

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DEPARTAMENTO DE MINAS
MINERÍA DE CAMPO

**DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA EVALUACIÓN
GEOLÓGICA EN LA PLANIFICACIÓN A CORTO PLAZO EN LA
EMPRESA MINERA LOMA DE NÍQUEL C.A.**

Br. Kismalú Ochoa

Tutor Académico:

Omar Márquez

Tutor Industrial:

Ing. Luis Bolívar.

Caracas, 2010

Br. Ochoa G., Kismalú P.

**DETERMINACIÓN DEL IMPACTO DE LA EVALUACIÓN
GEOLÓGICA EN LA PLANIFICACIÓN A CORTO PLAZO EN LA
EMPRESA MINERA LOMA DE NÍQUEL C.A.**

**Tutor académico: Prof. Omar Márquez. Minería de Campo 2010.
Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y
Geofísica. 2011, 51pág.**

Palabras clave: Níquel, Datamine®, Litología, calicata, muestreo.

RESUMEN

La presente investigación es una compilación de datos de campo relacionados con la evaluación geológica de un volumen de mineral ubicado en el Sector 3 Este del Yacimiento niquelífero Loma de Hierro, ubicado en el Km. 54 de la autopista regional del centro, que se encuentra siendo explotado por la empresa Minera Loma de Níquel C.A..

El objetivo general del presente estudio es determinar qué impacto representan las evaluaciones geológicas en la planificación y operaciones de mina, antes, durante y después de la extracción de un volumen de mineral. Para desarrollar esta investigación descriptiva de campo, se seleccionó un volumen de mineral con porcentajes de concentraciones desconocidos, para ser evaluado mediante muestreo en calicatas, con un seguimiento de estas muestras en laboratorio, así como el cálculo de tonelaje y concentraciones de Níquel, la descripción de la planificación y operaciones de mina, el seguimiento de las muestras de producción y la descripción litológica del frente de extracción.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que la observación geológica de campo es determinante en la explotación de los bloques explotables, ya que la cantidad de boulders indican los posibles porcentajes de dilución, así como las características visuales del mineral proveen una idea sobre la calidad del mineral; el seguimiento de las muestras de laboratorio ofrece mayor precisión en la calidad de las muestras y la descripción final de los frentes permite dilucidar nuevas áreas de avance posibles.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
INTRODUCCIÓN.....	VI
CAPÍTULO I.....	7
FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
OBJETIVOS	8
OBJETIVO GENERAL	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
JUSTIFICACIÓN	9
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	10
CAPÍTULO II.....	11
GENERALIDADES	11
LA EMPRESA MINERA LOMA DE NÍQUEL C.A.	11
VISIÓN.....	11
MISIÓN	11
VALORES	11
OBJETIVOS GENERALES DE MINERA LOMA DE NÍQUEL C.A.....	12
EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MINERAL	12
PREPARACIÓN.....	13
CALCINACIÓN	14
REDUCCIÓN – FUSIÓN.....	14
REFINACIÓN.....	15

CAPÍTULO III.....	16
BASES TEÓRICAS	16
GÉNESIS DEL YACIMIENTO.	16
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL YACIMIENTO NIQUELÍFERO LOMA DE HIERRO.....	17
MUESTREO EN CALICATAS	20
TOMA DE MUESTRA EN CALICATAS.....	21
TAMAÑO DE LAS MUESTRAS.....	22
ESTUDIO DE LAS MUESTRAS EN LABORATORIO	23
MÉTODOS DE CÁLCULO DE RESERVAS	24
MÉTODOS DE CONTORNO	24
MÉTODO DE SOBREIMPOSICIÓN DE MALLAS	24
PROGRAMA DE CÁLCULO LOTUS®	26
PROGRAMA DE EVALUACIÓN GEOLÓGICA MINERA DATAMINE® ..	26
CAPITULO IV	27
MARCO METODOLÓGICO.....	27
METODOLOGÍA.....	27
TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
UBICACIÓN DEL SECTOR Y PLANTEAMIENTO DE LAS CALICATAS	27
PREPARACIÓN DEL TERRENO.	28
CALICATAS.....	29
MUESTREO.....	30
CALCULO DEL TONELAJE Y TENOR DEL BLOQUE EXPLOTABLE	31

DESCRIPCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y PRODUCCIÓN	31
COMPARACIÓN CON LAS MUESTRAS DE TRITURACIÓN	32
DESCRIPCIÓN DEL FRENTE DE EXTRACCIÓN.	32
CAPITULO V	35
ANÁLISIS DE RESULTADOS	35
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	35
MUESTREO EN CALICATAS Y CONCENTRACIONES EN LAS MUESTRAS.....	35
REPRESENTACIÓN DE LA LITOLOGÍA ESTUDIADA	38
DETERMINACIÓN DEL TONELAJE Y CONCENTRACIONES FINALES.....	40
DESCRIPCIÓN DE LA PLANIFICACIÓN Y OPERACIONES PARA EL ÁREA ESTUDIADA.	41
CALIDAD DEL MINERAL.....	43
DESCRIPCIÓN DEL FRENTE DE EXTRACCIÓN	45
CONCLUSIONES.....	47
GLOSARIO.....	49

INTRODUCCIÓN

Minera Loma de Níquel C.A. es la empresa operativa responsable de la explotación del depósito níquelífero ubicado en Venezuela en la jurisdicción de Guaicaipuro (Estado Miranda) y de Santos Michelena (Estado Aragua), aproximadamente a 87 Km. del suroeste de Caracas, a una altura de aproximadamente 1200 m. sobre el nivel del mar. Dentro de la gerencia de minas existe el departamento de geología, el cual está encargado de realizar las labores de perforación, descripción litológica de los horizontes presentes en el yacimiento, además de realizar el seguimiento de calidad del mineral extraído que es llevado a procesamiento.

El objetivo general del presente trabajo es el de determinar el impacto del trabajo efectuado por este departamento en la planificación y operaciones de producción de la mina. Para esto, se llevó a cabo una serie de actividades para el estudio de un volumen de mineral ubicado en el Sector 3 Este del yacimiento Loma de Hierro, antes, durante y después de su extracción; estas actividades comprenden un muestreo mediante calicatas, seguimiento de las evaluaciones de laboratorio, así como descripción litológica de los frentes

La presente investigación está conformada por cinco (5) capítulos, los cuales se dividen de la siguiente forma; el capítulo I explica las características del problema, el capítulo II comprende las bases teóricas empleadas para el desarrollo de la investigación, el tercer capítulo describe las características de la empresa, procesos y características del yacimiento explotado, el capítulo IV detalla la metodología empleada para desarrollar la investigación y el capítulo V indica los resultados obtenidos en cada fase metodológica, así como el análisis que se desprende de estos.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del Problema.

Es conocido que la evaluación geológica del yacimiento durante las etapas de prospección y exploración, es la base del estudio de factibilidad para la explotación de mineral, y el pilar de la planificación de mina. Sin embargo, se conoce poco de las actividades que desarrolla el departamento de geología durante el desarrollo de la mina; y en muchas ocasiones se concibe como una actividad de determinación de extensiones del yacimiento que podrían convertirse en nuevos recursos y reservas.

Las actividades realizadas en el departamento de geología de la empresa Minera Loma de Níquel C.A., son más extensas e influyen día a día en la planificación a corto plazo y las operaciones de mina. Es por esto que se presenta la necesidad de determinar cuál es la importancia de la evaluación geológica en el desarrollo de la planificación y operaciones diarias, por medio de la evaluación en campo de las variables geológicas que influyen en la producción del mineral con la calidad y características exigidas por la planta de procesamiento.

Objetivos

Objetivo General

Determinar el impacto de la evaluación geológica en la producción de mineral de la empresa Minera Loma de Níquel C.A..

Objetivos Específicos

- Desarrollar una campaña de muestreo sobre un volumen de mineral del Sector 3 Este del yacimiento..
- Caracterizar litológicamente el volumen de mineral.
- Elaborar representaciones litológicas del área en estudio en planta y secciones.
- Determinar el tonelaje explotable del sector en estudio.
- Describir el plan empleado para la explotación del volumen de mineral.
- Comparar los resultados de %Níquel de las muestras de producción con las muestras iniciales.
- Describir litológicamente el material remanente después de la explotación.

Justificación

El departamento de geología de las empresas mineras se desarrollan a la par de la vida de la mina, trabajan día a día en la toma de muestras, descripciones y seguimiento de datos geológicos, esto con la finalidad de informar a las áreas de planificación, desarrollo y operaciones sobre los posibles cambios y actualizaciones que pueda tener el modelo geológico inicial. Desde luego, esta actividad debe influir en las actividades que realicen todas las áreas de la mina, desde la programación de la explotación, pasando por la extracción, procesamiento y hasta obtener el producto final con las características que requiera el cliente.

Como profesionales de la minería, es importante conocer el uso que puede ser dado a estas actualizaciones y estudios geológicos y su aplicación en la planificación de la mina, con el cuidado que amerita la necesidad de un mineral de concentraciones elevadas, con características específicas, que debe ser monitoreado diariamente, para alcanzar al fin de la planificación a corto plazo, lo que inicialmente habíamos previsto, sin comprometer aguas abajo la producción de mineral.

Alcances y Limitaciones

Mediante la evaluación geológica de un volumen de mineral ubicado en el Sector 3 Este, se podrá observar toda la evaluación que debe realizar el departamento de geología antes, durante y después de la producción del bloque analizado. Estas evaluaciones incluyen el muestreo en calicatas, la caracterización de las muestras, las descripciones litológicas in situ, así como el seguimiento de las muestras.

Sin embargo, el muestreo que se realiza comúnmente para el yacimiento se realiza mediante perforación de pozos, lo que posiblemente marque una diferencia importante, ya que no se podrá acceder a muestras de más de tres metros de profundidad. Además, no se podrá tener acceso a las actividades que se realizan en las evaluaciones de laboratorio, y solo se recibirán los datos ya analizados, a partir de estos se determinarán las concentraciones globales.

Adicionalmente, las características de la evaluación geológica son dirigidas a un volumen en particular del yacimiento, y no incluyen evaluaciones destinadas a la conformación de pilas temporales, calidad de las pilas de homogeneización finales y calidad de los subproductos o material de recirculación, entre otras actividades, por lo que la influencia observada de las actividades de geología estará limitada a un estudio en particular.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

La empresa Minera Loma de Níquel C.A.

Visión

Ser reconocida como una gran empresa por sus niveles de productividad y calidad en la producción de Níquel, contemplando la seguridad, la responsabilidad social y la preservación del medio ambiente.

Misión

Es una empresa dedicada a la producción de venta de Níquel, a costos competitivos mediante:

- La producción con seguridad.
- La inversión en las mejoras tecnológicas.
- El compromiso con la prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Respeto por el medio ambiente, la comunidad, contratistas y proveedores.
- El compromiso con la mejora continua y la optimización de los activos.

Valores

Minera Loma de Níquel C.A. orienta todas sus acciones dentro del marco ético, a través de un sistema de valores organizacionales que son:

- Respeto al individuo y su seguridad.
- Desarrollo sustentable.
- Desarrollo continuo.
- Excelencia.
- Honestidad.

- Trabajo en equipo.

Objetivos Generales de Minera Loma de Níquel C.A.

- Vivir y sentir la conciencia del trabajo seguro, orientado a la prevención de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Desarrollar la comunicación en todos los niveles de nuestra fuerza laboral, aprovechando al máximo sus conocimientos y experiencias, mediante su crecimiento profesional y personal, impactando una mejor calidad de vida, entusiasmo y una alta motivación para incrementar el sentido de pertenencia a la organización.
- Alcanzar la producción planificada a un costo menor a lo presupuestado, optimizando los recursos disponibles, apoyándonos en el proceso de mejora continua. Priorizando los asuntos de mayor impacto orientados a la toma de decisiones y acciones inmediatas,
- Mantener las operaciones dentro de las normativas legales vigentes, con alto sentido de responsabilidad social hacia la fuerza laboral y partes interesadas.
- Garantizar la calidad de los procesos mediante la estandarización, productividad y control de los mismos a fin de optimizar la interrelación entre todas las áreas de la organización.
- Mantener el compromiso con la preservación del medio ambiente.

El proceso de producción de mineral

El yacimiento niquelífero de Minera Loma de Níquel C.A. consiste de una mina a cielo abierto donde no se emplean explosivos de ningún tipo para la extracción y remoción del mineral; mediante el uso de palas excavadoras, el mineral es extraído y cargado a camiones de 55 toneladas de capacidad, para ser trasladado desde la mina hasta la planta de procesamiento. El programa

para extraer, apilar y transportar al Níquel está diseñado para una tasa de producción de 1,3 millones de toneladas secas por año durante un periodo de 30 años, con un contenido de Níquel de 1,62%.

Preparación

Es la primera fase de preparación o reducción de tamaño. En esta fase se descargan los camiones para tres etapas de trituración en circuito abierto. En la primera etapa de Trituración primaria el mineral es separado por un cribón fijo de 450 mm.de apertura, los materiales de mayor tamaño caen a un triturador de mandíbulas donde se reducen los terrones, luego s enviada por correas transportadoras a la segunda etapa de trituración primaria, donde un triturador de doble rodillo reduce el mineral hasta 250 mm. En la tercera etapa, otro triturador de doble rodillo reduce todo el mineral al tamaño máximo de 60 mm, húmedo, generalmente blando. El mineral triturado se almacena en dos pilas al aire, para lo que se utiliza un apilador automático (apilador/reclamador) en forma de V invertida, cada una con capacidad para 118.000 toneladas de mineral húmedo. Además de proporcionar almacenaje para 42 días de operación, el propósito principal de las pilas es garantizar la homogeneización (mezclar los tipos y tenores de mineral sumamente variados) para la alimentación de la planta de procesamiento.

La pila conformada tendrá una composición de 1,62% a 1,78%Ni y 13,8 a 21,4%Fe y relación SiO₂/MgO de 1,39% aproximadamente. Debido a que el mineral en la temporada de lluvia puede tener hasta un 30% de humedad, su utilización en estas condiciones acarrearía problemas en los sistemas del proceso aguas abajo. Por tal motivo se requiere secar el mineral hasta un 1 o 18% de humedad, de acuerdo a la condición mínima para evitar la generación de polvo en los sistemas. Un recuperador de cangilones automático, recoge de forma continua el mineral para llenar un silo de 25 toneladas que sirve para controlar la alimentación al horno de secado. Este consiste de un tambor

rotativo, de 4m. de diámetro y 27 m. de largo, que usa como combustible gas natural, el cual tiene un capacidad máxima de 234 t/h (base húmeda). Una vez secado el mineral, pasa a trituración terciaria, última etapa de reducción de tamaño a máximo 15 mm.en una trituradora de rodillos para luego ser almacenado en una pila cubierta de 12.000 toneladas secas.



**Figura 1. Depósito de mineral en el cribón.
(Tomado de Intranet MLdN)**

Calcinación

El mineral para por un proceso de calcinación para la reducción parcial del hierro presente y la eliminación del agua física y química, utilizando carbón mineral como un agente reductor. Esto se realiza en dos hornos rotatorios que miden metros de diámetro por 120 metros de longitud cada uno, a una temperatura de 850°C; conseguida con un quemador que utiliza gas. La capacidad de los hornos es de 110 ton/hora.

Reducción – Fusión

El mineral pre-reducido y calcinado es introducido en dos hornos de arco eléctrico sumergidos (Figura 2), de 17,5 metros de diámetro y 45MVA, donde la generación de un arco eléctrico sobre la carga de mineral genera el calor para su fusión a aproximadamente 1650°C. En el proceso se crean dos fases: una de menor densidad o escoria, consistente principalmente por óxidos de S y Mg y otra fase más pesada o fase metálica con una proporción de Ni y Fe. La fase metálica, es colada o vertida en cucharas de 4 toneladas de capacidad, desde

cada horno cada 6 horas en promedio (total de ocho coladas por día) para su posterior depuración o refinado de impurezas como son el Azufre, Fósforo, Carbón y Silicio de acuerdo a los requerimientos de los clientes. El consumo de energía específico en la operación es de 560 kW/ton y la recuperación de Níquel desde el mineral a la fase metálica es de 90%.

Refinación

Inmediatamente concluido el proceso anterior, el metal es colado, del horno de reducción (Figura 2), sobre una cuchara precalentada, iniciándose la inyección de oxígeno y cal en forma controlada para la primera fase de remoción del contenido de fósforo y carbono disueltos en el metal líquido. Posteriormente, la cuchara de 9MVA, de a una temperatura aproximada de 1600°C, el metal líquido será desoxidado con la adición de aluminio. La aleación de ferro-níquel (Fe-Ni) es granulada en un tanque especial de agua, clasificada por tamaño y almacenada para su posterior expedición a los clientes. El ferro-níquel listo para despacho se presenta en forma de piezas p granalla. Con un tamaño de 3 a 30 mm.y su composición típica es 20 – 25%Ni; 0,03%Si máx.; 0,04%C max.;0,06%S max.;0,03%P máx.



Figura 2. Procesos metalúrgicos.

(Tomado de Intranet MLdN, 2010)

CAPÍTULO III

BASES TEÓRICAS

Génesis del Yacimiento.

La génesis del yacimiento se remonta a unos 106 Ma. atrás aproximadamente. Está constituida por un complejo peridotítico-gabroide, de origen secundario, el cual se compone de peridotita serpentizada, dunitas, piroxenitas, troctolitas y gabros asociados a basaltos. La peridotita es principalmente una harzburgita de grano grueso con olivino y enstatita de color negro a verde de acuerdo al grado de serpentización.

Se puede afirmar que el manto regolítico que cubre a la roca, es producto de un proceso de alteración superficial, activo bajo determinadas condiciones climáticas y topográficas, que se denomina laterización. Los cambios bruscos de temperatura y la circulación subterránea de las aguas de infiltración, alteran gradual y progresivamente a la roca, predominando la acción geoquímica de disolución o ataque sobre la mecánica de erosión. Las aguas se infiltran por las fisuras o diaclasas producidas por efecto de los esfuerzos dinámicos, posiblemente durante el emplazamiento de la masa peridotítica, y ponen rápidamente en solución a los cationes de hierro, magnesio, níquel, cobre, cobalto, entre otros.

De esta manera, se puede afirmar que la mineralización de níquel puede ser dividida en tres fases:

La primera fase comprende la serpentización de la roca ultrabásica fresca, variable según el grado de hidratación de los silicatos anhidros, originada por metamorfismo regional o hidrotermal mediante la impregnación permanente por aguas superficiales al abrigo del aire. Su tenor es el inicial de la roca madre, constante en el orden de +/- 0.25% Ni.

La segunda fase se produce en la roca alterada del cuerpo regolítico, en el cual no ha habido pérdida de níquel durante la fase inicial, el enriquecimiento proviene de la pérdida más o menos total de sílice y magnesio que puede representar más del 75% de la composición de la roca madre. El níquel se encuentra difuso en la masa alterada y solo se evidencia en los análisis químicos, no es explotable, pero la mineralización contribuye a la concentración posterior que se produce en la tercera fase.

La tercera fase es la más compleja e importante. Se ha mencionado antes el límite frecuentemente brusco en el cuerpo regolítico entre la roca alterada con mineralización níquelífera y la laterita ferruginosa propiamente dicha. Este límite avanza progresivamente en sentido descendente a medida que se incorporan el magnesio y la sílice restantes en la roca ultrabásica alterada y la casi totalidad del níquel, y el espesor de la laterita residual ferruginosa aumenta gradualmente, este desplazamiento progresivo hacia la base límite níquel-hierro se denomina “descenso” de la saprolita.

Las aguas superficiales que se infiltran, probablemente ácidas, atraviesan la saprolita porosa y se mantienen durante algún tiempo en la porción inferior plástica de esta zona, poniendo a los elementos de los minerales que se encuentran en la roca alterada en soluciones que pueden luego precipitar, constituyendo entonces, las concentraciones explotables de níquel.

Características geológicas del yacimiento níquelífero Loma de Hierro.

El depósito de Loma de Níquel, se debe considerar como producto del desgaste de la acción atmosférica de tipo residual sobre las rocas existentes. Por otra parte, es enriquecido varios grados por las soluciones asociadas a los acontecimientos tectónicos.

La empresa Minera Loma de Níquel C.A. ha desarrollado los criterios que permiten la clasificación de todas las muestras, según el concepto del perfil de la alteración. Estos han permitido la definición de los parámetros químicos y mineralógicos en cada una de esas zonas, con implicaciones económicas positivas muy evidentes, debido a una disminución significativa de los costos de la operación de mina. A través de estos criterios se desarrollo un perfil de alteración compuesto por cuatro zonas (Figura 3):

Zona 1: Se compone de una laterita roja oscura. El material es poroso y permeable, con una humedad media de 24.77%. Desde un punto de vista mineralógico los óxidos y los hidróxidos del hierro prevalecen en la forma de concreciones, así como en minerales de arcilla. Este material se considera inútil, debido al alto contenido de hierro que dificulta el proceso pirometalúrgico.

Zona 2: Se diferencia de la zona 1 debido a su color amarillento y a un contenido más alto de minerales de arcilla. Es una capa muy porosa y casi impermeable. Los valores de humedad se encuentran entre 13% y 52%. Desde el punto de vista mineralógico, los óxidos de hierro e hidróxidos prevalecen. Debido al alto contenido de Fe y de la relación SiO_2/MgO , la unión de las zonas 1 y 2 componen la capa inútil que cubre el mineral (saprolita). Sin embargo, durante el proceso de la explotación, el material de las zonas 1 y 2 se deben poner en las descargas inútiles separadas, debido a la posibilidad de usar el material de la zona 2 en el futuro en otros procesos metalúrgicos pues, el alto grado de níquel se presenta en la zona 2 (1.2 %).

Zona 3: Esta compuesta por serpentinas y saprolitas, su color varía entre marrón amarillento y pálido verde. Es altamente poroso, muy fracturado y su humedad se encuentra entre 15 y 46%. Desde el punto de vista económico, esta es la zona más importante a ser explotada debido a la alta composición de Ni. El mineral principal del Níquel es garnierita; la cromita y la magnetita son minerales adicionales presentes en esta zona. Durante el proceso de la

explotación, este material (saprolita) se considera como la materia prima para la planta metalúrgica.

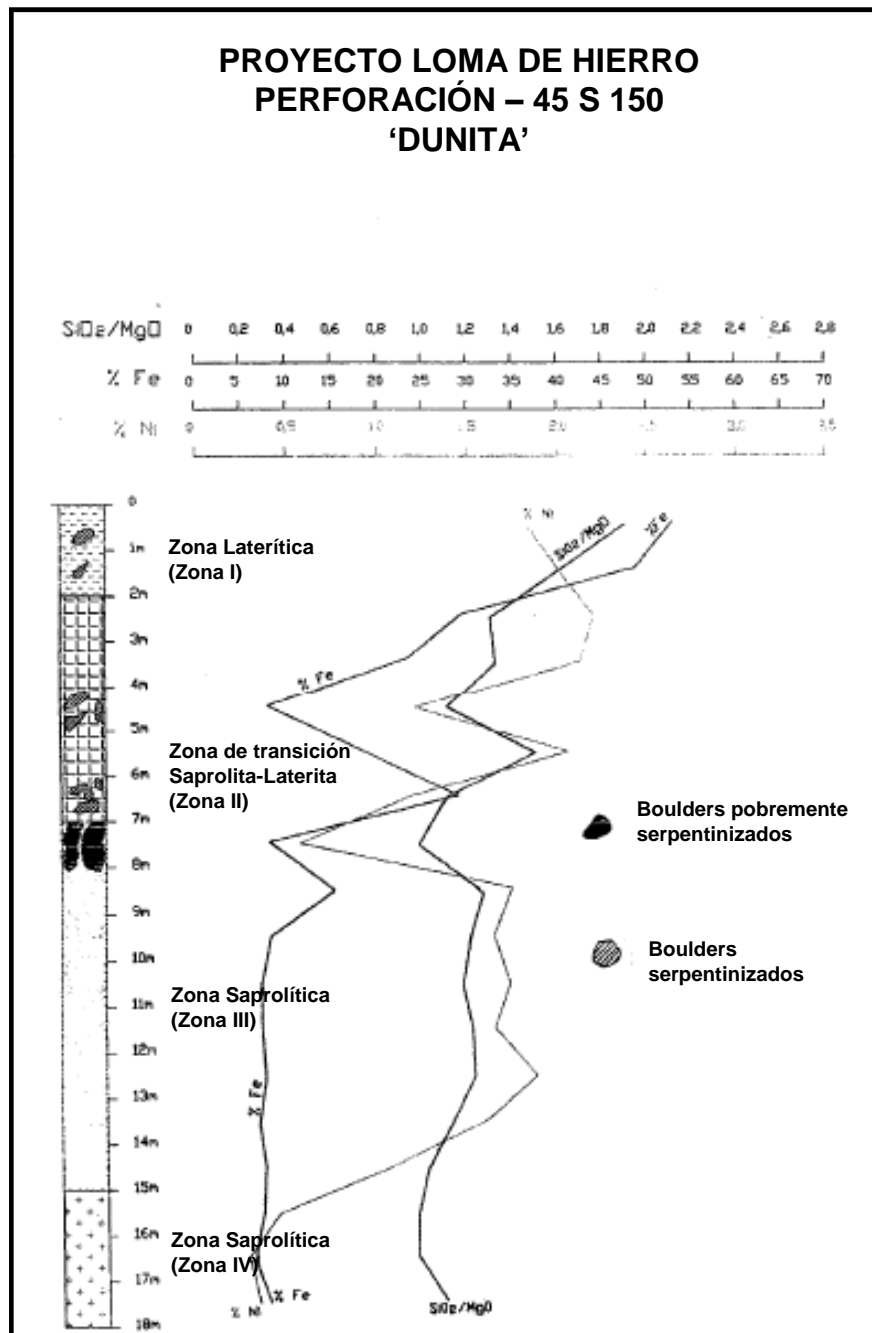


Figura 3. Zonas identificadas en el yacimiento.
(Tomado de Informe de Factibilidad MLdN, 1995)

Zona 4: El principal tipo litológica presente en esta zona son las peridotitas, en su mayoría serpentinizadas. Este material se presenta en la forma de bloques de varias dimensiones, alcanzando a veces 3 m. de diámetro. El color del material está entre amarillento verde y gris, y es cortado por las venas pequeñas de pirolusita. En ciertas partes del depósito los bloques de roca se encuentran fracturados. Estas fracturas son rellenadas por garnierita y ópalo; la cromita y la magnetita prevalecen como minerales adicionales. El contenido de Ni es variable, por consiguiente, no se explota durante la operación de la mina. Su humedad media es baja 14% aproximadamente.

Debido a la variedad de espesores de los diferentes horizontes del yacimiento y al desigual porcentaje de Ni a lo largo de la mina, Minera Loma de Níquel C.A. decide dividir el complejo niquelífero en distintos sectores.

Entre ellos se encuentran los tres sectores en actual explotación (Sectores I, II y III) en los cuales son reconocidas las tres unidades típicas del yacimiento, relacionadas a la formación de la mineralización de Ni, es decir, laterita, saprolita y roca basal (dunitas, piroxenitas, gabros y peridotitas).

En detalle los tres sectores poseen diferentes características, tal como se menciona a continuación:

En el sector I se destaca la abundancia de Boulders en la saprolita.

En el sector II se caracteriza por la fácil diferenciación de las tres unidades mencionadas anteriormente (laterita, saprolita, roca basal)

El sector III presenta cierta dificultad en la diferenciación de laterita y saprolita por una generalizada abundancia de Fe.

Muestreo en Calicatas

Lascalicatas, zanjas, rozas, pozos, etc. Consisten en excavaciones realizadas mediante medios mecánicos convencionales, que permiten la

observación directa del terreno a cierta profundidad, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ.

Tiene la ventaja de que permiten acceder directamente al terreno, pudiéndose observar las variaciones litológicas, estructura, discontinuidades, etc. Así como tomar muestras de gran tamaño para la realización de ensayos y análisis.

Las calicatas son unos de los métodos más empleados en el reconocimiento superficial del terreno, y dado su bajo costo y rapidez de realización, constituyen un elemento habitual en cualquier tipo de investigación in situ. Sin embargo, cuentan con las siguientes limitaciones:

- La profundidad no suele exceder de cuatro (4) metros.
- La presencia de agua limita su utilidad.
- El terreno debe poderse excavar con medios mecánicos.
- Para su ejecución es imprescindible cumplir las normas de seguridad frente a derrumbes de las paredes, así como cerciorarse de la ausencia de instalaciones, conducciones, cables, etc.

Los resultados de este tipo de reconocimiento se registran en estadillos e los que se ubica la profundidad, continuidad de los diferentes niveles, descripción litológica, discontinuidades, presencia de filtraciones, situación de las muestras tomadas y fotografías.

Toma de muestra en calicatas

Durante la realización de calicatas u otro tipo de excavaciones en suelos, pueden tomarse muestras alteradas e inalteradas. Las muestras alteradas se extraen mediante palas o métodos manuales, introduciéndolas en sacos estancos de plástico. La cantidad de muestra a tomar depende de la

granulometría de los materiales y del tipo de ensayo a realizar. Para terrenos arcillosos y ensayos de identificación, suele ser suficiente con dos o tres Kilogramos. En arenas y gravas, esta cantidad se duplica o triplica en función del tamaño de grano, pudiéndose superar los cien kilogramos en caso de tamaños grandes de bolos o fragmentos de roca (como en depósitos coluviales o aluviales).

Las muestras inalteradas pueden extraerse mediante dos procedimientos:

Muestras en Bloque: El procedimiento consiste en el tallado manual de un bloque de suelo, y su inmediato sellado y protección con parafina y vendas.

Hinca de Tubos toma muestras, el sistema consiste en clavar un tubo toma muestras en las paredes o en el fondo de la excavación, mediante empuje manual (en suelos blandos), o mecánico con la propia pala de la excavadora (en suelos firmes). Los extremos del tubo se parafinan y se protegen para su envío al laboratorio.

Tamaño de las muestras

El tamaño de las muestras inalteradas está condicionado a la exigencia de los ensayos de laboratorio. Los diámetros más usados están comprendidos entre 55 y 100 mm. Para ensayos de compresión simple puede ser suficiente un diámetro aproximadamente de 55 mm., mientras que para ensayos edométricos es conveniente un diámetro mínimo de 80 mm. Si se requiere obtener tres muestras en el mismo plano para el ensayo triaxial será necesario un diámetro al menos de cien milímetros. La longitud mínima de las muestras debe permitir obtener un tramo central suficientemente largo lo más intacto posible, ya que es inevitable una cierta alteración en los extremos de la muestra.

En el transporte de las muestras inalteradas deben evitarse el calor, las vibraciones y los golpes. Su almacenamiento hasta la realización de los ensayos se efectúa en la cámara húmeda del laboratorio.

Estudio de las muestras en laboratorio

Las muestras fueron analizadas por el laboratorio de Minera Loma de Níquel C.A., mediante el método ICP-OES; estas son las siglas que identifican a la técnica de Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma acoplado Inductivamente, el plasma constituye la fuente de energía excitadora y se forma con flujo de argón que atraviesa un campo de radiofrecuencia, ésta induce la ionización del argón, lo que permite alcanzar altas temperaturas, aproximadamente unos 10000 K. A esta temperatura, los elementos presentes en la muestra emiten luz a longitudes de onda características, que son superadas por medio de una rejilla de difracción y capturadas por detectores sensibles a la luz, uno por cada elemento. Esto permite analizar de manera simultánea muchos elementos en corto tiempo.

La técnica de espectrometría con plasma es una variante de las técnicas de análisis instrumental, las ventajas principales de esta técnica radican en la alta precisión, exactitud y mejores límites de detección, analizando la mayoría de los elementos e isótopos en el sistema periódico. El diagrama del estudio se muestra en la Figura 4.

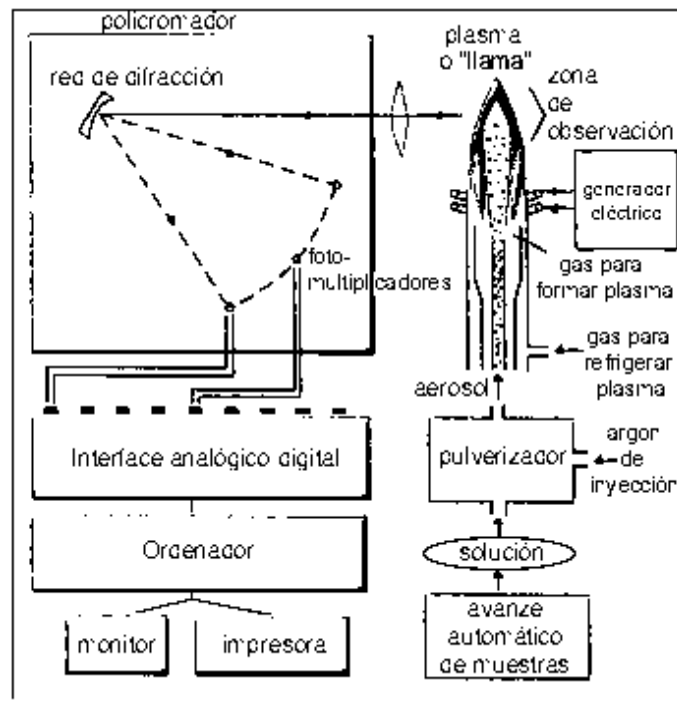


Figura 4 Esquema del Análisis por Plasma de acoplamiento Inductivo IPS-OES
(Tomado de Intranet MLdN)

Métodos de Cálculo de Reservas

Métodos de contorno

Están particularmente programadas a cálculo manual de reservas minerales donde tendencias especiales pueden ser reconocidos en los datos facilitando el contorno a mano. Cuatro métodos existen, sin embargo, el que se tratará en este estudio corresponde a la sobreimposición de mallas.

Método de sobreimposición de mallas

Aquí, los puntos de intersección de las perforaciones son llevadas a planos, y vistas transversales, junto con los componentes de espesor más relevantes, la acumulación de metales o tenor. Los planos de contorno son luego producidos de 2 o 3 variables. Asumiendo que el depósito varía en espesor, y dibujado en planos transversales, los límites del depósito son definidos empleando el criterio relevante y luego una matriz de bloques de

mena es sobreimpuesta y sus dimensiones ayudan a fijarse exactamente dentro de los bloques explotables. Sus tamaños deben reflejar el espaciamiento de las perforaciones vertical y horizontalmente sobre una vista transversal, o el espaciamiento de subniveles de la mina, la altura de cada levantamiento en corte y relleno. Esto se repite para el espesor horizontal empleando el mismo tamaño de bloque y límite de mena.

Para todos los bloques dentro de los límites de mena, los valores son asignados al punto medio de cada bloque mediante interpolación entre los contornos, primero para la acumulación de metales, luego para espesores.

Donde los bloques se superponen cerca de los bordes, un estimado de la porción de mena en el bloque es hecho, junto con un estimado de la acumulación de metales y el espesor en el centro de gravedad de esta sección de mena. Alternativamente, el ejercicio puede ser simplificado siguiendo una cierta cantidad de pérdida y ganancia en los márgenes. Asumiendo que el método de fracción de mineral es empleado, la acumulación global puede ser calculada para todos los bloques Ecuación 1):

$$Tenor = \frac{(\sum AMH_{BC} + \sum (AMH \cdot FM)_{BI})}{(\sum EH_{BC} + \sum (EH \cdot FM)_{BI})}$$

Ecuación 1. Tenor mediante sobreimposición de mallas

Donde:

BC = Bloques Completos.

BI = Bloques Incompletos.

AMH = Acumulación Metal Horizontal (%).

FM = Fracción de Mena de Bloques incompletos.

EH = Espesor Horizontal (m)

Programa de Cálculo LOTUS®

Consiste en una hoja de cálculo empleada en la descripción de los frentes de explotación, mediante la clasificación visual de las zonas litológicas características del yacimiento.

Programa de evaluación geológica minera DATAMINE®

Consiste en un programa de interfaz gráfica donde el usuario diseña los modelos geológicos-mineros para la explotación de mina a cielo abierto y subterráneo, a partir de la información de campo, como son pozos, levantamientos topográficos entre otros.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Metodología

Tipo de investigación

El estudio que se realizará contemplará la toma de muestras en campo, así como la obtención de resultados de muestras en laboratorio, para ser analizadas posteriormente, por lo que la investigación será descriptiva de campo.

Ubicación del Sector y planteamiento de las calicatas

El área en estudio es la fosa sector 3 – este del yacimiento, en las coordenadas locales que muestran los pozos de la Figura 6. La Figura 5. muestra el lugar donde se realizará la toma de muestras.

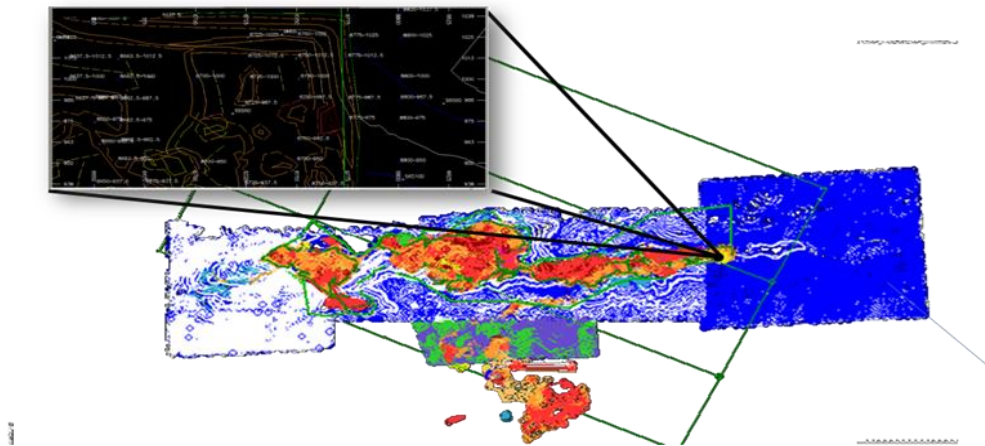


Figura 5. Ubicación del muestreo.

(Tomado del programa de evaluación minera Datamine®)

A partir del levantamiento topográfico y de la información de los pozos iniciales, tomados del software Data Mine, se determinó que el área en estudio presenta pozos colgados en concentraciones de 2.0% Ni, como se muestra en la Figura 6.

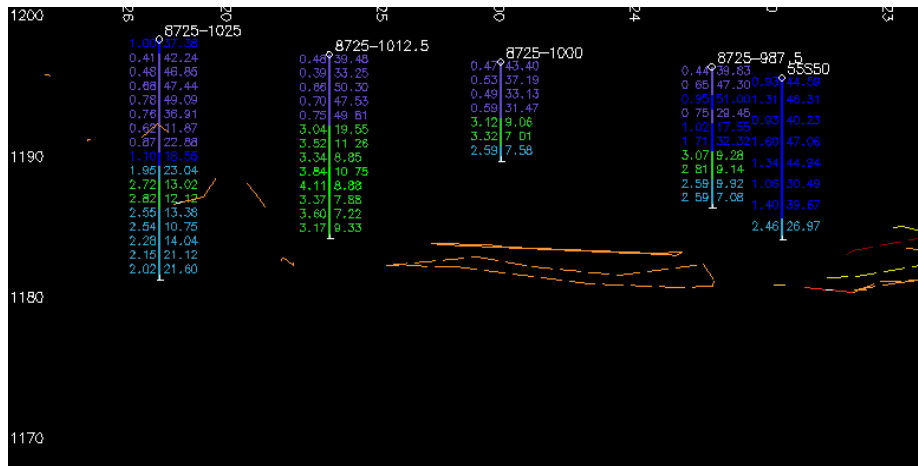


Figura 6. Pozos colgados con concentraciones mayores al 2% Ni.

(Tomado de Archivo de Pozos MLdN, programa de evaluación minera Datamine ®)

Las calicatas fueron planteadas entre los pozos que presentaron estas características, como puede observarse en la Figura 7.

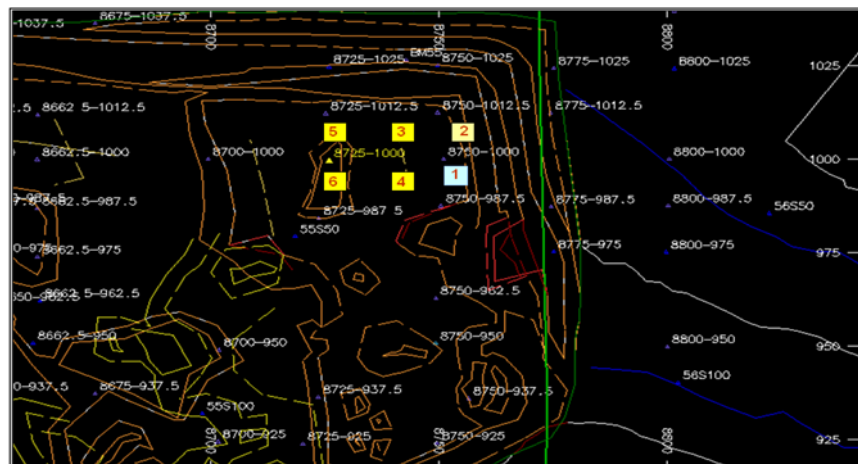


Figura 7. Planteamiento de las calicatas.

(Modificado de Archivo MLdN, Programa de evaluación minera Datamine ®)

Preparación del Terreno.

Para permitir la entrada del equipo que realizó las calicatas, se efectuó una preparación previa del terreno, empleando un tractor marca Komatsu, modelo WA470 para elaborar un acceso.

Calicatas.

Las calicatas fueron planteadas en campo empleando una cinta métrica, para medir la distancia media entre los pozos ya identificados en campo. La identificación de las calicatas fue realizada mediante estacas y cinta naranja conteniendo el número de correspondiente (Ver Figura 8)



Figura 8. Vista de las calicatas en campo.

Para desarrollar cada calicata, fue empleado un retrocargadorKomatsu modelo WB93R, con un alcance de hasta 3 metros; la extracción del mineral se efectuó metro a metro, vertiendo el material en pilas individuales alrededor de la calicata, como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Desarrollo de las calicatas y distribución de los pilas.

Muestreo.

Para obtener una muestra representativa metro a metro de las calicatas, se procedió a tomar material de cuatro extremos equidistantes de cada pila.

Las muestras fueron tomadas manualmente, conteniendo un peso de 15 Kg. aproximadamente. Estas muestras se introdujeron en bolsas de muestras cerradas, para conservar la humedad y evitar la contaminación del material (**¡Error! Argumento de modificador desconocido.**)



Figura 10. Toma de muestras para ICP.

De igual forma, las muestras fueron identificadas mediante etiquetas codificadas internamente por la empresa Minera Loma de Níquel C.A. (Figura 11).



Figura 11. Identificación de muestras.

La relación de estos códigos está relacionada con cada muestra de la siguiente forma (Tabla 1).

Tabla 1. Códigos asignados a las muestras.

Calicata	Profundidad	Código
Calicata #1	1 m.	1000-2920
	2 m.	1000-2921
Calicata #2	1 m.	1000-2922
	2 m.	1000-2923
	3 m.	1000-2924
Calicata #3	1 m.	1000-2925
Calicata #4	1 m.	1000-2926
	2 m.	1000-2927
Calicata #5	1 m.	1000-2928
	2 m.	1000-2929
	3 m.	1000-2930
Calicata #6	1 m.	1000-2931
	2 m.	1000-2932
	3 m.	1000-2933

Calculo del tonelaje y tenor del bloque explotable

Para la determinación del tonelaje y tenor del área en estudio, se empleó el método manual de cálculo de reservas de superposición de mallas, que se explican en detalle en las bases teóricas, ya que es tomado en cuenta un % de mineral metro a metro en calicatas que tienen un área de influencia delimitada por la malla de 25x12,5 m. y que son calculadas mediante la Tabla 2.

En Minera Loma de Níquel C.A. es empleado el programa de evaluación minera DATAMINE® para efectuar el cálculo de tonelaje y tenor de manera automática. Se efectuará una comparación de los resultados obtenidos de forma manual y computacional; esto con la finalidad de determinar la precisión alcanzada.

Descripción de Planificación y Producción

La porción de mineral superior al 1,62%Ni ser extraída en la planificación del mes de agosto para la conformación de la pila de homogeneización 186A.

Las actividades de planificación y producción del bloque serán descritos, incluyendo equipos, tiempo efectivo, turnos y viajes realizados.

Comparación con las muestras de Trituración

El área de trituración requiere un monitoreo constante del mineral, el muestreo se realiza con un muestreador automático cada diez (10) viajes de un mismo frente o pila temporal, que prepara una muestra representativa sin sobrepasar los 15 Kg., esta es codificada y enviada a laboratorio donde se realiza el análisis ICP-Plasma Total.

Los resultados de laboratorio correspondientes a las muestras de Trituración del S3-1175 serán comparadas con los iniciales del muestreo en calicatas, para determinar el nivel de precisión de nuestro estudio. Para esto se emplearán métodos estadísticos para el cálculo de desviación estándar y porcentajes de error.

Descripción del frente de extracción.

Finalmente, en el frente previamente extraído, se realizará una descripción litológica del frente de extracción, mediante cartolas de descripción y carga de la información en el software Lotus. Esta es una actividad que se realiza diariamente, con la finalidad de actualizar los datos litológicos y tener información visual de aquellas áreas que anteriormente no se podían divisar y se caracterizaban solo con la información de los pozos.

La metodología utilizada para la descripción de frentes y la actualización geológica en el software LOTUS®, tiene el siguiente procedimiento:

1. Construir un perfil geológico del bloque remanente después de la extracción, tomando en cuenta la litología presente, la dirección del corte, la distancia existente entre los extremos que definen el frente y las coordenadas UTM de cada punto. Para esto se debe:

- a. Colocar una estaca con la respectiva identificación (número de estaca, sector, nivel) en cada extremo del frente que se desea describir.
 - b. Tomar el rumbo entre las estacas con el manejo de la brújula y medir la distancia existente entre los extremos, con el uso de una cinta métrica o de la constante de pasos.
 - c. Realizar el corte geológico del frente a escala, tomando en cuenta los datos obtenidos y la litología existente.
2. Describir detalladamente el frente, tomando en cuenta el color del suelo, la presencia de Boulders, el contacto entre diferentes horizontes, la humedad existente, presencia de cuerpos lateríticosirruptivos, minerales presentes (si se pueden apreciar), granulometría, etc.
3. Realizar el levantamiento topográfico de los puntos ubicados en cada frente, para obtener las coordenadas UTM de cada punto y luego convertirlas a las coordenadas locales empleadas por la gerencia de minas de la empresa MLdN.
4. Plasmar diariamente en el software LOTUS® las descripciones geológicas de cada frente en extracción (Figura 12).

CAPITULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Resultados y Análisis

Muestreo en calicatas y concentraciones en las muestras

En el área de estudio se pudo visualizar boulders de 0,1 a 1 m. de diámetro, disgregados sobre el terreno a estudiar, las muestras tomadas en los puntos seleccionados previamente, presentaban un color amarillo medio, que indica altas concentraciones de Ni, sin embargo, la presencia de roca y boulders en el sector, indican la existencia de un porcentaje de dilución elevado (entre 20% y 40% aproximadamente).

Existen calicatas que no alcanzaron los tres metros de profundidad, la presencia de rocas de gran tamaño no permitieron el avance del retrocargador, se infiere un contacto con roca, por lo que el material de los metros subsiguientes podría corresponder a la presencia de boulders de mayor tamaño, con la existencia de elevado porcentaje de dilución o a roca fresca, con un porcentaje de Níquel inferior al 0,8% (Roca pobremente saprolizada %Ni<0,8% y %Fe<15%), esto puede aseverarse referenciándonos en las características de las zonas de acuerdo a los estudios geológicos previos sobre el yacimiento.

Las concentraciones correspondientes a las muestras de calicatas, se presentan en las ilustraciones siguientes (Figura 13, Figura 14 y Figura 15):

LINEA 8750/ CALICATAS 1 Y 2

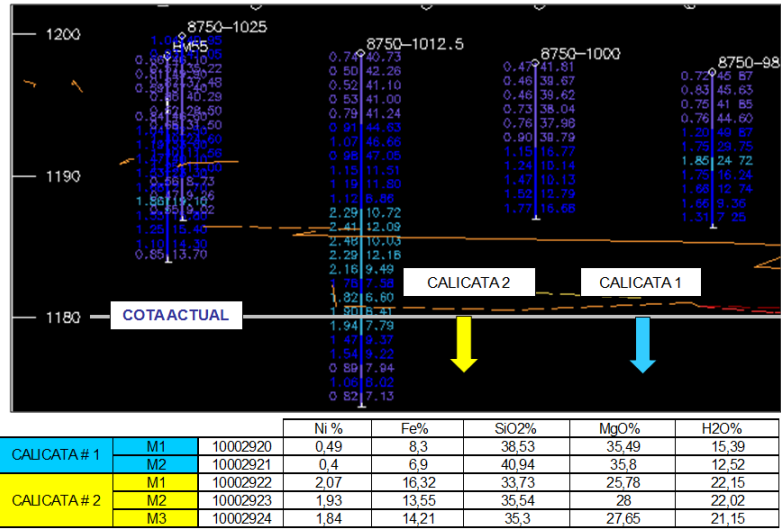


Figura 13. Concentraciones en las calicatas 1 y 2.

(Modificado del programa de evaluación minera Datamine®)

ENTRE LINEA 8750 Y 8725 / CALICATAS 3 Y 4

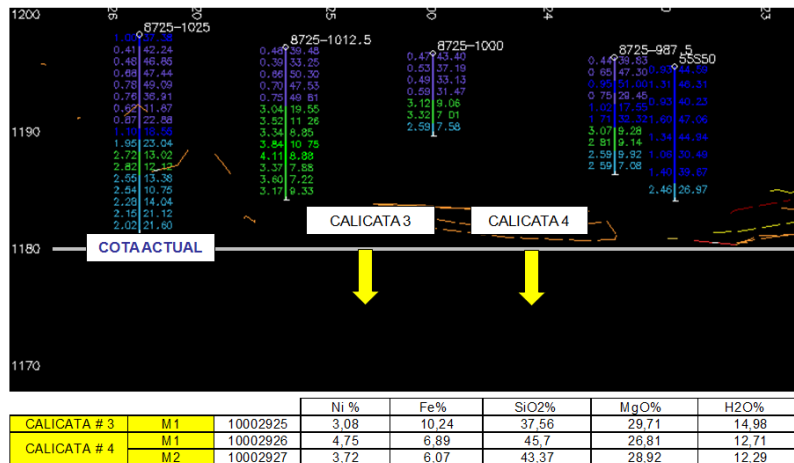


Figura 14. Concentraciones en las calicatas 3 y 4.

(Modificado del programa de evaluación minera Datamine®)

LINEA 8725 / CALICATAS 5 Y 6

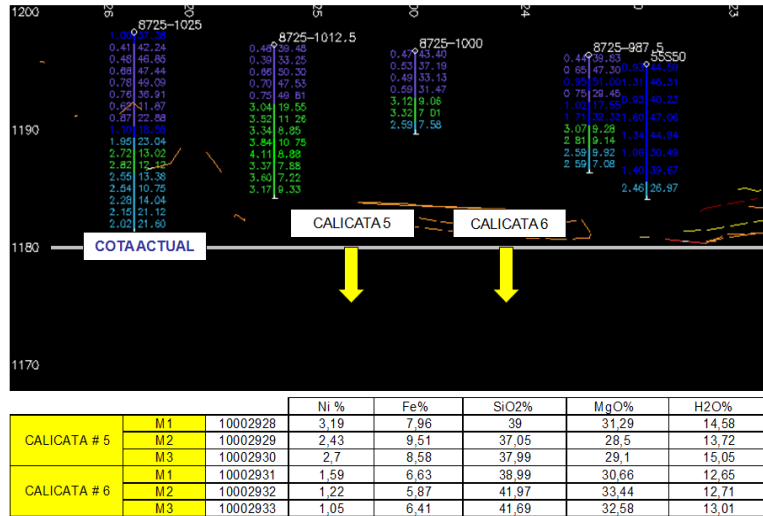


Figura 15. Concentraciones de las calicatas 5 y 6.

(Modificado del programa de evaluación minera Datamine®)

Las calicatas resaltadas en color azul corresponden a calidades de Ni que corresponden a la zona rocosa del yacimiento, mientras que aquellas resaltadas en amarillo, corresponden a la zona mineralizada o saprolita.

Las muestras correspondientes a la calicata 1, indican la presencia de roca, debido a las bajas concentraciones de Ni, el bloque de influencia para esta calicata no es económicamente explotable, por lo que será extraído de los cálculos posteriores.

Los valores elevados de las concentraciones en las muestras correspondientes a las calicatas 3 y 4, y el primer metro de la calicata 5, indican posibles errores en la técnica de muestreo, ya que los niveles de Ni se diferencian de los valores normales de concentración en todo el yacimiento. Sin embargo, serán tomadas en cuenta para los cálculos posteriores sin aplicar algún % de error, ya que no se posee un parámetro bien definido para determinar este porcentaje.

Representación de la Litología estudiada

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de laboratorio para las muestras, se pueden identificar la zona de roca y de saprolita, se efectuó la siguiente representación litológica en planta que se muestra en la Figura 16.

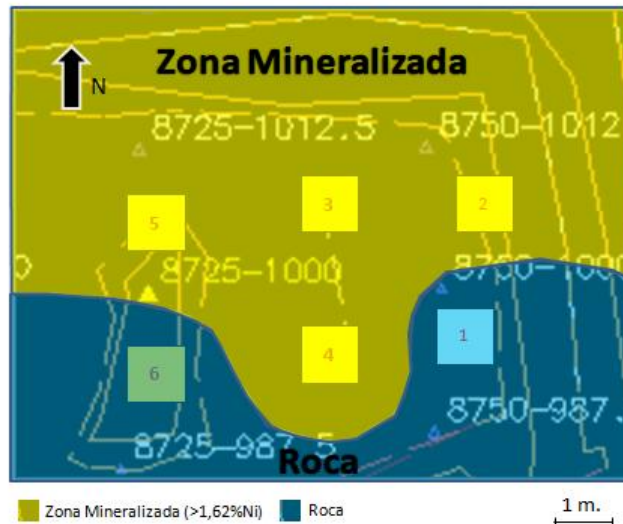


Figura 16. Representación litológica en planta.

(Modificado del programa de evaluación minera Datamine®)

En esta, la calicata 6 se toma como parte de la zona rocosa debido al bajo porcentaje de Níquel presente en los resultados de análisis de laboratorio; ya que son requeridos %Ni superiores a 1,62% para la producción en planta.

Asimismo, se realizaron representaciones de la litología en dos secciones que incluyen las calicatas 1 y 2 y las calicatas 5 y 6; tomando en cuenta el alcance de las calicatas y sus concentraciones, así como las referencias de los pozos circundantes que alcanzaron la cota 1175. Estas representaciones se muestran en la Figura 17 y Figura 18.

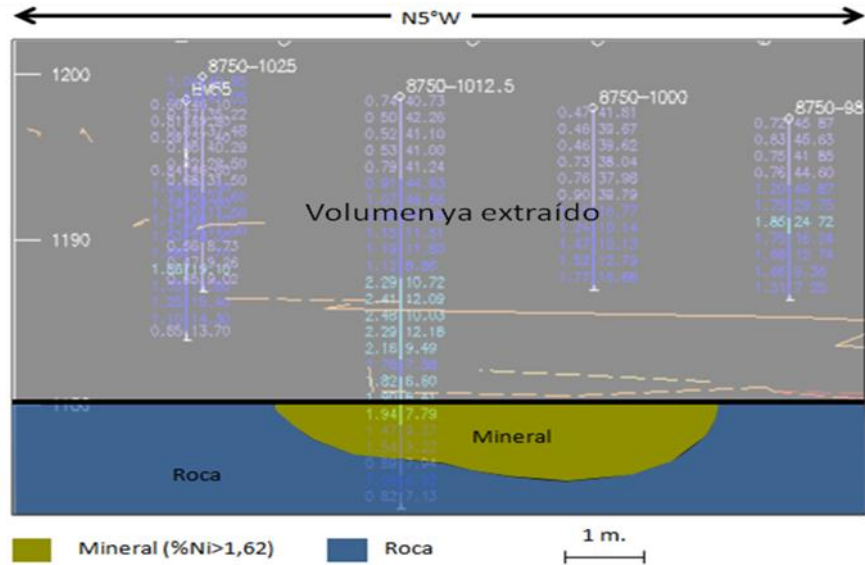


Figura 17. Representación litológica de la sección Calicatas.
(Modificado del programa de evaluación minera Datamine®)

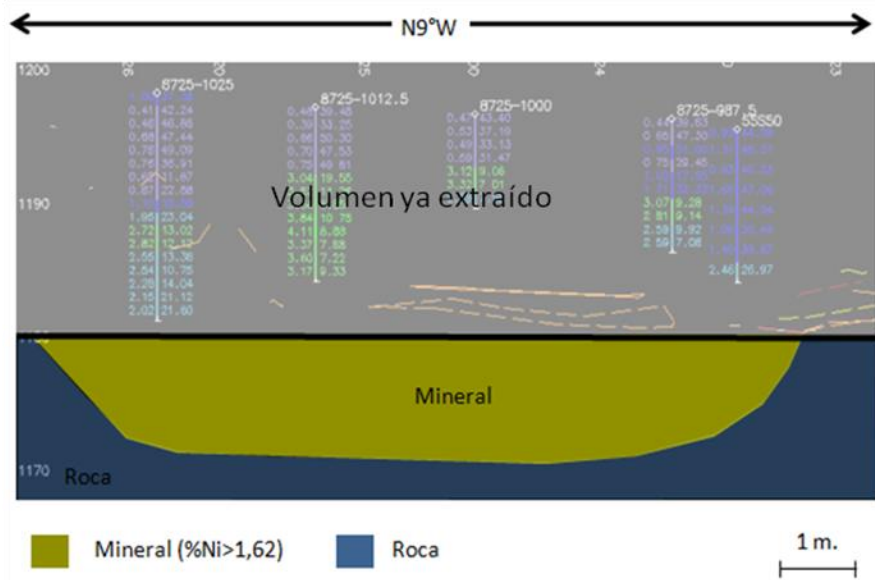


Figura 18. Representación litológica de la sección Calicatas 5 y 6.
(Modificado del programa de evaluación minera Datamine®)

Determinación del tonelaje y concentraciones finales.

La concentración de Níquel y Hierro se calculó tomando en cuenta el modelo de contornos de superposición de mallas, las calicatas 1 y 6 no fueron tomadas en cuenta dentro de los cálculos por encontrarse por debajo de la calidad requerida. El volumen fue calculado mediante la influencia de la calicata en bloques, 12,5 m. x 25 m. y su profundidad, mientras que el tonelaje se obtuvo mediante la densidad de mineral, tomada como 1,48 gr/cm³, siendo esta la relación entre la masa y el volumen del material. La Tabla 2 muestra los valores obtenidos.

Tabla 2. Determinación de concentraciones de Ni y Fe y tonelaje explotable.

			Ni %	Fe%	Ni%	Fe%	Volumen/ Tonelaje
CALICATA # 1	M1	10002920	0,49	8,3			
	M2	10002921	0,40	6,9			
CALICATA # 2	M1	10002922	2,07	16,32	2,86	10,37	1406,25 m ³ 2081,25 ton
	M2	10002923	1,93	13,55			
	M3	10002924	1,84	14,21			
CALICATA # 3	M1	10002925	3,08	10,24			
CALICATA # 4	M1	10002926	4,75	6,89			
	M2	10002927	3,72	6,07			
CALICATA # 5	M1	10002928	3,19	7,96			
	M2	10002929	2,43	9,51			
	M3	10002930	2,70	8,58			
CALICATA # 6	M1	10002931	1,59	6,63			
	M2	10002932	1,22	5,87			
	M3	10002933	1,05	6,41			

La concentración de Níquel final, corresponde a 2,86%, sin embargo, es recomendable tomar en cuenta la presencia de un alto porcentaje de boulders que conllevan a la dilución del frente y disminuyen la calidad del mineral.

Es importante señalar que el equipo empleado para arranque y carga (Retroexcavadora) posee un brazo de 5 m. de alcance, lo que representará un volumen mayor de material extraído, así como la probabilidad de que la dilución

arranque y carga se efectuó empleando una retroexcavadora Komatsu modelo PC750CL con una capacidad de 4,1 m³, en el mismo nivel para el avance descrito. El mineral fue acarreado por camiones roqueros Komatsu HD465 con capacidad de 55 toneladas, la carga se efectúa en nueve paladas aproximadamente. La distancia de acarreo de mineral desde S3 a trituración es de 8 Km. que se recorren en 40 minutos (tiempo estimado por el software TECMINE®), en consecuencia, la velocidad promedio de acarreo es de 12 Km/h.

Los equipos que fueron empleados en las labores de mina para la producción del volumen calculado se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Equipos empleados en las labores de mina.

Descripción	No. de equipos.
Retroexcavadora	1
Tractor	1
Camión	6

La programación anual de equipos contempla trabajar durante 1 turno de 12 horas por día, con una hora de comida, es decir, 11 horas programadas, los 365 días del año. En las labores de avance S3-1175, se emplearon dos turnos correspondientes a los días 21/08/2010 y 22/08/2010. El resumen de tiempos de equipos de acarreo para estos días se muestra en la Tabla 5. Se puede observar un porcentaje de efectividad de 69,74 para ambos turnos (incluyendo todos los frentes en operación), por lo que el número de camiones que trabajaron en condiciones ideales (11 horas programadas) fueron 7 camiones.

Todo el mineral proveniente de S3-1175 fue acarreado hasta trituración. Se efectuaron 61 viajes desde el área en estudio. El tonelaje final extraído fue de 2346,80 Toneladas (Tomado de Techmine). Se debe tener en cuenta que en la planificación se decidió tomar un bloque que no incluye la calicata 4, con una profundidad de cinco metros, esto por las características de las labores de

arranque y carga del mineral; lo que debió originar la diferencia del tonelaje calculado en campo y el calculado por el software Techmine.

Tabla 5. Tiempos de Equipos de Acarreo 21 y 22/08/10

Resumen de Control de Tiempos de Equipos 22/08/2010								
Equipos	H.Progr.	H.Oper.	H.Mant.	H.Disp.	H.Comida.	Disp. Fis. (%)	Util. (%)	Efect. (%)
CA001	22,00	13,66	6,00	2,34	1,00	72,73	85,42	62,12
CA002	22,00	18,54	0,14	3,32	1,00	99,36	84,76	84,22
CA003	22,00	16,84	0,10	5,06	1,00	99,55	76,86	76,51
CA004	22,00	4,50	17,00	0,50	1,00	22,73	90,00	20,45
CA005	22,00	17,70	0,96	3,34	1,00	95,64	84,15	80,48
CA006	22,00	10,74	8,20	3,06	1,00	62,73	77,78	48,79
CA008	22,00	18,84	1,16	2,00	1,00	94,73	90,40	85,63
CA009	22,00	17,80	0,54	3,66	1,00	97,55	82,92	80,88
CA010	22,00	17,46	0,64	3,90	1,00	97,09	81,75	79,37
CA011	22,00	17,36	2,50	2,14	1,00	88,64	89,06	78,94
Total	220,00	153,44	37,24	29,32	10,00	83,07	84,31	69,74

(Tomado de Software TECMINE®)

Calidad del mineral.

Se realizó la toma de muestras con el muestreador automático del área de trituración; la información fue cargada en los registros diarios del área de trituración y se pueden observar en la Tabla 6.

Las muestras no exceden los 15 Kg. son tomadas con una cuchara y vertidas en una bolsa de muestras, cada bolsa es identificada con el código de la muestra para ser enviada a laboratorio, son estudiadas por el mismo método descrito para las muestras iniciales.

La calidad de las muestras provenientes del área en estudio se muestra en la Tabla 7, donde el porcentaje de Níquel final fue de 2,42%Ni. Valor que se diferencia de las concentraciones calculadas en la Tabla 2. pero se encuentra sobre la calidad deseada; el error de cálculo es de 0,44%Ni. La diferencia se debe posiblemente a la influencia de la dilución, la cual no fue tomada en

cuenta para los cálculos del presente estudio. En la Tabla 7 puede observarse que la calidad planificada del frente fue de 1,45%, puesto que el área de planificación tomo una % de dilución elevado en el sector. El % Fe también presenta una diferencia importante, pero que se encuentra contemplada dentro de los estándares de calidad.

Tabla 6. Control de procedencia de las muestras de producción

Toma de muestras área de trituración (Fecha: 21/08/2010)						
Cód. Muestra	Inicio	Fin	Pila	No. Muestra	Desde	N° Viajes
1000-3138	12:55	14:00	186A	026	S3-1175	10
1000-3139	14:08	15:56	186A	027	S3-1175	10
1000-3140	16:01	17:20	186A	028	S3-1175	10
1000-3141	17:29	17:47	186A	029	S3-1175	3
Toma de muestras área de trituración (Fecha: 22/08/2010)						
1000-3142	7:45	8:59	186A	030	S3-1175	10
1000-3143	9:09	10:45	186A	031	S3-1175	10
1000-3144	10:56	11:54	186A	032	S3-1175	8
Total viajes						61

(Tomado de registro diario de trituración MLdN).

Tabla 7. Calidad de las muestras de trituración

DILUCION FRENDES DE EXTRACCION	
PILA:	P186A
FRENTE:	S3-1175
DESTINO DEL MATERIAL:	TRITURACION

CODIGO Qa/Qc	FECHA	FRENTE DE EXTRACCION	RESULTADO QUIMICOS EMITIDOS POR EL LABORATORIO					
			%Ni	%Fe	%SiO2	%Mgo	SiO2/MgO	%H2o
10003138	21082010	S3-1175	2,32	9,45	38,67	31,09	1,24	20,07
10003139	21082010	S3-1175	1,97	14,11	34,32	27,22	1,26	25,54
10003140	21082010	S3-1175	2,31	9,92	37,79	30,33	1,25	20,29
10003141	21082010	S3-1175	2,32	16,48	33,16	25,44	1,30	27,39
10003142	22082010	S3-1175	2,17	11,99	35,01	28,65	1,22	19,54
10003143	22082010	S3-1175	2,9	9,02	38,9	29,53	1,32	18,96
10003144	22082010	S3-1175	2,98	8,62	39,14	31,22	1,25	20,47
CALIDAD REAL DEL FRENTE			2,42	10,81	37,09	29,46	1,26	21,15
CALIDAD PLANIFICADA DEL FRENTE			1,45	12,76	35,43	28,05	1,26	15,32
DIFERENCIA PORCENTUAL RELATIVA			67,18	-15,28	4,69	5,01	-0,06	38,03

(Tomado del Registro automatizado LabdataMLdN)

Descripción del frente de extracción

Fueron tomados dos frentes para el mismo bloque extraído, ambos levantados el día 24/08/2010. El primer frente tiene una distancia de 33,9 m. y fue referenciado con los puntos P011Geo y P012Geo, con un rumbo N65°E.

Este es un frente rocoso, la roca presente se encuentra fracturada, se observa la presencia de garnierita, así como láminas de sílice. Se observan lengüetas de mineral altas en hierro. Presencia de material saprolítico de color amarillo oscuro con abundantes boulders (Figura 20).

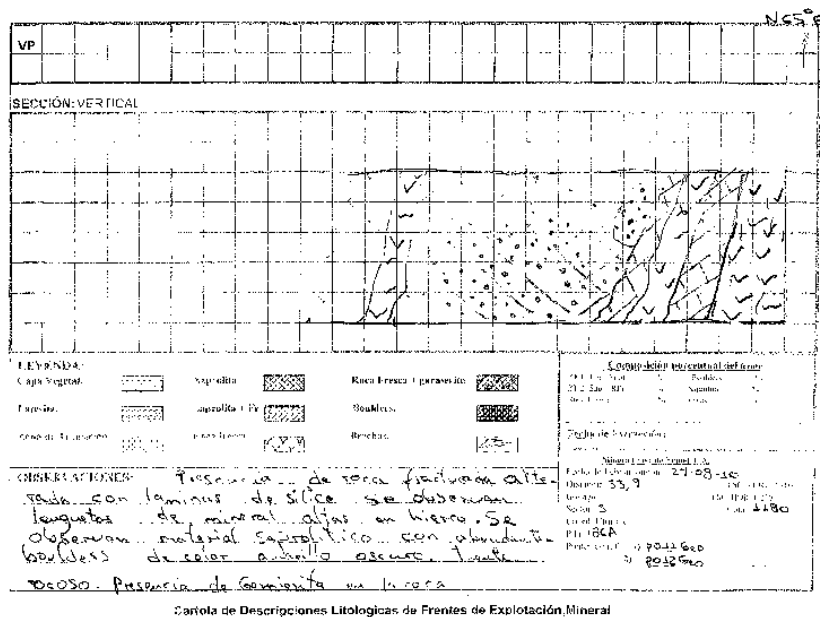


Figura 20. Descripción de frente de extracción en cartolas manuales. P011Geo - P012Geo

El segundo frente fue referenciado con los puntos P010Geo y P011Geo, tiene una distancia de 13,2 m. y rumbo N8°W. Es un avance de mineral conformado por material saprolítico de color amarillo con laminas de serpentina disgregada en el mineral; se observan boulders alterados de 0,10 a 0,70 metros con oxidaciones de hierro, se observa una humedad media, la garnierita está dispersa en todo el frente (Figura 21).

CONCLUSIONES

- La observación de campo permite determinar el porcentaje de dilución que podría influir en el mineral a ser extraído, y es tomado en cuenta dentro de la planificación a corto plazo. Calidad de las muestras de producción).
- La toma de muestras metro a metro, permite analizar datos representativos de bloques de la influencia requerida, por medio del mallado seleccionado; estos datos son cargados en el software correspondiente (DATAMINE) y permite la construcción de una base de datos que permita seleccionar los bloques de mineral que pueden ser extraídos, según la calidad que calcule el software y su tonelaje.
- La planificación de mina toma en cuenta los datos que fueron ingresados al software, con la finalidad de seleccionar los bloques y ubicarlos estratégicamente en la producción del mes, y alcanzar los estándares de la pila final que será entregada a planta de procesamiento.
- El control de calidad permite determinar rápidamente los porcentajes de dilución, o el avance en materiales que no constituyen porcentajes apreciables de Mineral, para garantizar que la calidad de la pila de homogeneización se mantenga.
- El seguimiento de la calidad de las muestras de producción es determinante en el mantenimiento de la calidad de la pila entregada a producción.
- La descripción litológica de los frentes de extracción permite la visualización del avance, y la determinación de los porcentajes aproximados de la dilución de mineral; por lo que permite recomendar direcciones en las que el avance puede proporcionar mejores calidades del mineral y menores porcentajes de dilución.

BIBLIOGRAFÍA

GONZALEZ, Luis y otros (2002) INGENIERÍA GEOLÓGICA. Pearson Educación. Madrid – España. 744 pp.

MINERA LOMA DE NIQUEL (1998) ESTUDIO DE FACTIBILIDAD. INÉDITO.

MINERA LOMA DE NIQUEL (2004). GEOLOGICAL SETTING DESCRIPTION. INÉDITO.

MINERA LOMA DE NIQUEL (2005) DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN DE MINA- GEOLOGIA. PLANIFICACIÓN QUINQUENAL. INÉDITO.

Referencias de Internet:

La empresa Minera Loma de Níquel C.A.:

Intranet MLdN. (Agosto/Septiembre de 2010).

Terminología:

ES.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/WIKIPEDIA

[HTTP://WWW.PDV.COM/LEXICO/LEXICOH.HTM](http://WWW.PDV.COM/LEXICO/LEXICOH.HTM)

[HTTP://WWW.PDVSA.COM/LEXICO/MUSEO/ROCAS/P-GLOSARIO.HTM](http://WWW.PDVSA.COM/LEXICO/MUSEO/ROCAS/P-GLOSARIO.HTM)

GLOSARIO

Boulders: Nombre dado a rocas de 0.30 m. a 2 m. que conforman la matriz del suelo.

Dunita: Peridotita con 90%-100% de olivino (PDVSA-Intevep, 1997)

Gabro: Roca magmática plutónica, granuda, de coloración verdinegra más o menos moteada de blanco, compuesta de plagioclasas subautomorfas ($An > 50$; labradorita, bitownita a veces anortita) y de piróxeno intersticial (clinopiroxeno; diópsido, diálaga, augita, ortopiróxeno, hiperstena), en menor proporción de hornblenda parda, olivino y biotita. (PDVSA-Intevep, 1997).

Garnierita: Es un mineral de la clase de los silicatos, cuya fórmula química es $(Ni,Mg)_6[(OH)_8/Si_4O_{10}]$, color blanco verde, raya verde clara, sistema monocristalino, exfoliación no prominente, la fractura puede ser irregular o concoidea, dureza de 2 a 4 y densidad promedio de 2.4 (Wikipedia, agosto 2010).

Laterita: Suelo rojo de las regiones tropicales húmedas ajo cubierta forestal, pobre en Si y rico en hidróxidos de Fe a Al. (PDVSA-Intevep, 1997).

Lixiviación: Es el proceso de lavado de suelo por la filtración del agua. La lixiviación produce el desplazamiento de sustancias solubles o dispersables y es por ello característico de climas húmedos. Esto provoca que los horizontes superiores del suelo pierdan sus compuestos nutritivos, arrastrados por el agua. (Wikipedia, 2008)

Metasomatismo: Transformación, sin cambio de estado, de la estructura o la composición química o mineral de una roca cuando queda sometida a condiciones de temperatura y presión distintas de las que la originaron o cuando recibe una inyección de fluidos. En este tipo de transformación no suele

influir solo el calor, sino también los volátiles que se escapan de la intrusión y que afectarán a la composición elemental de la roca. (Wikipedia, agosto 2010)

Níquel: Es un elemento químico de número atómico 28 y símbolo Ni, situado en el grupo 10 de la tabla periódica de los elementos. Aproximadamente al 65% del níquel consumido se emplea en la fabricación de acero inoxidable austenítico y otro 12% en las superaleaciones de níquel. El restante 23% se reparte entre las otras aleaciones, baterías recargables, catálisis, acuñación de monedas, recubrimientos metálicos y fundición. (PDVSA-Intevep, 1997)

Ofiolita: Sección incompleta de una suite ofiolítica, la cual se habría generado en una cuenca marginal, habiendo perdido algunos de sus intervalos posiblemente durante los procesos de emplazamiento. Actualmente, designa a un conjunto caracterizado que incluye de base a tope: 1. Peridotitas foliadas que han sufrido deformación tectónica en estado sólido; 2. Gabros y peridotitas estratificadas con estructura de cumulos (cristalización fracturada y depósitos sucesivos de los cristales en una cámara magmática; 3. Diques intrusivos de diabasa; 4. Basaltos en almohadilla o pillow lavas (efusiones submarinas); y por último se encuentran sedimentos pelágicos. (PDVSA-Intevep, 1997).

Peridotita: Roca magmática granuda, amarilla oscura más a menudo verde negruzca, holomelanocrata con 90% a 100% minerales ferromagnesianos (roca ultrabásica o ultramáfica), con olivino predominante acompañado de piróxeno y espinela (PDVSA-Intevep, 1997).

Rocas máficas o básicas: Se aplica a las rocas magmáticas que contienen minerales ricos en Fe y Mg (de 20 a 35%) y son pobres en SiO₂ (45 a 52% en peso), con ausencia de cristales de cuarzo. (PDVSA-Intevep, 1997).

Rocas ultramáficas o ultrabásicas: Se aplica a las rocas magmáticas que contienen menos del 45% en peso de SiO₂, de allí la ausencia de cristales de cuarzo y la abundancia en Mg, Fe y Ca (40% o mayor) (PDVSA-Intevep, 1997).

Serpentinización: Transformación de minerales ferromagnesianos en serpentina, en particular del olivino, en las rocas magmáticas básicas o ultrabásicas; las peridotitas y algunas piroxenitas se transforman así en serpentina. (PDVSA-Intevep, 1997).