de oxígeno presente en muestra
Fuente: Laboratorio de metalurgia, 2016.

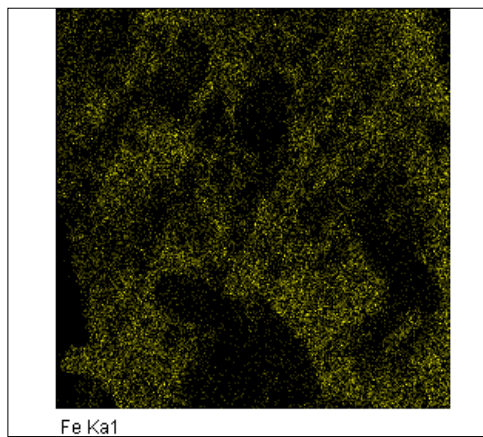


Figura 22. Resultado de muestra de hierro presente en muestra
Fuente: Laboratorio de metalurgia, 2016.

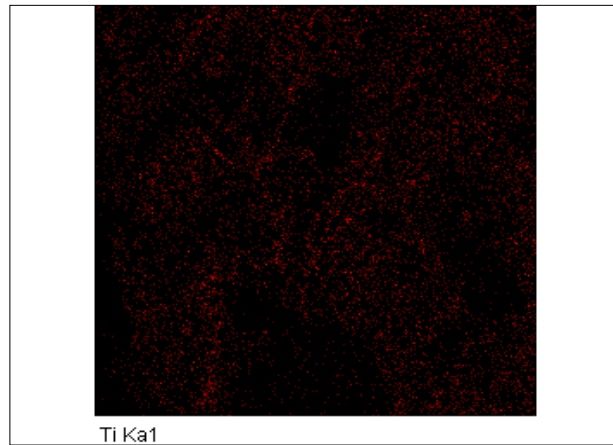


Figura 23. Resultado de muestra de titanio presente en muestra
Fuente: Laboratorio de metalurgia, 2016.

En la figura 23 se puede apreciar el titanio presente en el concentrado

4.7.3. Resultados de la densidad aparente y gravedad específica

Según la tabla 73 que vemos a continuación, podemos apreciar los resultados de los ensayos que se realizaron en el laboratorio de metalurgia a las arenas ferrosas para poder determinar la densidad aparente y la gravedad específica.

Tabla 73
Resultados laboratorio

Nº de ensayo	Densidad aparente (g/cc) promedio	Gravedad específica
1	1,49	2,87

Fuente: Laboratorio metalurgia, 2016.

4.7.4. Resultados del análisis granulométrico

El análisis gravimétrico que se realizó a las arenas ferrosas se hizo por 10 minutos aproximadamente, a fin de extraer la arcilla que también acompaña a la arena, obteniendo los resultados que se aprecian en la tabla 74.



Figura 24. Tamiz de malla N° 30
Fuente: Laboratorio metalurgia, 2016.

Tabla 74

Resultados laboratorio de tamizaje

Nº malla	Abertura (micrones)	Peso retenido (g)	Porcentaje	
			% retenido	% acumulado
14	1400	0,4	0,16	0,16
35	500	47,4	18,59	18,75
70	212	165,4	64,86	83,61
100	150	32,6	12,78	96,39
140	106	6,8	2,67	99,06
200	75	1,9	0,74	99,8
325	45	0,4	0,16	99,96
fondo	-45	0,1	0,04	100
Total		255	100	

Fuente: laboratorio metalurgia, 2016.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Presentación de resultados

El objetivo general de la presente tesis consiste en determinar con el método electromagnético si se puede extraer un concentrado ideal de hierro, para poder comercializarlo y además determinar de acuerdo a su precio la factibilidad de explotar el mineral del concentrado de hierro de la Cantera Dune Ocho.

La mejora se alcanzará realizando diferentes análisis que ayudarán a poder determinar si el mineral es adecuado o no para comercializarlo, y creando escenarios de venta del concentrado de hierro se podrá determinar qué precio es el ideal para poder obtener ganancias.

5.2. Análisis del concentrado de Hierro

Para el análisis del concentrado de hierro primero se tomaron muestras de la cantera Dune Ocho, donde se llevaron a laboratorio para poder determinar su ley, luego en el laboratorio de la UNJBG se hicieron pruebas con un separador magnético que ayudó a determinar cómo se puede aumentar la ley del concentrado para poder hacerlo comercial, en la figura 25 se puede apreciar la máquina electromagnética que se usó para realizar las pruebas de la arena ferromagnética.



Figura 25. Máquina electromagnética
Fuente: Elaboración propia.

Realizadas las pruebas en laboratorio, los resultados obtenidos se verán en la figura 26 que se muestra a continuación, al interpretar los resultados de los exámenes podemos verificar que a mayor voltaje mayor es la cantidad de concentrado que extrae el separador magnético dejando menos cantidad de mineral no magnético.

Del resultado obtenido de la arena ferrosa se pudo apreciar que la arena contiene una diversidad de minerales que son: sodio, magnesio, alúmina, sílice, Cloro, potasio, calcio y titanio; mientras que el concentrado contiene sílice, titanio, hierro y oxígeno con la diferencia que el concentrado al haber pasado por un proceso de concentración electromagnética, el mineral más magnético en este caso el hierro se concentra y se quiere que llegue a un 62 % para poder hacerlo comercial, también del separador magnético se mandó a laboratorio muestras de donde se determinó la gravedad específica.

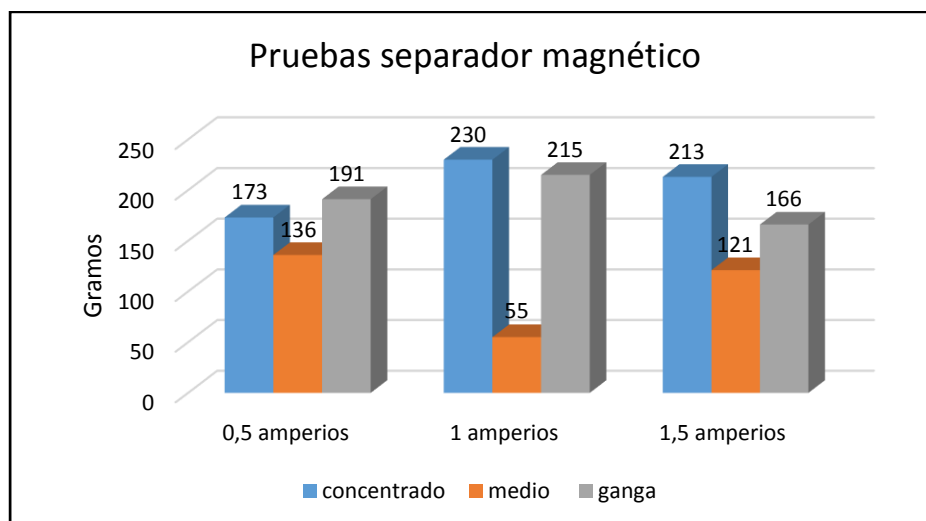


Figura 26. Prueba separador magnético
Fuente: Elaboración propia.

Con ayuda de diferente software, se diseñó la cantera y se calculó el volumen total de esta, que nos dio como resultado un volumen a mover de arena ferrosa de 14 años.

Para poder determinar esta cantidad de años el software determinó la cantidad de material a mover en m^3 , pero en gabinete se calculó con ayuda de la gravedad específica la cantidad de material a mover en t.

Por características de la zona se decidió dividir la concesión de la cantera en 10 zonas, realizando un muestreo sistematizado por zonas cada 50 m, a través de calambucos se sacaron muestras y se

mandaron a analizar al “Laboratorio Analítico Del Sur”, al darnos los resultados se realizaron diferentes cálculos a las muestras para poder determinar sus diferentes errores e interpretar sus análisis.

En gabinete se llegó a la conclusión que la ley promedio era de 9 % y que para poder extraer zonas homogéneamente y poder alcanzar la ley promedio, se desarrolló el siguiente planeamiento: la zona 9 con la zona 2 se extraerían primero, posteriormente la zona 1 se explotará con la zona 7, para luego la zona 8 se explotará con la zona 3 y por último se explotarán la zona 4, 5 y 6 en forma simultánea.

Tabla 75
Volumen total

Zona(ley)	Volumen total (t)
9(10,51 %) – 2(7,56 %)	3 089 790,88
1(7,02 %) – 7(11,00 %)	2 487 132,67
8(11,37 %) – 3(7,19 %)	3 038 037,49
4(6,48 %) – 5(6,30 %) – 6(16,88 %)	10 643 519,4

Fuente: Elaboración propia.

Para la planta electromagnética se determinó en gabinete con ayuda de un técnico especializado que se necesitará una parrilla para poder para poder separar los desperdicios de la arena ferrosa, el tambor electromagnético necesitará 3 tambores para poder extraer el

concentrado de Hierro al 62 %, el primer tambor tendrá una intensidad de 5 000 Gauss llamado también tambor primario, el segundo tambor será de 3 500 Gauss llamado también tambor secundario y el último tambor será de 2 500 Gauss llamado también tambor terciario, es necesario este sistema de tambores para poder obtener el Hierro en un nivel necesario para hacerlo comercial.

Para poder mover el volumen necesario para la producción requerida se necesitará de 2 cargadores frontales y 4 camiones volquetes, para poder llevar el concentrado al puerto de Ilo se necesitará de 8 camiones que estarán constantemente transportando material para su posterior comercialización.

Posteriormente con el volumen de material de arena ferrosa a mover se determinará el planeamiento de minado, esto nos ayudará a determinar costos, para ver si después de haber realizado tantos gastos se podrá determinar si es factible el explotar el concentrado para obtener ganancias.

5.3. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en el presente estudio arrojaron resultados positivos en lo concerniente a la obtención del concentrado para poder comercializarlo, a través del análisis granulométrico y con ayuda de unas mallas se tamizó la arena y esto nos ayudó a permitir ver que el grano es apto para comercializarlo, de los 255 g de arena playa casi la totalidad del mineral pesado, color negro, se concentra en las mallas 140 y 200 (ósea que tiene aproximadamente un tamaño de 75 a 106 micrones).

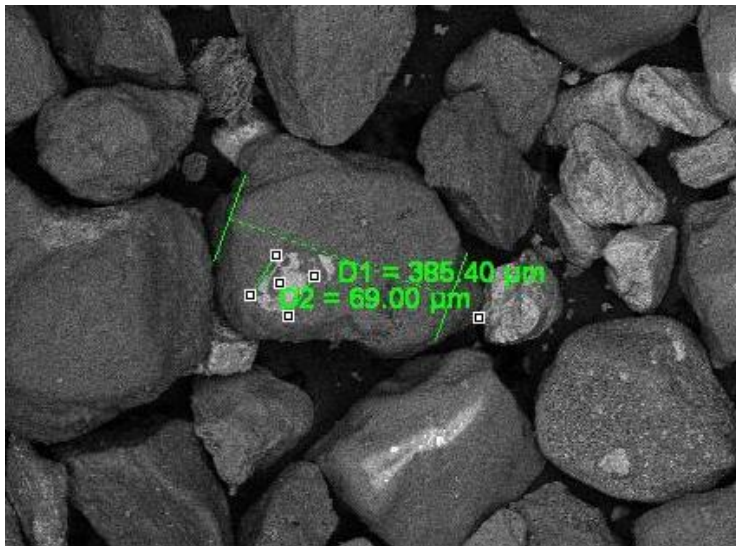


Figura 27. Tamaño de grano de concentrado de hierro
Fuente: laboratorio de metalurgia, 2016.

El análisis electromagnético nos ayudó a obtener el electroimán ideal para la cantera, es decir el electroimán que nos permitirá separar el mineral magnético (hierro) del mineral no magnético hasta poder concentrarlo al 62 %, al observar la figura 26 podemos presenciar y ver que a mayor voltaje mayor será la cantidad de mineral magnético que se concentrará.

Los análisis químicos semicuántico nos permitió ver que el concentrado obtenido es apto para poder comercializarlo, es decir, que el análisis realizado al mineral de cabeza nos reportó la presencia de Fe 6,30 % y nos mostró la presencia de otros minerales como es el caso del Na 2,69 %, Mg 2 53 %, Al 6,20 %, Si 28,06 %, Cl 0,55 %, k 1,78 %, Ca 5,77 % y por último el Ti 0,93 % Mientras que el concentrado nos muestra la presencia solo de algunos elementos como es el caso del Fe 53,24 %, además de Ti 5,08 % y O 29,92 %.

Los minerales pesados que reporta el análisis químico puntual, en el caso del titanio y el hierro; posiblemente el rutilo e ilmenita en el caso del titanio, magnetita y hematita en el caso del hierro.

Al observar la tabla 76 podemos apreciar que si se puede obtener ganancias de la venta del hierro, se tuvieron que crear 3

escenarios para poder ver si es factible o no es factible el extraer el mineral magnético de esta concesión.

Para los diferentes escenarios se tomaron en cuenta 3 tipos de precios, precios que a través del tiempo adoptó el Hierro por la demanda y oferta de este, se tomó además en consideración otros parámetros como es el caso de la producción anual del concentrado, la ley del Hierro, activos fijos, activos intangibles un impuesto a la renta del 30 %, entre otros, pero debemos tomar en consideración que el precio del Hierro históricamente es inestable su comportamiento tal como se aprecia en el reporte histórico en donde en unos meses era de USD \$ 50 la t y en otros meses estaba USD \$ 80 la t, y a nivel de años su comportamiento es de la misma manera, ello genera un alto riesgo en el inversor privado. Considerándose este aspecto no es confiable la TIR, por ello daremos mayor énfasis a los resultados del VAN y el Beneficio-Costo. Estos indicadores nos permitirán tomar decisiones para invertir en este sector, debiendo tomar en consideración la siguiente tabla:

- Cuadro de resultados

Tabla 76

Tabla de decisiones por años

Descripción	Pesimista			Probable			Optimista		
	01 - 05 año	06-10 año	11-15 año	01 - 05 año	06-10 año	11-15 año	01 - 05 año	06-10 año	11-15 año
Escenario de precios USD \$/T	55	60	60	60	65	65	año "1", cierra en 60 y el resto 65	70	75
Producción (concentrado en T)	85 000	100 000	100 000	85 000	100 000	100 000	85 000 y 100 000	120 000	100 000
VAN (USD)	-777 389,03			1 713 570,37			5 160 467,36		
TIR (%)	0,18%			32,16%			58,92%		
B/C (USD)	0,997			1,084			1,184		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 77
Tabla de decisiones resumen

	Pesimista	Probable	Optimista
VAN (USD \$)	-777 389,03	1 713.570,37	5 160 467,36
TIR (%)	0,18 %	32,16 %	58,92 %
B/C (USD \$)	0,997	1,084	1,184
COK	10 %	10 %	10 %

Fuente: Elaboración propia.

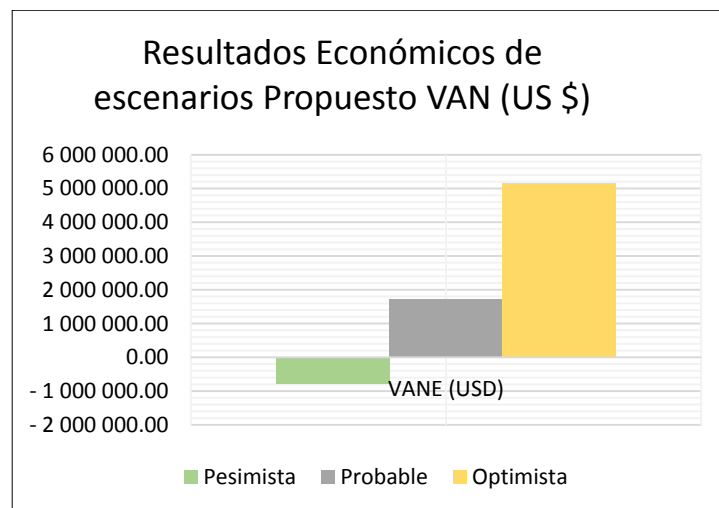


Figura 28. Resultados económicos de escenarios propuestos
 Fuente: Elaboración propia.

Al ver el resultado en la tabla 77 Podemos apreciar que el VAN y el TIR son muy bajos por lo que se puede decir que al invertir 1 dólar se perdería 0,03 USD \$, por lo que convendría guardar en el banco ya que el COK es del 10 % y nuestra TIR es muy baja (0,18 %), pero para el caso probable y optimista el VAN es bueno sin embargo el TIR

es demasiado alto por lo que no es muy confiable el tomarlo en consideración, y esto se debe a que el precio del hierro fluctúa mucho no es muy estable, pero se puede tomar en consideración el VAN para ambos casos (probable y optimista), para el caso de beneficio costo se puede apreciar que el caso probable tiene un B/C de 1,084 USD \$ de donde se resta un dólar que es lo que se invertirá obteniendo ganancias de 0,084 USD \$ por cada dólar invertido, para el caso optimista que tiene un B/C de 1,184 USD \$ restamos un dólar que es lo que se invertirá obteniendo una ganancia de 0,184 USD \$, el COK tampoco no se toma en consideración ya que el TIRE es muy alto.

5.4. Comparación de resultados con antecedentes

Cabe mencionar que en el Perú no hay lugares donde se extraiga de esta forma el concentrado de hierro, es decir, que se use un separador magnético, por lo que no se tiene alguna referencia de este tipo de explotación en el Perú, una de las ventajas de este método de explotación es que no requiere de agua ni de explosivo para poder extraer el mineral, solo se necesita una adecuada maquinaria, una mano de obra eficaz y el conocimiento adecuado para poder explotar este mineral.

Según Cherubalbaceta, J. (2009) donde crea 3 escenarios para poder realizar un estudio económico, llegando a la conclusión de que si obtiene ganancias, pero él ve su caso referido a la producción, es decir que a mayor producción de hierro, mayor es la ganancia; mientras que en la presente tesis se basa en el precio, es decir, que para mayor ganancia, mayor debe ser el costo del hierro.

Referido al caso de Sarmiento, P (2011), donde refiere si el titanio con el mismo método de extracción puede llegar a ser vendido y se puede obtener ganancias de esta venta, la diferencia que se demostró con la presente tesis es que el material a extraer también es arena de playa, pero la diferencia es que en la presente tesis se venderá el hierro y además a través del análisis se demostró pequeñas cantidades de titanio que son muy difíciles de poder ser comercializadas u obtener alguna ganancias de estas, ya que la mayoría del titanio se encuentra incrustado dentro de los granos del hierro como impurezas haciendo compleja su extracción, por lo que se concluye que es más factible el vender el hierro que vender otro tipo de mineral de esta concesión.

De acuerdo a Campozano, M. (2011) donde el señor ya mencionado anteriormente nos dice que desea concentrar oro, por el

método de separador magnético donde ambas tesis concluyen que al aumentar la cantidad de voltaje aumenta la cantidad de material magnético a concentrar, aunque con cierta contaminación de no magnéticos y que la velocidad de rotación de los cilindros afecta mínimamente ya que separa mejor las partículas a través de la velocidad dando la oportunidad de atrapar más partículas de hierro .

CONCLUSIONES

1. El método de concentración electromagnética es una manera de separar la arena magnética (en este caso se desea separar el hierro que es un mineral magnético) del mineral no valioso, el método de separación electromagnética es uno de los métodos gravimétricos más eficientes de concentración de mineral, porque no tiene la necesidad de usar agua y esto ayuda a economizar, así también a no contaminar el ambiente y además es uno de los métodos tecnológicos más recientes.
2. Los escenarios ayudaron a mostrar que el precio tiene mucho que ver con la extracción de la cantera, ya que si el precio actual del hierro no es el adecuado no se podría trabajar en la cantera, es decir, se crearon escenarios para determinar el precio ideal de explotación, por ahora el hierro se está manteniendo en un buen precio, se espera no baje y este se mantenga para poder comenzar a retomar la explotación de este concentrado, concluyendo gracias a los resultados de este trabajo que el precio del hierro fluctúa mucho pero si es factible el vender este mineral, pero debemos tomar en

consideración que cuando baja el precio también se reduce la producción y cuando el precio sube también sube la producción para que así pueda haber más ganancias.

3. El mejor comprador por el momento es china porque con sus grandes empresas requieren de bastante material para poder tratar el mineral en bruto y transformarlo en materia prima, entonces el mejor canal para vender el concentrado sería directamente el vendedor – comprador, para que así haya intermediarios, y al llegar al puerto del comprador se debe cumplir con todos los estándares establecidos, para que el concentrado sea de interés y no se vea sujeto a descuento de maquila.

RECOMENDACIONES

1. Estudiar más a fondo el mineral para ver si puede extraerse el titanio y así poder obtener mayores ganancias para la concesión Dune Ocho, como también se debe tener en consideración que este método no solo es factible solo para el hierro también se puede usar en otro tipo de minerales que tengan unas características magnéticas, no solo en yacimientos de placer también se puede usar otro tipos de dispositivos, es decir con chancadora y molienda para pasar a un posterior proceso de separación magnética ya que con este método se obtiene material en vía seca y además no contamina el ambiente.
2. Verificar constantemente los precios del hierro para poder vender el concentrado de hierro, sin embargo, tomar en consideración que cuando el precio del mineral de hierro disminuye se debe de concentrar más mineral, ya que así cuando el hierro suba se vende el concentrado mineral a un precio elevado y así obtener buenas utilidades.

3. Cumplir con los parámetros establecidos por los compradores para que no haya descuento o devolución del concentrado, se debe buscar al mejor comprador para así poder obtener las mejores ganancias posibles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blank, L y Tarquin, A. (1992). Ingeniería económica Colombia, Tercera edición. Editorial McGraw-hill/interamericana, S A.
2. Blyth (2003). Geología para ingenieros. Novena edición. Editorial continental. México.
3. Checurabalbaceta (2009). Pre factibilidad técnica y economía de una planta productora de concentrados de hierro. Tesis – Chile.
4. Campozano (1991). Concentrado de oro por separación magnética por vía seca de los concentrados del rio Paute. Tesis Guayaquil – Ecuador.
5. CAT (en línea). New equipment wheel loader. Recuperado de http://www.cat.com/en_US/product/new/equipment/wheel-loaders.html.
6. Hankin (2000). Separación gravimétrica. Primera edición. Editorial Libsa. Antofagasta – Chile.

7. Instituto geológico, minero, metalúrgico (2012). Geología de los cuadrángulos de Yarada (37u), de Tacna (37v) y Huaylillas (37x) Boletín N°145 Serie A Carta Geológica Nacional. Lima – Perú.
8. Joaquín O. (2013). Mercado mundial de Hierro Primera Edición. Santiago – Chile.
9. Nieto, J., Del Pozo, R., Viloche, J y Taya, E (2012). Recuperación de metales por concentración gravimétrica de las arenas de las playas de los palos de Tacna.
10. Osborne, A. (en línea). Proceso de separación magnética recuperado de http://www.ehowenespanol.com/proceso-separación-magnética-info_200446/.
11. Paredes M. (2014). Recuperación de minerales pesados por concentración magnética de las arenas de playas. Tesis Tacna – Perú.
12. Pelaez, J. (1943). Nociones de mineralogía y geología Argentina Buenos Aires – Argentina Cuarta edición Editorial talleres S. A. casa Jacobo Peuser, Ltda.
13. Sarmiento (2011). Definición y análisis del proceso más ventajoso para la concentración de la ilmenita presente en la arena de playa ventanilla en el estado de Oaxaca. Tesis Oaxaca – México.

14. Tejada, B., Sarmiento, Z. y Huisa, C. (2012). Estudio de la recuperación del hierro detrítico de las arenas de las playas de Tacna.
15. Valdés, J. Coordinación General de minería (2014). Perfil del hierro – acero Recuperado de http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_Hierro-acero_2014.pdf.
16. Villalba, J. (2014). Concesión minera Dune Ocho Instrumento de impacto ambiental correctivo. Tacna – Perú.
17. Walter S. (1994). Rocas y minerales. Cuarta edición. Editorial omega. Barcelona.
18. William L. (1997). Mecánica de Suelos, Segunda edición. Editorial Limusa. Madrid – España.

ANEXOS

ANEXO 1: Análisis granulométrico a las muestras de playa



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-12-02585

Señores: Ing. Americo Ramos Arcaya
Dirección: Tacna
Atención: Ing. Americo Ramos Arcaya
Recepción: 03/05/2012
Realización: 03/05/2012


Fecha de emisión: 07/05/2012

Pág.: 1/1

Método de ensayo aplicado

- *531 Método de Ensayo para Sílice por Fusión Alcalina - Gravimetría
- *551 Método de Ensayo a fuego para Oro por Absorción atómica
- *521 Método de Ensayo para Hierro por Digestión Específica - Volumetría

Muestra	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	531 SiO2	551 Au	551 Au	521 Fe
#				%	g/TM	oz/TC	%
MN12004838	Concentrado Ferromagnético	Concentrado	No proporcionado por el cliente	-----	-----	-----	49.84
MN12004839	Mineral de Cabeza	Cabeza	No proporcionado por el cliente	-----	-----	-----	7.56
MN12004840	Silica CM 3	Mineral Gran.	No proporcionado por el cliente	85.16	< 0.10	-----	-----
MN12004841	SRI - 2	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	-----	-----	-----	4.04


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
I. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

El resultado: "< Valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-14-05762

Fecha de emisión: 06/11/2014

Pág.: 1/1

Señores: COMPANY IMPORT & EXPORT C.Y E.I.R.L.
Dirección: MZA. J LOTE. 20 P.J. NYLON SAN PEDRO MOQUEGUA - ILO
Atención: COMPANY IMPORT & EXPORT C.Y E.I.R.L.
Recepción: 04/11/2014
Realización: 04/11/2014

Método de ensayo aplicado

*629 Método de Ensayo para Titanio digestión multi-ácida - Absorción Atómica

Muestra	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	*629 Ti
#				%
MN14012010	Muestra 1	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	3,58

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Súto Vicenta, Juánuq, Néluq
Cérrérré, Cérrérré
Pérré, Cérrérré 00000

*<Valor numérico> = Límite de detección del método, *<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-16-08487

Fecha de emisión: 01/12/2016



Página: 1 de 1

Señores: JUAN JAIME SALINAS PEREZ
Dirección: AV. EJERCITO 645 PARAGRANDE TACNA
Atención: JUAN JAIME SALINAS PEREZ
Recepción: 30/11/2016
Realización: 30/11/2016

Métodos ensayados

*522 Método de Ensayo para Hierro por Digestión Multi ácida - Absorción Atómica

Muestra	Nombre de Muestra	Procedencia de Muestra	Descripción de Muestra	*522 Fe %
MN16018114	N° 01	No proporcionado por el cliente.	mineral	11,37
MN16018115	N° 02	No proporcionado por el cliente.	mineral	10,51
MN16018116	N° 03	No proporcionado por el cliente.	mineral	11,00
MN16018117	N° 04	No proporcionado por el cliente.	mineral	5,99
MN16018118	N° 05	No proporcionado por el cliente.	mineral	7,02
MN16018119	N° 06	No proporcionado por el cliente.	mineral	7,19


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sexto Vicer: 
Gerente
Ing. Ch... 3474

*a<Valor numérico = Límite de detección del método, *b<Valor Numérico = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-14-05764

Fecha de emisión: 06/11/2014

Pág.: 1/1

Señores: COMPANY IMPORT & EXPORT C.Y.E.I.R.L.
Dirección: MZA. J LOTE. 20 P.J. NYLON SAN PEDRO MOQUEGUA - ILO
Atención: COMPANY IMPORT & EXPORT C.Y.E.I.R.L.
Recepción: 04/11/2014
Realización: 04/11/2014

Método de ensayo aplicado

*629 Método de Ensayo para Titanio digestión multi-ácida - Absorción Atómica

Muestra	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	*629 Ti
#				%
MN14012011	Muestra 2	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	2,00

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico CIP 19474

"<Valor numérico" = Límite de detección del método, "o<Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Tel: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-14-05765

Fecha de emisión: 06/11/2014

Pág.: 1/1

Señores: COMPANY IMPORT & EXPORT C.Y E.I.R.L.
Dirección: MZA. J LOTE. 20 P.J. NYLON SAN PEDRO MOQUEGUA - ILO
Atención: COMPANY IMPORT & EXPORT C.Y E.I.R.L.
Recepción: 04/11/2014
Realización: 04/11/2014

Método de ensayo aplicado

*521 Método de Ensayo para Hierro por Digestión Específica - Volumetría

Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	*521 Fe T %
MN14012011	Muestra 2	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	16,88

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General

^o<Valor numérico> = Límite de detección del método, ^o<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

ANEXO 2: Análisis de Tamizaje

INFORME LCHA. 28 - 2013 ENERO-TACNA
DE : ING. LEONIDAS CHAVEZ ALFARO
PARA : MATERIALES INDUSTRIALES Y CONSTRUCCIONES TACNA S.R.L.
ASUNTO : ANALISIS GRANULOMETRICO Y HUMEDAD DE ARENAS
FECHA : TACNA 28 DE ENERO DEL 2013

Resultado del análisis granulométrico y de humedad a las muestras de arenas con la siguiente denominación

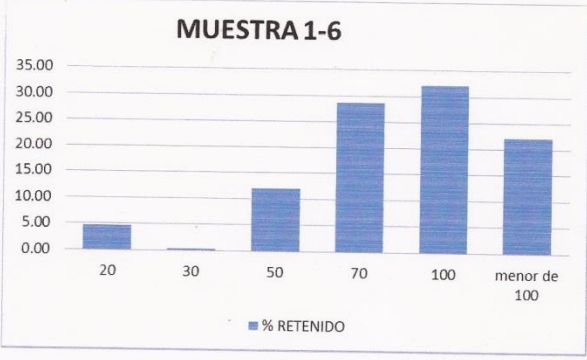
Muestra 1-6 cerro

Muestra 7-12 duna

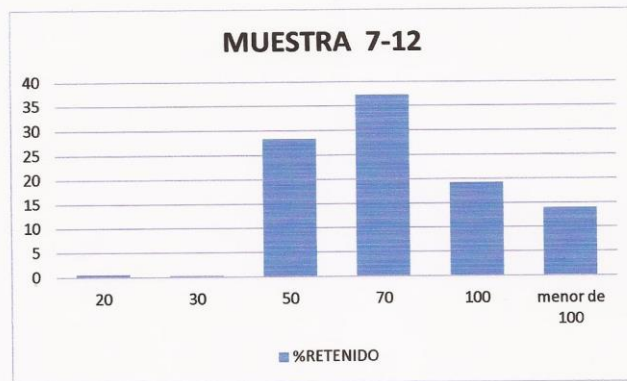
YACIMIENTO DUNE OCHO
ANALISIS GRANULOMETRICO DE ARENAS FERROSAS

PESO DE MUESTRA	MUESTRA							
	1-6			7-12				
	MALLA	PESO RETENIDO	%	MALLA	PESO RETENIDO	%		
1000 GR	#	ABERTURA mm		#	ABERTURA mm			
	20	0.841	47.068	4.71	20	0.841	5.5696	0.56
	30	0.595	3.2944	0.33	30	0.595	3.022	0.30
	50	0.297	119.5852	11.96	50	0.297	283.624	28.36
	70	0.21	286.5024	28.65	70	0.21	373.4	37.34
	100	0.149	321.084	32.11	100	0.149	193.3576	19.34
	-100		220.5512	22.06	-100		139.2764	13.92
PERDIDAS			1.9148	0.19			1.7504	0.18
			998.0852				998.2496	

LEONIDAS S. CHAVEZ ALFARO
 INGENIERO DE MINAS
 CP 100000



ING. LEONIDAS CHAVEZ ALFARO
 ING. DE MINAS
 TLF. 952998389 TACNA- PERU



HUMEDAD

MUESTRA PESADA : 100 GR
 TEMPERATURA DEL HORNO DE SECADO : 110 °C
 TIEMPO DE SECADO : 24 hrs
 MUESTRA 1-6 CERRO : 0.92 %
 MUESTRA 7-12 DUNA : 0.98 %


LEONIDAS CHAVEZ ALFARO
 INGENIERO DE MINAS
 CIP 184235

ING. LEONIDAS CHAVEZ ALFARO
 ING. DE MINAS
 TLF. 952998389 TACNA- PERU

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-13-00430

Fecha de emisión: 26/01/2013
Pág.: 2/2

Señores: Ing. Americo Ramos Arcaya
Dirección: Tacna-Calle America 965-Leoncio Prado
Atención: Ing. Americo Ramos Arcaya
Recepción: 22/01/2013
Realización: 22/01/2013

Método de ensayo aplicado
*521 Método de Ensayo para Fierro por Digestión Específica - Volum
*598 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión múltiple

Muestra #	Nombre de muestra	Descripción de muestra	Procedencia de la muestra	598 Mg ppm	598 Mn ppm	598 Mo ppm	598 Na ppm	598 Ni ppm	598 P ppm	598 Pb ppm	598 Sb ppm	598 Se ppm	598 Sn ppm	598 Sr ppm	598 Te ppm	598 Ti ppm	598 Tl ppm	598 V ppm	598 Zn ppm
MIN13000586	CERRO:1-6	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	5262	475	27.30	1682	26.1	1092	<0.64	3.8	<0.64	<16	83	<0.8	2995	<0.64	127	72
MIN13000567	DUNA:7-12	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	4478	460	34.30	238	26.2	1117	<0.64	5.7	<0.64	<16	108	<0.8	298	<0.64	126	73

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Pérez Soto
Gerente General

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Teléfono (054) 443294 Fax: (054) 444582
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-13-00430

Fecha de emisión: 26/01/2013
Pág.: 1/2

Señores: Ing. Americo Ramos Arcaya
Dirección: Tacna-Calle America 965-Leoncio Prado
Atención: Ing. Americo Ramos Arcaya
Recepción: 22/01/2013
Realización: 22/01/2013

Método de ensayo aplicado

*521 Método de Ensayo para Hierro por Digestión Específica - Volumetría
*586 Método de ensayo Multi-elemental por ICP-OES digestión multiácida

Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	521																	
				Fe %	Ag ppm	Al ppm	As ppm	Ba ppm	Bi ppm	Ca ppm	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	In ppm	K ppm	La ppm	Li ppm	
MM13000586	CERRO-146	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	6.48	13.2	10582	5.28	164	<0.64	4.82	11994	0.70	40.9	17.5	294.0	68	<1.6	1.6	3263	13.1	14.9
MM13000587	DUNA-7-12	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	6.30	37.6	10707	4.28	167	<0.64	<2	14801	0.69	43.3	17.1	387.0	63	<1.6	<0.4	3383	13.7	13.9

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Sotelo
Gerente
M. Sc. Ingeniero Químico CIF 14428

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados solo están relacionados a la muestra ensayada.

ANEXO 4: Análisis gravimétrico ha concentrado para vender



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticossur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-12-05252

Fecha de emisión: 03/09/2012

Pág.: 1/1

Señores: Ing. Americo Ramos Arcaya
Dirección: Tacna-Calle America 965-Leoncio Prado
Atención: Ing. Americo Ramos Arcaya
Recepción: 31/08/2012
Realización: 31/08/2012

Método de ensayo aplicado

*521 Método de Ensayo para Hierro por Digestión Específica - Volumetría

Muestra	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	531 SiO2	551 Au	551 Au	521 Fe
#				%	g/TM	oz/TC	%
MN12009839	AMERICO	Mineral Pulverizado	No proporcionado por el cliente	-----	-----	-----	54.50


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Gerente General
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426
Omar Soto

El resultado: "< Valor numérico", significa, que se encuentra debajo del límite de cuantificación indicado.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa Perú / Apartado 2102

Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582

www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

INFORME DE ENSAYO LAS-15-00680

Fecha de emisión: 05/02/2015

Pág.: 1/1

Señores: HENRY FERNANDO CASTILLO PEREZ
Dirección: JOSE BERNARDO ALCEDO 236 ALTO BOLOGNESI -TACNA
Atención: HENRY FERNANDO CASTILLO PEREZ
Recepción: 04/02/2015
Realización: 04/02/2015

Método de ensayo aplicado

*521 Método de Ensayo para Hierro por Digestión Específica - Volumetría

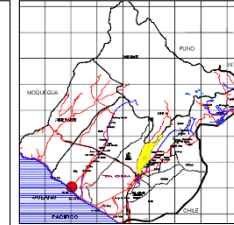
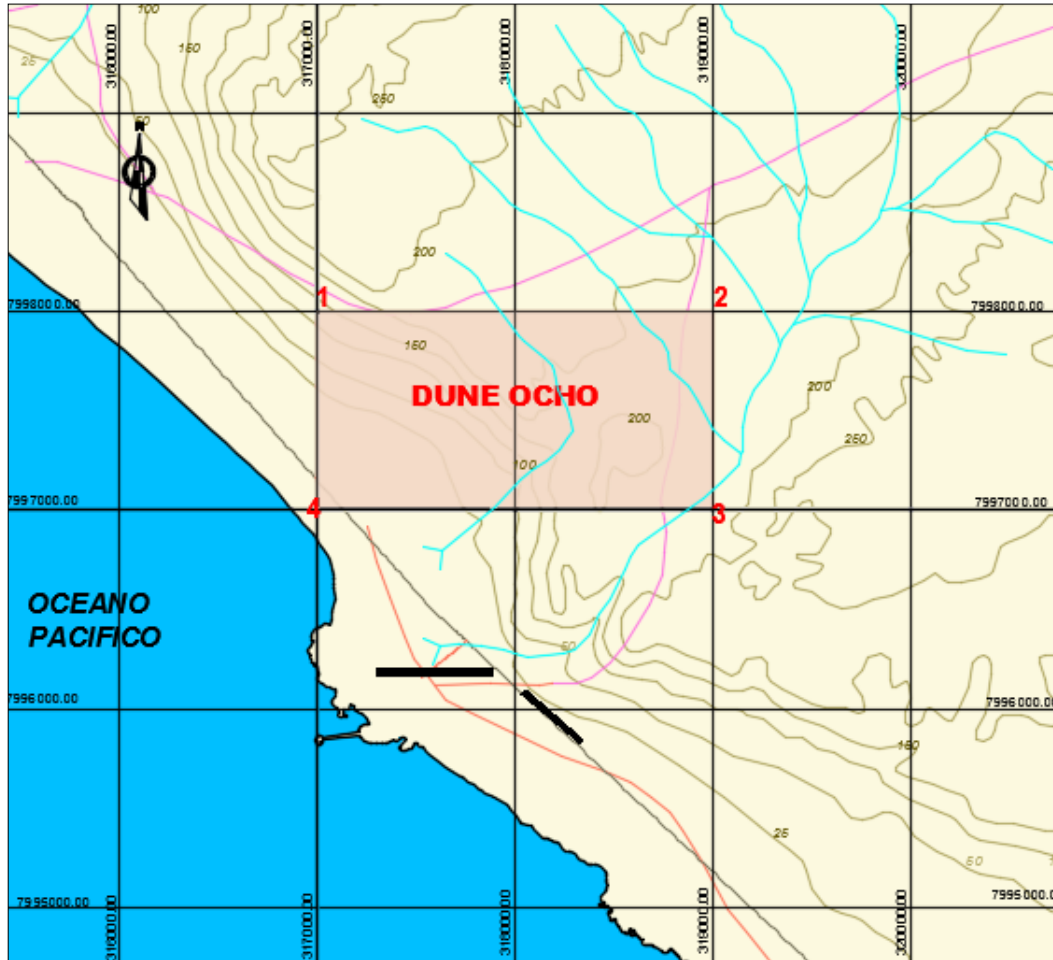
Muestra #	Nombre de muestra	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	*521 Fe T %	*522 Fe T %
MN15001079	VILA-VILA-BUNE 8	Concentrado	TACNA	62,03	-----


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

^a<Valor numérico> = Límite de detección del método, ^b<Valor Numérico> = Límite de cuantificación del método.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

ANEXOS 5

**MAPA DE UBICACIÓN, MAPA GEOLÓGICO, MAPA
GEOMORFOLÓGICO, MAPA HIDROGEOLÓGICO**



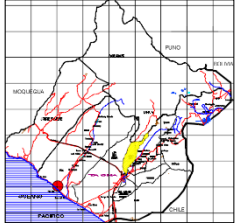
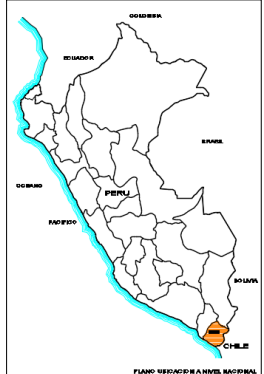
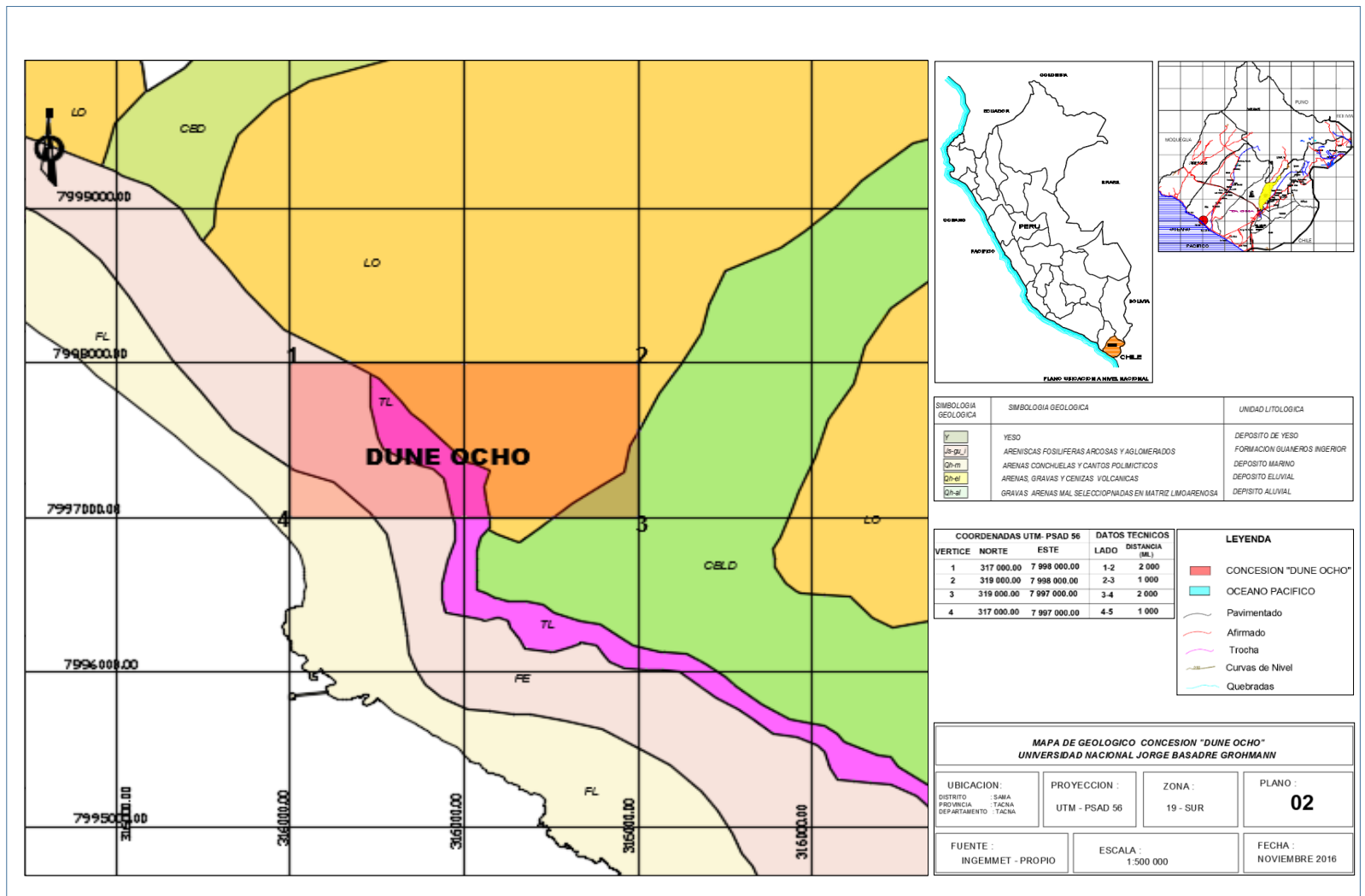
LEYENDA

- CONCESION "DUNE OCHO"
- OCEANO PACIFICO
- Pavimentado
- Afirmado
- Trocha
- Curvas de Nivel
- Quebradas

COORDENADAS UTM- PSAD 56		DATOS TECNICOS	
VERTICE	NORTE	ESTE	LADO DISTANCIA (ML)
1	317 000.00	7 998 000.00	1-2 2 000
2	319 000.00	7 998 000.00	2-3 1 000
3	319 000.00	7 997 000.00	3-4 2 000
4	317 000.00	7 997 000.00	4-5 1 000

**MAPA DE UBICACION CONCESION "DUNE OCHO"
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

UBICACION: DISTRITO: SIBA PROVINCIA: TACNA DEPARTAMENTO: TACNA	PROYECCION: UTM - PSAD 56	ZONA: 19 - SUR	PLANO: 01
FUENTE: INGENMET - PROPIO	ESCALA: 1:500 000	FECHA: NOVIEMBRE 2016	



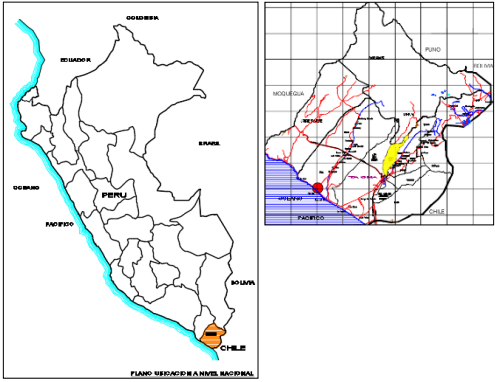
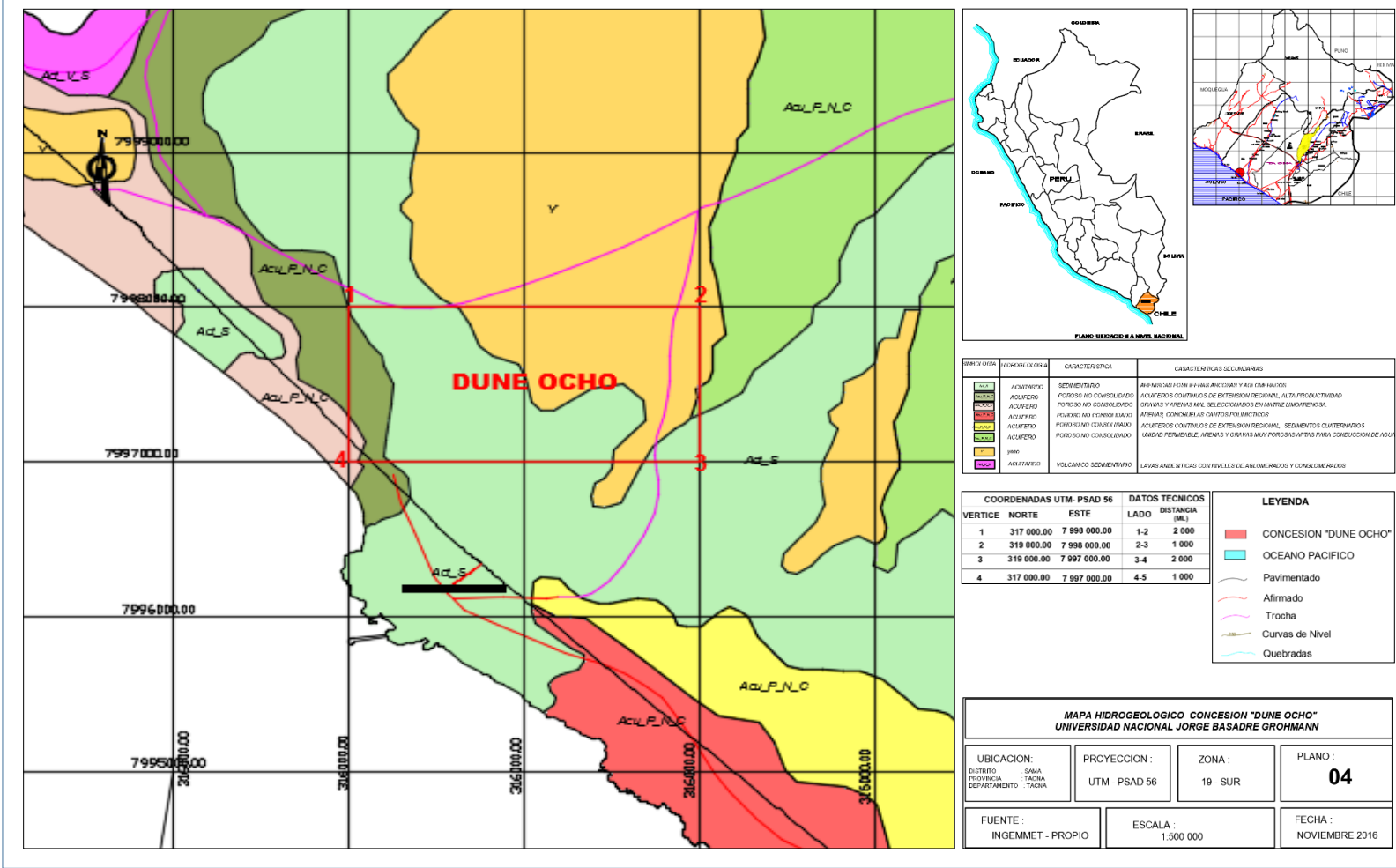
SIMBOLOGIA GEOLOGICA	SIMBOLOGIA GEOLOGICA	UNIDAD LITOLOGICA
Y	YESO	DEPOSITO DE YESO
As-gu	ARENISCAS FOSILIFERAS ARCOSAS Y AGLOMERADOS	FORMACION GUAMEROS INFERIOR
Qh-m	ARENAS CONCHUELAS Y CANTOS POLIMICTICOS	DEPOSITO MARINO
Qh-el	ARENAS, GRAVAS Y CENIZAS VOLCANICAS	DEPOSITO ELUVIAL
Qh-al	GRAVAS ARENAS MAL SELECCIONADAS EN MATRIZ LIMOSARENSA	DEPOSITO ALUVIAL

COORDENADAS UTM- PSAD 56		DATOS TECNICOS	
VERTICE	NORTE	ESTE	LADO DISTANCIA (M)
1	317 000.00	7 998 000.00	1-2 2 000
2	319 000.00	7 998 000.00	2-3 1 000
3	319 000.00	7 997 000.00	3-4 2 000
4	317 000.00	7 997 000.00	4-5 1 000

LEYENDA	
	CONCESION "DUNE OCHO"
	OCEANO PACIFICO
	Pavimentado
	Afirmado
	Trocha
	Curvas de Nivel
	Quebradas

**MAPA DE GEOLOGICO CONCESION "DUNE OCHO"
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

UBICACION: DISTRITO : SABA PROVINCIA : TACNA DEPARTAMENTO : TACNA	PROYECCION : UTM - PSAD 56	ZONA : 19 - SUR	PLANO : 02
FUENTE : INGEMMET - PROPIO	ESCALA : 1:500 000	FECHA : NOVIEMBRE 2016	



SEÑAL ÚTIL	INDICACION	CARACTERÍSTICA	CARACTERÍSTICAS SECUNDARIAS
[Symbol]	ACUÍFERO	SEDIMENTARIO	#4# ARENARIAS FINAS #4# ARENARIAS Y ARENARIAS
[Symbol]	ACUÍFERO	POZOS NO CONSOLIDADOS	ACUÍFEROS CONTÍNUOS DE EXTENSIÓN REGIONAL, ALTA PRODUCTIVIDAD
[Symbol]	ACUÍFERO	POZOS NO CONSOLIDADOS	DESARROLLO Y ARENARIAS MÁS REPLICACIONES EN ARENARIAS CONTÍNUOS
[Symbol]	ACUÍFERO	POZOS NO CONSOLIDADOS	ARENARIAS CON CHALAR CHALAR POR BANCOS
[Symbol]	ACUÍFERO	POZOS NO CONSOLIDADOS	ACUÍFEROS CONTÍNUOS DE EXTENSIÓN REGIONAL, SEDIMENTOS CUATERNARIOS
[Symbol]	ACUÍFERO	POZOS NO CONSOLIDADOS	UNIDAD PERMEABLE, ARENAS Y GRAVILLAS POROSAS APTO PARA COLECCIÓN DE AGUA
[Symbol]	POZO		
[Symbol]	ACTIVIDAD	VOLCÁNICO SEDIMENTARIO	LAVAS ANALES FICAS CON NIVELLOS DE ASOLIMENARIOS Y CONELOS PRECISOS

VERTICE	COORDENADAS UTM- PSAD 56		DATOS TÉCNICOS	
	NORTE	ESTE	LADO	DISTANCIA (M)
1	317 000.00	7 998 000.00	1-2	2 000
2	319 000.00	7 998 000.00	2-3	1 000
3	319 000.00	7 997 000.00	3-4	2 000
4	317 000.00	7 997 000.00	4-5	1 000

LEYENDA	
[Red Line]	CONCESION "DUNE OCHO"
[Cyan Area]	OCEANO PACIFICO
[Black Line]	Pavimentado
[Red Line]	Afirmado
[Pink Line]	Trocha
[Brown Line]	Curvas de Nivel
[Blue Line]	Quebradas

**MAPA HIDROGEOLOGICO CONCESION "DUNE OCHO"
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

UBICACION: DISTRITO : SAMA PROVINCIA : TACNA DEPARTAMENTO : TACNA	PROYECCION : UTM - PSAD 56	ZONA : 19 - SUR	PLANO : 04
----------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	--------------------	----------------------

FUENTE : INGEMMET - PROPIO	ESCALA : 1:500 000	FECHA : NOVIEMBRE 2016
-------------------------------	-----------------------	---------------------------

