

**Universidad Central de Venezuela**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Geología, Minas y Geofísica**  
**Departamento de Minas**  
**Cátedra: Minería de Campo (3230).**

**DISEÑO DE UN MODELO DE FOSA AJUSTADO A LAS  
CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LA CANTERA “LA  
GALLINETA”, LA VIDA ÚTIL DEL YACIMIENTO Y DEMÁS  
TÉCNICOS DE INTERÉS. MOLIVEN C.A., FELBASA S.A.,  
BARINITAS ESTADO BARINAS.**

**Caracas, Febrero de 2011**

**DISEÑO DE UN MODELO DE FOSA AJUSTADO A LAS  
CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LA CANTERA “LA  
GALLINETA”, LA VIDA ÚTIL DEL YACIMIENTO Y DEMÁS  
TÉCNICOS DE INTERÉS. MOLIVEN C.A., FELBASA S.A.,  
BARINITAS ESTADO BARINAS.**

**Tutora Académico**

Prof. Aurora Piña

**Tutor Industrial**

Ing. Hector Navas

**Autor.**

Br. Mauricio Alberto Serrano Hurtado

**Caracas, Febrero de 2011**

## RESUMEN

# DISEÑO DE UN MODELO DE FOSA AJUSTADO A LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LA CANTERA “LA GALLINETA”, LA VIDA ÚTIL DEL YACIMIENTO Y DEMÁS TÉCNICOS DE INTERÉS. MOLIVEN C.A., FELBASA S.A., BARINITAS ESTADO BARINAS.

**Tutor Académico: Prof. Aurora Piña**

**Tutor Industrial: Ing. Hector Navas**

*Palabras clave: Minería, Feldespato, Albita, Tajo Abierto, Eficiencia*

*En cualquier actividad extractiva, y para realizar una planificación a corto, mediano o a largo plazo primeramente se hace necesario el cálculo de reservas o de volumen de mineral presente aún por explotar, la recopilación o actualización de información inherente a las actividades involucradas, que involucra la estimación de los índices de eficiencia y demás aspectos técnicos de interés, como por ejemplo el ritmo de producción de la empresa; éste dato junto al cálculo de reservas permitiría estimar la vida útil del yacimiento a ese ritmo de producción*

*A continuación se muestra la metodología que se siguió para la recopilación de los datos de interés y los cálculos realizados para estimar la vida útil del yacimiento, los índices de eficiencia de las operaciones de trituración y molienda en la actualidad; y a partir de estos, y junto a información que las empresas pusieron a disposición se modeló el yacimiento; luego a partir de este resultado, se propuso un modelo de la excavación para el momento del cese de las operaciones que se ajustara a las condiciones topográficas de la concesión. Así mismo, se recomendaron una serie de acciones que la gerencia de las empresas MOLIVEN C.A. y FELBASA S.A. deberían llevar a cabo a fin de afinar resultados para que a partir de ellos se puedan tomar las decisiones oportunas para asegurar la consecución óptima de las operaciones.*

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS E IMÁGENES	3
INTRODUCCIÓN	4
Objetivos	5
Justificación y alcances	5
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	6
Geología de la mina	8
Geología regional	8
Geología local	13
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	17
2.1) FELBASA	18
2.1.1) Maquinaria y equipos disponibles.	18
2.1.1) Maquinaria y equipos disponibles.	20
2.1.3) Aspectos Técnicos	24
2.1.4) Cálculo de reservas y vida útil del yacimiento.	25
2.1.5) Actualización de reservas y diseño del banqueo.	25
2.2) MOLIVEN	27
2.2.1) Maquinaria y equipos disponibles	27
2.2.2) Procesos	29
2.2.3) Cálculo de relación de reducción de cada proceso.	34
2.2.4) Cálculo de la energía consumida para cada proceso.	35
2.2.6) Cálculo de la carga circulante	37
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	39
3.1 FELBASA	40
3.1.1 Tiempos de carga	40

3.1.2) Cálculo de reservas y vida útil del yacimiento.	43
3.1.3) Actualización de reservas y vida útil del yacimiento.	44
3.1.4) Diseño de la fosa.	47
3.1.5) Análisis de resultados (FELBASA).	49
3.2) MOLIVEN.	50
3.2.1) Tiempos	50
3.2.2) Distancias.	50
3.2.3) Cálculo de la relación de reducción para cada proceso.	52
3.2.4) Cálculo de la energía consumida para cada proceso.	54
3.2.5) Cálculo de eficiencias.	58
3.2.6) Cálculo de la carga circulante	59
3.2.7) Digitalización del molino DORST.	60
3.2.8) Análisis de resultados (MOLIVEN)	61
3.2.9) Datos y apreciaciones	62
CONCLUSIONES.	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS CONSULTADAS.	65
ANEXOS	66
ANEXO 1	67
ANEXO 2	68
ANEXO 3	69
ANEXO 4	70
ANEXO 5	71
ANEXO 6 (Generalidades de FELBASA S.A. y MOLIVEN C.A.)	72

## ÍNDICE DE TABLAS E IMAGENES

<b>Imagen(es)</b>	<b>Página</b>
1, 2, 3, 4, 5, 6	20
7, 8	21
9, 10, 11, 12, 13	23
14, 15	24
16, 17, 18, 19, 20, 21	29
22, 23	30
24, 25, 26	31
27, 28, 29, 30, 31	34
32	35
33, 34	38
35, 36	46
37	47
38	48
39, 40	49
41	61

<b>Tabla(s)</b>	<b>Página</b>
2.2.1	37
3.1.1	41
3.1.2, 3.1.3	42
3.1.4, 3.1.5	43
3.1.6	47
3.2.1	51
3.2.2, 3.2.3	52
3.2.4, 3.2.5	53
3.2.6	54
3.2.7	58
3.2.8	59

## **INTRODUCCIÓN.**

En el presente trabajo, se describe la metodología que se siguió para realizar el modelado de la fosa de la explotación de la Albita en la cantera La Gallineta por parte de la operadora FELBASA S.A.; así mismo se hace una descripción de las operaciones mineras asociadas a dicha explotación, se describe la manera en que se recopilaron los datos e informaciones de interés, los cálculos que se llevaron a cabo a partir de los mismos y las conclusiones y recomendaciones que el autor estimó importantes reseñar.

Por otra parte, en la empresa MOLIVEN C.A., se realizó un levantamiento de datos e información de interés y también se hicieron los cálculos pertinentes para conocer los índices de eficiencia, relaciones de reducción y demás técnicos de interés para los procesos de trituración primaria, secundaria y la molienda de la Albita para la obtención del mineral Feldespato malla 200, necesario para la industria de los cerámicos. No obstante, algunos de los resultados más importantes a los que se llegó dependieron de información que para el momento del levantamiento la empresa no poseía actualizados; por lo que los resultados obtenidos y las conclusiones a partir de éstos resultan bastante imprecisos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Diseñar un modelo de fosa ajustado a las condiciones topográficas de la cantera “La Gallineta”, tomando en cuenta el ritmo de producción de planta y la vida útil del yacimiento.

### **Objetivos específicos**

- Esquematizar el proceso de explotación y beneficio en FELBASA y MOLIVEN.
- Realizar un análisis técnico de las operaciones extractivas en FELBASA y las de beneficio en MOLIVEN.
- Modelar el yacimiento albítico en 3D.
- Modelar el banqueo y la vía basado en las características topográficas de la explotación, así como también, en la vida útil de la explotación operada a partir de un cálculo actualizado de reservas minerales.

### **JUSTIFICACIÓN Y ALCANCES.**

Es necesario en toda empresa revisarse cada cierto periodo en cuanto al trabajo realizado, y sobre todo es importante para la misma tener un punto de vista de terceros calificados que brinden una opinión externa en cuanto a los de interés; es por ello que la evaluación o posible análisis brindado por pasantes resulta de gran valía.

Con base a los resultados obtenidos y análisis realizados, se espera definir la condición actual de los procesos relacionados a la explotación y producción, ello con el fin de optimizar los mismos en cuanto a los estándares pre-establecidos.

**CAPÍTULO 1**  
**GENERALIDADES**

## **CARACTERÍSTICAS DEL FELDESPATO**

### **Características físicas**

- Sistema cristalino: triclinico
- Hábito: cristales usualmente tabulares
- Clivaje: perfecto y bueno
- Dureza: seis (6) en la escala de dureza Mohs
- Color: Blanco o Gris
- Brillo: Vítreo, algunas veces perlado en superficies de clivaje
- Densidad: 2,2 – 2,6 ton/m<sup>3</sup>
- Otros: inatacable por los ácidos

El feldespato se utiliza principalmente en la industria de la cerámica y del vidrio. El feldespato potásico (ortosa) y el sódico (albita) tienen valor comercial siendo el sódico el más importante.

### **Características químicas**

Dentro de las características más resaltantes se puede destacar el contenido de alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Resulta indispensable que el feldespato utilizado en la industria del vidrio contenga un 18% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en su mínima concentración mientras que el feldespato destinado a la industria de la cerámica puede tener un porcentaje requerido del 10 al 12%.

La densidad relativa del mineral que va desde 1,39 hasta 2,2 Ton/m<sup>3</sup>

### **Calidad del mineral extraído**

	%
SiO <sub>2</sub>	76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,05
TiO <sub>2</sub>	0
CaO	0,03
MgO	0
K <sub>2</sub> O	0,28
Na <sub>2</sub> O	10,68
PI	0,6

## **GEOLOGÍA DE LA MINA**

### **Geología Física**

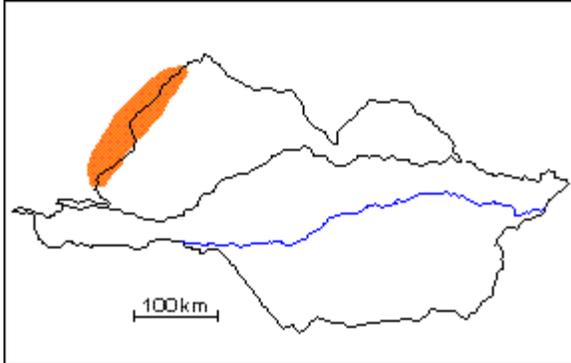
El Feldespato de este yacimiento está formado por una roca de textura aplítica, microcristalina y maciza, es un aluminosilicato de sodio con contenido de potasio perteneciente al grupo de las plagioclasas y a la clase de los tectosilicatos; en el afloramiento los cuerpos pegmatíticos conservan cierto alineamiento regional de rumbo N20°W fácil de observar especialmente en los contactos con la roca matriz.

### **Geología Regional.**

#### **Geología regional (Barinitas – Santo Domingo)**

La descripción Geológica predominante en la región Barinitas – Santo Domingo corresponde a las siguientes edades y formaciones geológicas.

## **Formación Parángula**



*Fuente: Léxico estratigráfico de Venezuela, Consultado en Agosto del 2010, y disponible en la página web: <http://www.pdvsa.com/léxico>.*

### **TERCIARIO (Mioceno Temprano - Medio)**

#### **Estado Barinas**

**Referencia Original:** A. N. Mackenzie, 1937, p. 282 y 1938, p.264.

**Localidad tipo:** Quebrada Parángula, afluente del río Santo Domingo, inmediatamente al oeste de la terraza del pueblo de Barinitas, estado Barinas. Aunque Mackenzie (1937-1938) no especificó cual de las dos secciones fuera la sección tipo, se favorece la que está aguas arriba del paso Parángula (Pierce, 1960). Hoja 6142, escala 1:100.000, Cartografía Nacional.

**Descripción litológica:** En la superficie, predominan los conglomerados lenticulares de grano grueso, de color gris a verdoso y pardo claro a blanco; areniscas de grano fino en capas masivas con estratificación cruzada, localmente glauconíticas; limonitas y lodolitas abigarradas a tonos rojos, morados, pardo rojizo y pardo claro. En el subsuelo, la litología es similar, pero con la ausencia de los conglomerados. Aquí, es notable el carácter regresivo (engrosamiento hacia arriba) de la formación, que se inicia con una gruesa arenisca basal, gradando hacia arriba a arcillas y limolitas

varicoloreadas y no-calcareas, alternando con areniscas arcillosas de grano fino, micáceas y lenticulares. Esta parte inferior tiene algunos elementos litológicos, como la escasa presencia de glauconita, que indican una influencia marina. La parte superior vuelve gradualmente más arenosa, con aumento en el tamaño de los granos y limpieza de las arenas. En general, predominan los colores amarillos, rojizas y pardos, característicos del ambiente oxidante, en contraste con los colores predominantemente gris verdosos de la Formación Río Yuca, que indican un ambiente más reductor. Campos (1977) nota la interestratificación de los colores típicos de cada formación cerca del contacto entre ellas.

**Espesor:** Mide 550 m en la sección tipo. Pierce (1960) nota que aumenta su espesor hacia el sur y oeste, estimando que llegue hasta 1400 m, e indica que se adelgaza rápidamente hacia el noreste hasta los alrededores de Guanare; no la reconoce al noreste del río Portuguesa. Von Der Osten (1966) reporta espesores de unos 850 m en el campo Sinco, y Campos (1977) encontró espesores entre 800 m y 1000 m en la región de Calderas. De sus propias observaciones, el suscrito interpreta que el adelgazamiento noreste de la formación se debe tanto a la reducción estratigráfica como a la erosión pre-Río Yuca. Aguasuelos (*op. cit.*) midieron un espesor de 1600 m entre Barinitas y el Cerro de Paja.

**Extensión geográfica:** En la superficie, se conoce a lo largo del piedemonte surandino desde el río Portuguesa hasta las cercanías del río Caparo. En el subsuelo, ha sido trazada desde el Arco El Baúl hasta la cuenca Barinas Apure, en donde se le aplica el nombre Miembro Guardulio (Formación Guafita). Está presente en los pozos más meridionales de la cuenca de Barinas, llegando probablemente al límite sureste de la cuenca.

**Expresión sísmica:** Su contacto basal con la Formación Pagüey (o donde está presente, el Miembro Arauca) es un reflector aceptable a través de las dos cuencas. En la cuenca de Barinas-Apure, un buen reflector indica el contacto Guardulio

(Parángula medio) con "Palmar"; este reflector, una discordancia en Apure, se traza hacia la cuenca Barinas dentro de Parángula medio.

**Contactos:** Tanto en la superficie como en el subsuelo, Parángula es discordante, con angularidad en la mayoría de los afloramientos, sobre Pagüey, en las partes central y noreste de la cuenca, y sobre el Miembro Arauca en las partes sureste y suroeste de la cuenca. En Apure, la parte inferior de Parángula (Miembro Guardulio) descansa en discordancia paralela sobre el Miembro Arauca, y de igual forma por debajo de "Palmar" (Parángula superior).

Pierce (1960) describe al contacto Parángula-Río Yuca como una discordancia angular en la mayoría de los ríos surandinos. Solamente en el río Canaguá, se presenta un contacto aparentemente normal y transicional, aunque Campos (1977) menciona un contacto similar en la región de Calderas. Pero en el río Tucupido, la relación entre ambas formaciones es una discordancia angular (unos 23°), con sobrelapada de Río Yuca sobre Parángula.

En el subsuelo, el contacto Parángula-Río Yuca es normal y transicional.

### **Formación Cerro Azul**

*Fuente: Léxico estratigráfico de Venezuela, Consultado en Agosto del 2010, y disponible en la página web: <http://www.pdvsa.com/léxico>.*

## **PALEOZOICO TARDIO**

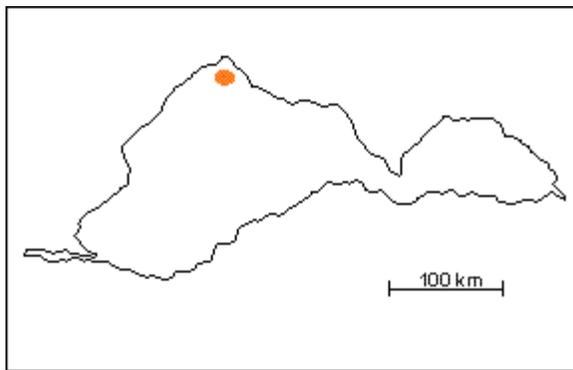
### **Estado Barinas**

**Referencia original: A. N. Mackenzie, 1937-a, p. 275-276.**

Este nombre fue empleado originalmente por Mackenzie (1937), para designar rocas duras de color verde grisáceo, aflorantes en la región de Cerro Azul en el Estado Barinas. Liddle (1946) se refiere a ellas, con el nombre de Capas de Cerro Azul. Schubert (1968) describió la unidad en detalle, en la región de Barinitas-Santo

Domingo. Benedetto (1982) en su zonación tectono-estratigráfica del Noroeste de América del Sur, la incluye en la zona 3, junto con el Complejo Iglesias, y las formaciones: Mucuchachí, El Aguila, Río Momboy, Los Torres y Tostos. Bellizzia y Pimentel (1995) la incluyen en el Terreno Mérida, junto con las unidades mencionadas por Benedetto (*op. cit.*), dándole tratamiento de unidad litodémica, con el rango de Asociación, quedando así inválido el de formación.

### **Asociación Cerro Azul**



*Fuente: Léxico estratigráfico de Venezuela, Consultado en Agosto del 2010, y disponible en la página web: <http://www.pdvsa.com/léxico>.*

## **PALEOZOICO TARDIO**

### **Estado Barinas**

***Referencia original: A. N. Mackenzie, 1937-a, p. 275-276.***

***Localidad tipo:*** Cerro Azul en el estado Barinas, 9 km al norte de Barinitas. (Hoja 6042 de Cartografía Nacional, escala 1:100.000). Schubert (1968), mencionó la presencia de buenos afloramientos en la carretera Barinitas-Santo Domingo, en el río Santo Domingo, camino el Guirigay-Calderas y la quebrada Arandia.

***Descripción litológica:*** La unidad consiste de filitas azul-verdoso, esquistos sericíticos laminados grisáceos y cuarcitas impuras. Diversos plutones afloran en el seno de las formaciones El Granito Cerro Azul y el Granito de la Soledad. Este

último, desarrolla un metamorfismo de contacto de la andalusita, en los esquistos encajantes. Campos (1972) considera que la depositación de los sedimentos de la Formación Cerro Azul, ocurrió en un ambiente cercano a la plataforma por debajo del tren de olas.

**Espesor:** Mackenzie (1937) señaló espesores de hasta 1.800 m en la región de cerro Azul. Schubert (1968) considera que la formación alcanza algo más de 500 m de espesor. Campos (1972) señala un espesor de más de 1.000 m en el área del páramo de Caldera, Niquitao. Canelón y Ramírez (1979) indican espesores de alrededor de 1.000 m en la región de los ríos Michay y Batatuy.

**Extensión geográfica:** Región del cerro Azul, estado Barinas. En el área de ciudad Bolivia, la unidad se extiende desde el río Michay, al noroeste, hasta aguas arriba del río Siniguiz, a la altura del caserío San Juan. Campos (1972), reporta afloramientos en el área del páramo de Caldera, Niquitao.

**Contactos:** El contacto inferior es generalmente de falla, con unidades del Precámbrico. El contacto superior es discordante con unidades del Paleozoico Superior y el Terciario.

## **Geología Local**

### **Grupo Iglesias**

#### **PRECAMBRICO TARDIO**

*Fuente: Léxico estratigráfico de Venezuela, Consultado en Agosto del 2010, y disponible en la página web: <http://www.pdvsa.com/léxico>.*

## **Estado Mérida**

**Referencia original: E. Kündig, 1938-a, p. 22**

Kündig (1938) introdujo este nombre para definir someramente una unidad heterogénea de rocas sedimentarias e ígneas, intensamente metamorfizadas. Sutton

(1946), añadió algunos datos sobre la unidad. Schubert (1968), en la región de Barinitas-Santo Domingo, lo subdivide en tres unidades informales de uso local. Benedetto (1982) lo incluye en la Zona 3 de su Zonación tectónico estratigráfica del noroeste de América del Sur. Bellizzia y Pimentel (1994) aplican la denominación al Complejo Iglesias para referirse al basamento del llamado Terreno o Dominio Mérida.

### **Gneis bandeado de la Mítisus**

#### **PRECAMBRICO TARDIO**

*Fuente: Léxico estratigráfico de Venezuela, Consultado en Agosto del 2010, y disponible en la página web: <http://www.pdvsa.com/léxico>.*

#### **Estado Mérida**

***Referencia original: C. Schubert, 1968, p. 190.***

***Localidad tipo:*** Carretera Barinitas-Santo Domingo, al este del caserío de La Mítisus (Hoja 6042, 1:100.000, Cartografía Nacional).

***Descripción litológica:*** La unidad consiste de gneises y esquistos de biotita-muscovita-cuarzo, gneises y esquistos de biotita-almandina, gneises y esquistos de silimanita-almandina-biotita, gneises y esquistos de hornblenda-plagiocasa-biotita, anfibolita, y diques de permagrita y aplita. estas rocas forman un amplio sinforme con plegamientos menores isoclinales, los cuales determinan una alternancia de bandas de los diferentes tipos litológicos, cuyo espesor varía entre 0,5 y varios m.

***Espesor:*** Debido al plegamiento, es difícil medir el espesor, pero en la región de Barinitas-Santo Domingo, esta unidad tiene un espesor aparente de por lo menos un km.

***Extensión geográfica:*** La unidad se extiende en una ancha franja con dirección noreste, entre el río Santo Domingo y el páramo de Llano Corredor-Pico Güirigay.

Ramírez *et al.* (1972) reconocen el equivalente litológico de esta unidad, hasta Jajó y Tuñame (estado Trujillo).

**Contactos:** El único contacto que aflora, es aquel entre el Gneis Bandeado de la Mitisus y el Gneis Granítico de La Raya, el cual aparece como estructuralmente concordante. Hay indicios de migmatización del gneis bandeado cerca del contacto, lo cual sugiere que el Gneis Granítico de La Raya es intrusivo en el primero.

### **Gneis granítico de La Raya**

#### **PRECÁMBRICO TARDÍO**

*Fuente: Léxico estratigráfico de Venezuela, Consultado en Agosto del 2010, y disponible en la página web: <http://www.pdvsa.com/léxico>.*

#### **Estados Barinas y Mérida**

**Referencia original: C. Schubert, 1968, p. 194.**

**Localidad tipo:** Carretera Barinitas-Santo Domingo, en las inmediaciones de los caseríos de El Alambique y La Raya (Hoja 6042, 1:100.000, Cartografía Nacional).

**Descripción litológica:** Consiste de gneis blanco, gris o gris verdoso, de grano fino a grueso, compuesto por cuarzo, microclino, plagioclasa, muscovita y biotita, con epidoto, esfena, circón y óxido de hierro como accesorios. Se reconoce una foliación débil y borrosa. Dentro del gneis se presentan masas tabulares de antibolita verde oscura (0,25-2 m de espesor), paralelas a la foliación, granulita piroxénica blanca y diques de andesita porfídica gris verdosa y otras rocas ígneas de grano fino, blanco-verdoso, con cuarzo, feldespatos, epidoto y apatita.

**Espesor:** No determinable, debido a que aflora como una unidad principalmente masiva.

**Extensión geográfica:** Con base en salidas de campo y fotos aéreas, el Gneis Granítico de La Raya se extiende en una franja orientada en dirección noreste, de 1,5

a 6 km de ancho, entre río Paguey (Fierro, 1977) y quebrada Azul, al este del pico Güirigay (páramo de Calderas).

**Contactos:** Los contactos entre el Gneis Granítico de La Raya y las otras unidades del Grupo Iglesias (Precámbrico) en esta región (Gneis Bandeado de La Mitisus y Esquistos y Cuarcitas de El Alambique), parecen ser estructuralmente concordantes. El contacto con la Formación Cerro Azul (Paleozoico Inferior) es de falla.

**CAPÍTULO 2**  
**METODOLOGÍA**

El entrenamiento profesional estuvo estructurado de acuerdo a la cantidad de semanas del mismo y a los objetivos planificados a cumplir en cada operadora (FELBASA S.A. y MOLIVEN C.A.), así, se pautó cumplir los objetivos propuestos en una empresa en un período de tres (3) semanas y las siguientes tres a lograr los objetivos restantes en la otra operadora; se ideó dejar el último día de cada semana a transcribir los datos obtenidos, así como también a computar a partir de ellos.

La metodología que se empleó se puede dividir en tres etapas progresivas: con los objetivos propuestos se procedió al levantamiento en campo el cual incluyó la recopilación de datos de interés así como una descripción de las operaciones, la fase de cálculos la cual se basó en los datos previamente recopilados y analizados y el uso de fórmulas disponibles en la literatura y finalmente con los resultados obtenidos se procedió al análisis de los mismos y a partir de allí a las recomendaciones y conclusiones a las que se llegaron.

Los programas de computación empleados facilitaron el modelaje, visualización y reducción de los cálculos para cada apartado, fueron utilizados por tener incorporadas herramientas CAD en su menú que agilizaron en gran medida este proceso.

## **2.1) FELBASA**

### **2.1.1) Maquinaria y equipos disponibles.**

Equipos disponibles

- Cargador Frontal marca Caterpillar modelo 950 B capacidad máxima de: 2,20 m<sup>3</sup> aproximadamente (*Imagen 1*)
- Cargador Frontal marca Komatsu modelo WA180 capacidad máxima de: 2 m<sup>3</sup> aproximadamente (*Imagen 2*)
- Tractor marca Caterpillar modelo D7 (*Imagen 3*)
- Camión marca MACK para transporte interno de material capacidad aproximada de: 7,74 m<sup>3</sup> (*Imagen 4*)

- Compresor marca GARDNER DENVER modelo ROTA – SCREW (*Imagen 5*)
- Zorra o tanque para almacenamiento de Gas Oil (*Imagen 6*)



*Imagen 1: Cargador frontal marca Caterpillar*



*Imagen 2: Cargador frontal marca Komatsu*



*Imagen 3: Tractor D7*



*Imagen 4: Camión MACK*



*Imagen 5: Compresor*



*Imagen 6: Zorra*

### 2.1.2) Operaciones mineras en La Cantera “La Gallineta”

Primeramente, el yacimiento “La Gallineta” se podría dividir en en dos zonas: la zona A (*Imágenes 7 y 8*) que comprende un frente de explotación actualmente en desuso, el cual está caracterizado por un afloramiento albítico de color oscuro producto de la meteorización, dicho frente contaba con un banqueo de tres (3) terrazas desde donde se extraía material. Actualmente se tiene una verticalización casi total de los bancos, dejando inoperativo el frente en espera de una futura recuperación. Y la zona B comprendida desde la terraza principal de la cantera hasta la terraza final de la misma desde donde se realizan la mayoría de las operaciones de arranque y carga B; el afloramiento está atravesado por dos fallas, y el banqueo característico del método a cielo abierto (*TAJO ABIERTO*) es perpendicular a éstas.



*Imagen 7: Frente A y B*



*Imagen 8: Frente A*

Contando con las terrazas inoperativas tres (3), la cantera “La Gallineta” presenta siete (7) terrazas desde donde se extrae la roca feldespática “Albita” que posteriormente es procesada hasta cumplir con los estándares de la industria de los cerámicos. Debido a las grandes reservas del yacimiento y a la poca demanda del material y debido también a las características intrínsecas de la roca explotada, en FELBASA, se suelen planificar una (1) o dos (2) voladuras por año (*voladura primaria*), con las cuales se busca un aflojamiento o fracturamiento en la roca en comparación a la clásica trituración *in situ* que caracteriza a la operación de voladura en minería. Anteriormente, luego de una primera detonación la cual se llevaba a cabo

usando ANFO, emulsiones y demás agentes detonantes controlables, al sobre tamaño se le solía reducir aún más mediante una voladura secundaria; para este proceso, se perforaban barrenos en la roca desde 80 hasta 160 cm de longitud dependiendo de cada género con la ayuda de un martillo hidráulico con una broca de 7/8 pulgadas aproximadamente, estos barrenos eran luego rellenos con pólvora negra y posteriormente detonados; sin embargo, en la cantera “La Gallineta” y debido al alto riesgo de la operación ésta práctica ha sido sustituida por una operación de reducción más artesanal.

Actualmente, y aprovechando el fracturamiento de la roca producto de la última voladura efectuada, el arranque realizado en los frentes o bancos aledaños a las terrazas 5 y 6 es mecánico; aquí el tractor D7 arrastra y empuja las rocas (*Imagen 9*) que caen desde un nivel a otro hasta llegar a la terraza 7 (*Imagen 10*), lo que se busca con esta operación es que las rocas fracturen más debido a la caída y esto es así en la mayoría de los casos, sin embargo el fracturamiento de las rocas que no rompen en la caída es realizado en conjunto por los dos Cargadores frontales, el proceso es el siguiente: un operador carga la tolva de un Cargador frontal con esta roca sobredimensionada y aprovechando la altura ofrecida por el brazo de la máquina totalmente extendido, la deja caer y chocar sobre otra roca o grupo de ellas en la terraza 7. Este proceso comúnmente lo realiza el operador con una de las dos maquinarias disponibles; luego de este, el otro cargador recoge el conjunto de material sobredimensionado y no sobredimensionado y lo tamiza dejándolo pasar por una criba con malla de 3 pulgadas aproximadamente (*Imagen 11*), el pasante en esta clasificación es usado en otras operaciones como: mantenimiento de la vía, o construcción de vías o cunetas para la canalización de las aguas de lluvia (*Imagen 12*). El retenido se carga en la tolva del camión que lo transporta hasta la terraza principal (*Imagen 13*).



*IMAGEN 9: D7 empujando el sobredimensionado*



*IMAGEN 10: Caída del material en la terraza 7*



*IMAGEN 11: Cribado*



*IMAGEN 12: Vía de canalización de aguas.*



*IMAGEN 13: Transporte del material.*

El camión descarga la roca en la terraza principal donde los trabajadores de FELBASA reducen el tamaño del mismo género con el uso de mandarrias (*Imagen 14*); esta práctica artesanal sustituye en gran medida a la voladura secundaria, los “mandarrieros” reducen el material hasta un tamaño aproximado de 25 cm que en teoría no ofrecería futuras complicaciones en la posterior trituración. Luego de reducidas y clasificadas según este tamaño estándar, este material es dispuesto a lo largo de la terraza principal (*Imagen 15*) a los fines de facilitar la última etapa del proceso: la carga de los camiones y el posterior acarreo del material hasta la planta MOLIVEN. Para el proceso de carga final, se tomaron los tiempos requeridos por cada Cargador frontal en cargar la tolva del camión, en reaposicionarse y las demoras ocurridas en todo el proceso; así como también se midieron las distancias aproximadas (*usando la constante de paso*) que había desde cada cargador hasta el camión, estas medidas finalmente fueron estandarizadas para obtener así un aproximado del tiempo del proceso entre una palada y la otra.

Para el cálculo de la constante de paso (*que posteriormente facilitó la medición de distancias*), se contaron los pasos (*pasos de geólogo*) que se dieron en cubrir una distancia conocida (6 m); en este caso se contaron 5 pasos lo que resultó en una constante de 1,2 m/paso.



*IMAGEN 14: Mandrill para reducción de tamaño*



*IMAGEN 15: Material*

La versatilidad de la vía de la cantera “La Gallineta” responde a las necesidades de operaciones, de esta manera, la misma se encuentra en constante modificación, ampliación y mantenimiento. La vía que recorre zigzagueando las terrazas de la cantera está compuesta por cuatro (4) tramos dispuestos desde la terraza principal finalizando en la terraza 7, estando los frentes 5 y 6 aledaños a la misma; cada uno de los tramos cuenta con distancias distintas y pendientes variables (*Imagen 13*)

En cuanto a las distancias, las mismas fueron medidas (*usando la constante de paso*) la distancia total de la vía de un aproximado de: 248 m.

### **2.1.3) Aspectos Técnicos**

#### Camiones de transporte

Respondiendo al ritmo de producción de la cantera así como también a la demanda de material desde la planta, el día 4 de agosto del corriente una flotilla de 5 camiones se dirigió a la cantera “La Gallineta” a cargar material. Se tomaron nota de las características de los camiones así como también se cubicaron sus respectivas tolvas:

Camión marca FORD con capacidad aproximada de:  $7,2 \text{ m}^3$

Camión marca MACK modelo MB600 con capacidad de:  $7,74 \text{ m}^3$ .

Camión FORD modelo F750 con capacidad aproximada:  $8,5 \text{ m}^3$

Camión marca (desconocida) con capacidad aproximada:  $7,4 \text{ m}^3$ .

Camión marca FORD modelo F600 con capacidad:  $6 \text{ m}^3$ .

La flotilla que normalmente consta de 10 camiones realiza un solo viaje diario desde la cantera acarreado el material explotado, los camiones de la flotilla tienen una capacidad máxima promedio de: 6, 7 y  $8 \text{ m}^3$ . No obstante, este volumen varía

debido a que el material cargado es muy heterogéneo siendo el sobredimensionado el que ocupa más proporción en la tolva.

#### **2.1.4) Cálculo de reservas y vida útil del yacimiento.**

En el año 2006, FELBASA solicitó a la compañía consultora “Oficina Técnica Ofilca” que se efectuara un estudio Geológico – Minero con la finalidad de obtener datos actuales acerca de las reservas de mineral feldespático existente en la cantera “La Gallineta”, este estudio iría acompañado con un cálculo de reservas dirigido a conocer el potencial existente en el yacimiento. El mismo, fue realizado efectuando perforaciones con recuperación continua de núcleos hasta profundidades determinadas por el yacimiento llegando en algunos casos hasta 20 metros; esta red de calicatas fue distribuida de manera tal que cubriera la mayor parte de afloramiento dividiendo al mismo en 3 secciones.

Al final, y según la definición de reservas propuesta por el “U.S. Bureau of Mines” y el “U.S. Geological Survey” que establecen que: *“Son reservas medidas aquellas cuyo tonelaje se ha calculado mediante medidas hechas en afloramiento, calicatas, labores mineros y sondeos, para los cuales la ley se ha calculado a partir de resultados de un muestreo adecuado”*. Con base en esta definición y junto a estudios de cálculo de reserva realizados previamente se procedió a calcular la cantidad de reservas, luego con las reservas totales probadas y con la producción en los últimos años se proyectó el consumo de mineral en la empresa para los próximos periodos.

#### **2.1.5) Actualización de reservas y diseño del banqueo.**

En el mes de Junio del 2010, MOLIVEN le solicitó al *Laboratorio de Geofísica* de la *Universidad de Los Andes* se realizara un estudio prospectivo en la cantera *La Gallineta*. Arangurén y Cerrada (2010), en el informe que presentaron a MOLIVEN

ilustraron una serie de datos y interpretaciones de resultados que al final ayudaron a actualizar el cálculo de reservas, los resultados del mismo fueron entregados el día 15 de Agosto y estos ilustran el método geofísico empleado (sísmica de reflexión), los datos recopilados por el estudio y su respectiva interpretación geológica.

Al tomar el tiempo necesario por la onda para viajar por un determinado estrato rocoso y al conocer un estimado de la velocidad con que viaja la misma hasta el límite donde esta varía, operando algebraicamente se podría entonces conocer el espesor aproximado de dicho estrato; y es lo que este estudio refleja, posteriormente con esos datos y haciendo uso de la posición relativa de los tendidos sísmicos (desde donde se recopilaron los datos) y de un mapa geológico de la concesión en donde se refleja el área aproximada del yacimiento, se pudo entonces construir un modelo en 3d del mismo en donde se refleja los límites virtuales del yacimiento en La Gallineta; el mismo fue modelado en un software CAD 2008. (*Imagen 16*)

Luego, conociendo los espesores arrojados por el estudio e intuyendo un comportamiento casi paralelo del piso del depósito con respecto al techo del mismo, se modeló pues a fin de delimitar el volumen total presente (*Imagen 17*).

Finalmente, este modelo se importó en un software CAD 2008 el cual es un software muy útil al momento de calcular áreas y volúmenes de corte y relleno para obras civiles y de minería; luego, se procedió de la siguiente manera: se definieron y procesaron las superficies delimitantes del yacimiento, se crearon 8 perfiles a lo largo del yacimiento y a una distancia aproximada de 20 m de separación uno de otro, una vez visualizando éstos se procedió a obtener el área para cada tramo delimitado (*Imagen 18*). Con estos datos y haciendo uso del método de los perfiles para el cálculo de reservas se obtuvo un aproximado del volumen total del yacimiento de Albita en La Gallineta; Sin embargo, operativamente solo una porción de este volumen es explotable debido a las características actuales ya mencionadas en la cantera, si se desea conocer el volumen actual explotable se hace necesario una actualización del mapa topográfico de la cantera (*ANEXO 4*), un estudio geofísico

más detallado y más organizado y el uso de un programa de computación más adecuado al cálculo de reservas. El área para cada perfil y el volumen total del yacimiento son mostrados en la *TABLA 3.1.6*; ver *Imágenes 16, 17 y 18* del mismo capítulo.

### Diseño de la fosa.

A fin de obtener un modelo de la excavación que se corresponda al método *Tajo Abierto*, se procedió a diseñar lo que en teoría sería la fosa al acabar las operaciones extractivas en la cantera, para ello se tomó en cuenta la disposición geométrica de la vía en la actualidad, el modelo geológico en 3d comentado en el apartado anterior y datos geotécnicos suministrados por el tutor industrial; los mismos corresponden a la altura de banco, espesor de la cresta y ángulo de talúd y los valores son 4 m, 3 m y 80° respectivamente. El diseño de la vía y la fosa son mostrados en las *Imágenes 19, 20 y 21* del Capítulo 3 y fueron modelados usando una herramienta CAD 2008.

## **2.2) MOLIVEN**

### **2.2.1) Maquinaria y equipos disponibles**

- Una balanza industrial clase III, marca Lara con una Capacidad máxima de 60 ton capacidad mínima de 500kg apreciación de 10 Kg (*Imagen 18*)
- Un Cargador frontal marca Caterpillar modelo 930 C con capacidad de carga de 2 m<sup>3</sup> (*Imagen 17*)
- Una criba de malla 3 pulg (*Imagen 21*)
- Una trituradora de mandíbulas con una capacidad de 9 Ton/hr (*Imagen 16*)
- Clasificador (*Imagen 20*)
- Una trituradora de rodillos (*Imagen 19*)

- Un clasificador magnético marca Eriez Magnetics (*Imagen 20*)
- Un molino cilíndrico marca ANIVI con una capacidad de 2 Ton/hr (*Imagen 22*)
- Dos molinos tronco-cónicos marca DÖRST con una capacidad de 700 kg/hr cada uno (*Imagen 23*)



*Imagen 16: Trituradora de mandíbulas*



*Imagen 17: Cargador frontal.*



*Imagen 18: Balanza Industrial.*



*Imagen 19: Planta primaria.*



*Imagen 20: Clasificador magnético*



*Imagen 21: Criba*



*Imagen 22: Molino cilíndrico ANIVI*



*Imagen 23: Molino tronco – cónico DÖRST*

### **2.2.2) Procesos**

Los camiones que transportan la roca desde la cantera “La Gallineta”, una vez que llegan a MOLIVEN son pesados tanto antes de descargar el material en las terrazas dispuestas para ello como después de hacerlo (*Imagen 25*); de esa manera y calculando la diferencia para cada camión, se conocería el peso total transportado a planta por la flotilla, los camiones descargan el material en patios dispuestos para ello en la empresa.

Posteriormente, el Cargador frontal carga cierto volumen de roca y lo tamiza en una criba con un tamaño de malla 3 pulg aproximadamente y con un ángulo aproximado de 36° ubicada en el patio de descarga (*Imagen 24*); el pasante de esta etapa es luego acumulado en pilas de material no conforme o de material cuyas dimensiones son muy pequeñas para el proceso de trituración y con presencia de contaminantes para el mismo, estas son llamadas ripios, el retenido se acumula en una pila que posteriormente será transportado paulatinamente hasta la tolva de la trituradora primaria. Acto seguido y luego de tamizar una cantidad considerable de roca, el Cargador frontal transporta este material hasta la trituradora de mandíbulas; para asegurar una alimentación continua de la trituradora así como también evitar atascamientos en la oruga transportadora de la maquina debido al sobrepeso, el operador del Cargador frontal vierte solo dos paladas de material en la tolva que corresponden a 4 m<sup>3</sup> que es la capacidad de la tolva, para disminuir la cantidad de

polvo que sale expedido en esta parte un trabajador riega la tolva constantemente que también ayuda a lavar la roca y eliminar impurezas.



*Imagen 24*



*Imagen 25*

### Trituración primaria y secundaria

De la trituradora primaria, el material es reducido hasta aproximadamente 2 pulg y luego es transportado hasta una criba vibratoria, donde el genero con un tamaño mayor a ½ pulg es devuelto a la trituración primaria y el retenido de la clasificación partículas con un tamaño  $\leq 1/2$  pulg alimenta a la trituradora de rodillos; luego de la trituración secundaria, el producto es descargado en la pila de alimentación de molienda que se podría llamar pila primaria (*Imagen 26*); el circuito aquí descrito esta integrado por cintas transportadoras.



*Imagen 26: Pila primaria*

## **Proceso de carga de la trituradora**

Los siguientes cálculos y medidas fueron tomados para el proceso de carga de la trituradora de mandíbula el día 9 de Agosto del corriente.

Se define como un ciclo de carga a todo el tiempo transcurrido desde que el Cargador frontal empezó a cargar hasta que se disponía a hacerlo de nuevo, de esa manera, para un ciclo se tomaron en cuenta 3 tiempos: el tiempo de carga que fue medido desde el momento en el que el Cargador frontal se posicionó frente a la pila y se disponía a cargar, hasta el momento en el cual descargaba su contenido en la tolva de la trituradora, el tiempo de reaposicionamiento o el tiempo en el que tarda en volver a la pila, y las demoras que corresponden a los tiempos extras acumulados por la maquina y que son externos a la operación.

### **Tiempos**

Los tiempos mostrados en la (*TABLA 3.2.1*) corresponden a los tiempos de carga de material a la tolva de la trituradora; se midieron 3 un tiempo de carga, de reposicionamiento del Cargador frontal y las demoras, los mismos fueron tomados el día 9 de Agosto del corriente.

### **Distancias.**

La distancia del proceso de carga se puede dividir en dos, una distancia tomada desde el inicio de la rampa hasta la pila de material y la distancia total desde el inicio hasta el final de la rampa.

Primero que todo, se calculó la constante de paso para ello se contaron los pasos (*pasos de geólogo*) necesarios en cubrir una distancia conocida (6 m); en este caso se contaron 5 pasos lo que resultó en una constante de 1,2 m/paso.

Inicialmente, se contaron los pasos en cubrir la distancia desde la rampa hasta la pila en este caso y puesto que el Cargador frontal nunca cargaba desde el mismo lugar / frente de la pila, se tomaron tres medidas mostradas en la (*TABLAS 3.2.2 y 3.2.3*).

## Proceso de Molienda

A partir de aquí se podrían definir dos líneas de producción de MOLIVEN, la línea A integrada por el molino ANIVI y la línea B por los dos molinos DÖRST o en tal caso por el único molino DÖRST operativo (*Imágenes 28 y 29*). Para la línea A se describe el siguiente el proceso; el Cargador frontal, alimenta con el material de la pila primaria a la tolva de un clasificador magnético que separa el retenido que viene siendo las partículas de Al contaminantes del triturado Feldespático mediante el uso de imanes acoplados en locaciones específicas de este aparato (*posteriormente este material es desechado*); mientras que el pasante (*material a granel*) es transportado por elevadores de cangilones hasta alimentar a un silo a granel que gradúa a su vez la alimentación del molino ANIVI (*Imagen 31*).

Este molino ANIVI cuenta con dos descargas, una localizada a un extremo del mismo y que permite la salida prácticamente del material moledor (*piedra española*) (*Imagen 32*) ya desgastado y otra que descarga el material molido y mallado ( $\leq 75 \mu\text{m}$ ) éste es transportado mediante un elevador de cangilones hasta un clasificador que separa al material con un tamaño  $\leq 75 \mu\text{m}$  (*malla 200*) y que es devuelto al molino, del polvo que es un material con un tamaño  $>45 \mu\text{m}$  (*malla 325*); mientras que las partículas de polvo son distribuidas (*Imagen 33*) de tal manera que alimenten a 3 silos (silos finales) de capacidad 60 Ton cada uno (*Imagen 34*). Esta sería la última etapa de la línea A posteriormente, los silos finales vacían su contenido mediante tornillos sin fines en gandolas de bolas herméticas (*Imagen 35*) que lo transportan hasta la planta de VENCERAMICA donde el mismo es fundido y moldeado según las exigencias del mercado.

La línea de producción B está compuesta, como se mencionó anteriormente, por dos molinos tronco-cónicos marca DÖRST con tres silos finales cada uno, sin embargo, uno de los molinos se encuentra en reparación (*Imágenes 29 y 30*).

El proceso de esta línea es muy parecido al de la línea A, la única diferencia es que el clasificador magnético no se encuentra antes del proceso de molienda. Desde la pila

primaria, se carga una tolva que suministra de material a granel a un elevador de cangilones que eleva este material hasta un silo que gradúa la alimentación del molino, la descarga del molino es transportada por un elevador de cangilones hasta un separador donde nuevamente es separado el polvo que irá directamente a los silos de producto final del particulado con mayor tamaño; el polvo es descargado mediante tornillos sin fines en gandolas (Imagen 31) que lo transportan hasta VENCERAMICA.



*IMAGEN 27: Alimentación de la molienda.*



*IMAGEN 28: carga moledora.*



*IMAGEN 29: Alimentación de silos finales.*



*IMAGEN 30: Silos finales.*



*IMAGEN 31: Gandolas.*

### **2.2.3) Cálculo de relación de reducción de cada proceso.**

Según Peláez (1981): “Se llama relación de reducción a la razón entre una de las dimensiones de la partícula mayor de la alimentación y la dimensión correspondiente de la partícula más grande en la descarga.”<sup>1</sup> De esa manera, y como se ilustran en las siguientes tablas (TABLAS 3.2.4, 3.2.5 y 3.2.6), se hizo un muestreo en la alimentación y la descarga para cada proceso en planta (*Imagen 32*): trituración primaria, secundaria y molienda, se midieron tres valores: largo, ancho y espesor para cada muestra, luego se obtuvo un valor nominal o el que correspondería al diámetro promediando cada medida de cada etapa para finalmente, compararlas y hallar la respectiva relación de reducción; así:



*IMAGEN 32: Muestreo.*

### **2.2.4) Cálculo de la energía consumida para cada proceso.**

Para calcular la energía consumida por cada maquinaria de cada proceso, Peláez (1981) se vale de las fórmulas propuestas por Bond (1951) en las que se relaciona el

---

<sup>1</sup> Peláez E (1981) *Preparación y Concentración de minerales, Cap 3. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Pp. 30*

trabajo útil para la fragmentación con el diametro del producto en una relación inversa Ecuación 1:

$$W = 11 \cdot W_i \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{P}} - \frac{1}{\sqrt{A}} \right)$$

*Ecuación 1: Cálculo del trabajo consumido, Bond (1951)*

La Ecuación 2 también propuesta por Bond (1951) y referenciada por Peláez (1981)<sup>3</sup> brinda la oportunidad de calcular  $W_i$  para solucionar la *Ecuación 1*.

$$P_{80} = s_a \cdot (0,04 \cdot W_i + 0,40)$$

*Ecuación 2: Cálculo de  $W_i$*

Para la molienda se emplearon formulas diferentes de acuerdo a la literatura.

$$E = E_o \left( \sqrt{\frac{100}{k_{80p}}} - \sqrt{\frac{100}{k_{80f}}} \right)$$

---

<sup>2</sup> Peláez E (1981) *Preparación y Concentración de minerales, Cap 3. Caracas: Universidad Central de Venezuela.. Pp. 31*

<sup>3</sup> Peláez E (1981) *Preparación y Concentración de minerales, Cap 3. Caracas: Universidad Central de Venezuela. Pp. 44*

Ecuación 3: Energía consumida en la molienda.

Baritina.....	4,73	Vidrio.....	12,31
Yeso.....	6,73	Caliza.....	12,54
Fluorita.....	8,91	Mineral de cobre.....	12,73
Pirita.....	8,93	Hematites.....	12,93
Cuarcita.....	9,58	Cuarzo.....	13,57
Magnesita.....	9,97	Mineral de oro.....	14,93
Mineral plomo-zinc.....	10,57	Granito.....	15,05
Feldespato.....	10,80	Grafito.....	43,56
Dolomia.....	11,27	Esmeril.....	56,70
Mineral de zinc.....	11,56		

TABLA 2.2.1: Índices de triturabilidad de algunos minerales.

Medición de los valores nominales.

El día 25 de Agosto del corriente se midieron los valores nominales de Intensidad y Voltaje (estos valores se relacionaron según la fórmula  $P=V*I$ ) para cada maquina durante el proceso; las mismas fueron realizadas con un *voltí – amperímetro* marca Chint modelo NT – 600A (*Imagen 33*), con el fin de calcular la potencia nominal para cada una de ellas y comparar esos valores con los de fabrica hallando de esa manera la eficiencia de cada maquina al momento (*TABLA 3.2.8*).

<sup>4</sup> Fueyo L. (1999) *Equipos de trituración, molienda y clasificación, parte II Cap 5, Edit. rocas y minerales. Madrid. Pp 133.*

<sup>5</sup> Fueyo L. (1999) *Equipos de trituración, molienda y clasificación, parte I, Edit. rocas y minerales. Madrid. Pp 29.*



IMAGEN 33: Volti – Amperímetro.

### 2.2.6) Cálculo de la carga circulante

Según Peláez (1981) “Si se supone que un circuito cerrado de trituración ha alcanzado el régimen, el peso del mineral de tamaño inferior I que sale debe ser igual, en promedio, al peso del mineral nuevo que llega A. Por otra parte, a la alimentación de la criba se incorpora, después de haber pasado por la trituradora, la fracción de tamaño superior S que fue separada por la criba”<sup>6</sup> (Imagen 34)

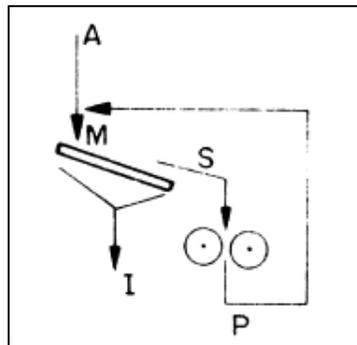


Imagen 34- circuito de carga circulante. Fuente: Peláez E. (1981).

Con referencia a la literatura, se procedió a calcular la carga circulante en el circuito de trituración de la planta de MOLIVEN; para ello, se siguieron dos pasos básicamente: para el primero se tomó nota de la alimentación de la tolva de la

<sup>6</sup> Peláez E. “Preparación y Concentración de minerales”, Cap 5. Pp. 48

trituradora de mandíbulas que es aproximadamente  $4 \text{ m}^3$ , así como también se midió el tiempo transcurrido desde que la trituradora es alimentada hasta que se descarga completamente esa alimentación inicial, el tiempo fue de  $35' 50''$  aproximadamente, finalmente, se tomó una muestra en la descarga del circuito y se midió el tiempo mientras se tomaba la misma que fue pesada luego: en 3 seg se descargaron 5 kg.

Conociendo la densidad relativa de la Albita  $1,5 \text{ Ton/m}^3$  se operó de manera tal de conocer el volumen relativo del muestreo, el mismo dio un aproximado de  $3,3 * 10^{-3} \text{ m}^3$ ; finalmente, conociendo el volumen del muestreo, el tiempo de descarga del mismo, y el tiempo total para el ciclo de trituración  $21'50''$ , se obtuvo el valor de la descarga del circuito.

## **CAPÍTULO 3**

### **RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A continuación se muestran los resultados obtenidos de acuerdo a los objetivos planteados a cumplir en cada empresa, y el análisis de resultado respectivo.

Los tiempos de carga fueron tomados el día 17 de Agosto del corriente, donde la flotilla de camiones roqueros fueron cargados con el material extraído, para éstos se consideró el tiempo que tarda cada cargador en llevar el material desde la pila a la tolva del camión tiempo de carga, las demoras de cada pala (*responden a diversas causas*) y el tiempo que tarda cada máquina en reposicionarse para recoger el material; así:

### 3.1 FELBASA

#### 3.1.1 Tiempos de carga

Los tiempos mostrados en la *TABLA 3.1.1* corresponden al Cargador frontal CATERPILLAR.

	<b>Carga</b>	<b>Reposicionamiento</b>	<b>Demoras</b>
	39	12	18
	23	12	25
	34	12	22
	27	9	16
	36	14	15
	35	14	28
	41	10	23
	35	9	28
<b>Promedio [seg]</b>	<b>33,8</b>	<b>11,5</b>	<b>21,9</b>
<b>Total</b>	<b>1' 7''</b>		

*TABLA 3.1.1 – Tiempos de carga para el cargador CAT.*

El tiempo aproximado entre una palada y otra para este cargador es de: 1 min 7 seg.

Los tiempos mostrados en la *TABLA 3.1.2* corresponden al Cargador frontal KOMATSU.

	<b>Carga</b>	<b>Reposicionamiento</b>	<b>Demoras</b>
	27	17	30
	35	23	17
	29	26	
	26	19	
	29	21	
	34	13	
<b>Promedio [seg]</b>	<b>30</b>	<b>19,8</b>	<b>23,5</b>
<b>Total</b>	<b>1' 3''</b>		

*TABLA 3.1.2: Tiempos de carga del cargador KOMATSU.*

El tiempo aproximado entre una palada y otra para este cargador es de: 1 min 3 seg.

De la misma forma, se midió el tiempo que tarda el camión de transporte en recorrer los dos primeros tramos de la vía hasta llegar al frente 5 su respectivo tiempo de carga, subiendo y descarga definiendo así una suerte de ciclos; recorrer esos tramos corresponde a 106 pasos lo que equivaldría a 127 m; así (TABLA 3.1.3):

	<b>Bajando</b>	<b>Carga</b>	<b>Subiendo</b>	<b>Descarga</b>	<b>Paladas</b>
	160	767	185	95	13
	171	800	162	162	12
	170	787	174	170	13
<b>Promedio [seg]</b>	<b>167</b>	<b>784,7</b>	<b>173,7</b>	<b>142,3</b>	
<b>Total</b>	<b>21' 20''</b>				

*TABLA 3.1.3: Tiempo de acarreo del camión.*

Para obtener el tiempo de transporte de material desde la terraza 7 hasta la principal, se extrapola el tiempo requerido por el camión en bajar y subir desde la terraza número 5 hasta la principal, así:

Lo que da un total de 11 min 5 seg, este tiempo al sumarlo con el promedio de la carga y descarga da un total de 26' 36'' para un ciclo completo.

Distancias

Los datos suministrados en las *TABLA 3.1.4* y *TABLA 3.1.5* muestran los pasos contados entre el cada cargador y el camión, luego se multiplicaron los promedios por la constante de paso y el resultado corresponde entonces a la distancia aproximada entre cada Pay Loader y el Camión de acarreo; los mismos, fueron levantados el día 17 de Agosto, así:

	<b>Pasos</b>
	6
	7
	8
	5
<b>Promedio</b>	<b>6,5</b>

*TABLA 3.1.4:*

Lo que da un total de 7,8 m aproximadamente.

	<b>Pasos</b>
	12
	13
	25
	13
	23
<b>Promedio</b>	<b>17,2</b>

TABLA 3.1.5:

Lo que da un total de 20,6 m aproximadamente.

### 3.1.2) Cálculo de reservas y vida útil del yacimiento.

Tomando como referencia los datos obtenidos en un estudio realizado por Arrechider (2006) en el 2006, para conocer el potencial de la cantera “La Gallineta”, así se cálculo la vida útil del yacimiento con referencia el consumo de material mensual por parte de MOLIVEN y el factor de seguridad 15%\* RMT para los cálculos, de esa manera:

$$\text{Reservas medidas totales (RMT)} = 117.662 \text{ m}^3$$

$$\text{Reservas probables totales (RPT)} = 295.460 \text{ m}^3$$

$$\text{Factor de seguridad (FS)} = 17.649 \text{ m}^3$$

$$\text{Consumo} = 800 \text{ Ton/mes}$$

Operando

$$\text{RMT} - \text{FS} = 100.013 \text{ m}^3$$

Ahora bien, desde 2007 hasta la actualidad se ha tenido un consumo de 55398 m<sup>3</sup>; restando este valor de las RMT da un aproximado de 44615 m<sup>3</sup> aún por explotar.

Tomando en cuenta el consumo mensual de material por parte de MOLIVEN que es aproximadamente ochocientos metro cúbicos (800 m<sup>3</sup>) lo que equivale a un consumo anual de nueve mil seiscientos metros cúbicos (9600 m<sup>3</sup>) anuales.

$$800 \text{ m}^3/\text{mes} * 12 \text{ meses} = 9600 \text{ m}^3/\text{año}$$

Vida útil del yacimiento

La vida útil basada en las reservas medidas totales (RMT) y con el consumo anual da un total de 5 años de explotación.

$$44615 \text{ m}^3 / 9600 \text{ m}^3/\text{año} = 4,6 \text{ años.}$$

Se hace la salvedad de que los cálculos anteriores fueron realizados con el consumo anual de material por parte de MOLIVEN para el corriente (2010), y con las reservas medidas totales estimadas en el 2006 puesto que no se cuenta con un estudio de cálculo de reservas más actualizado.

Al operar de manera similar pero con las (RPT).

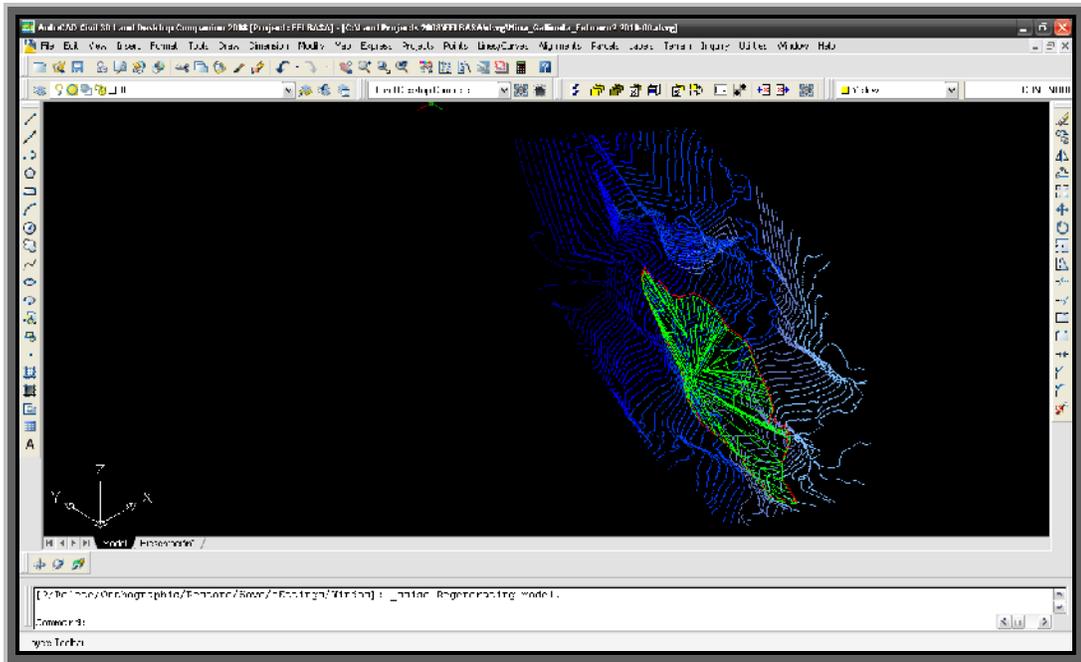
$$\text{RPT} - \text{FS} = 277.811 \text{ m}^3$$

$$277.811 \text{ m}^3 / 9600 \text{ m}^3/\text{año} = 28.9 \text{ años}$$

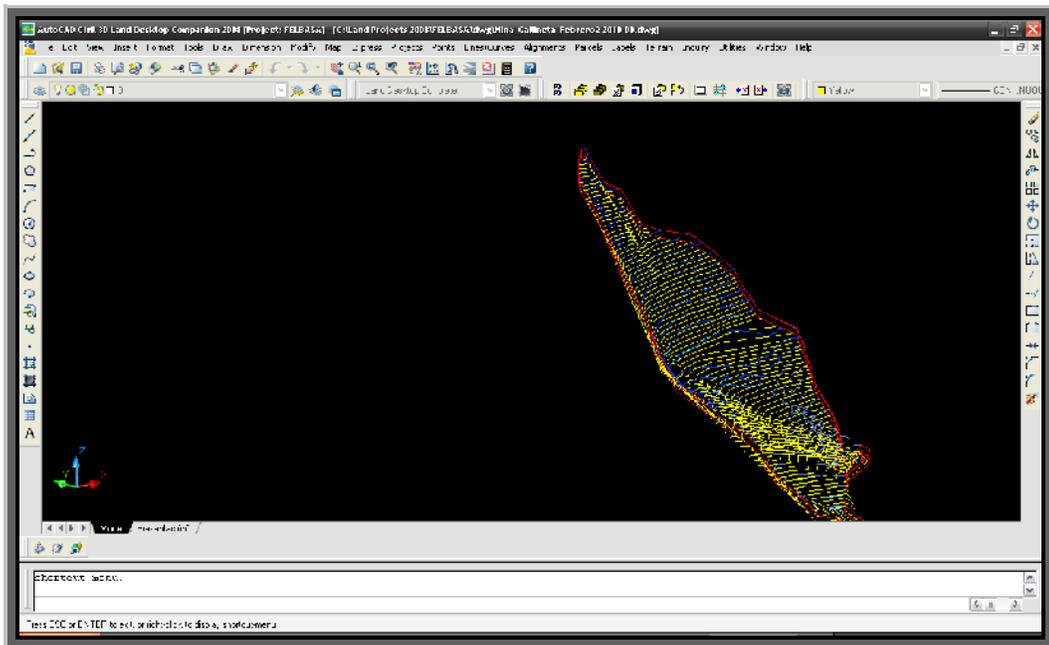
Lo que conduce a concluir que podría existir una actividad extractiva en la cantera por más de 29 años; tomando en cuenta que los cálculos se realizaron con unas reservas no actualizadas.

### **3.1.3) Actualización de reservas y vida útil del yacimiento.**

Las imágenes a continuación mostradas corresponden al modelado en 3D yacimiento y la obtención de los perfiles para el cálculo del volumen que se realizaron a partir del mismo..



*Imagen 35: Modelado del yacimiento (Herramienta CAD 2008).*



*Imagen 36: Delimitación del yacimiento (Herramienta CAD 2008).*

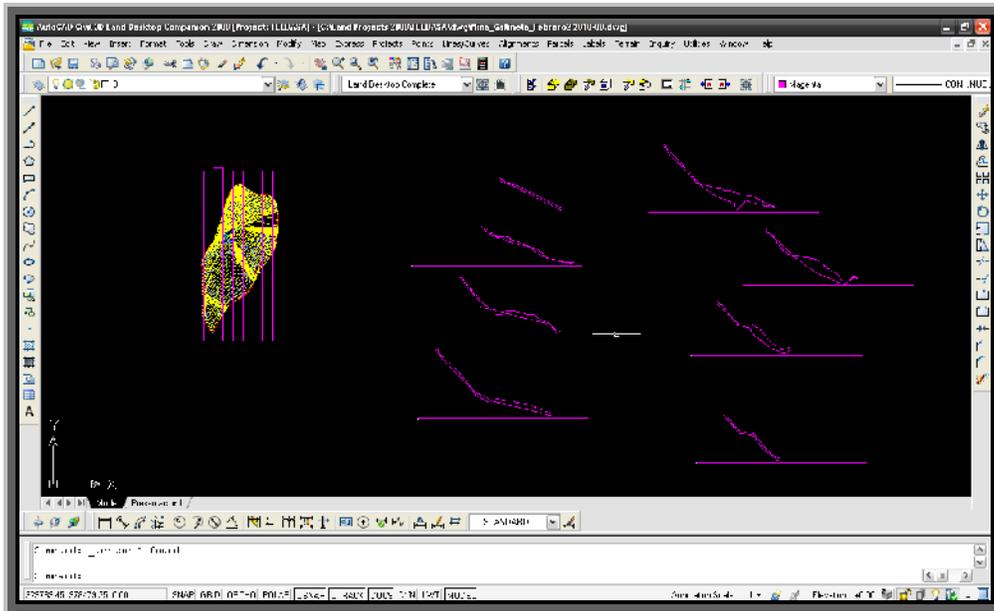


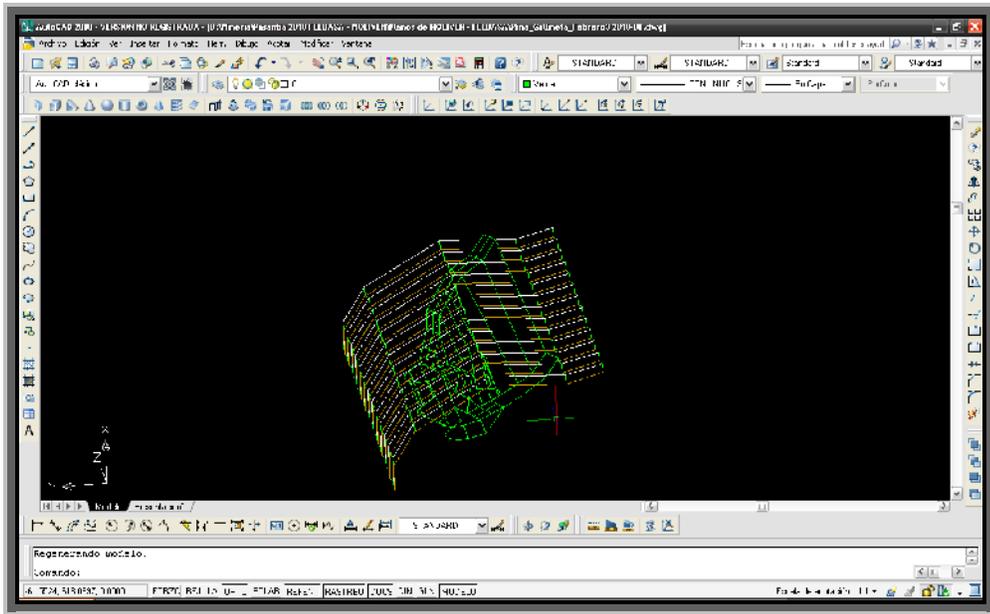
Imagen 37: Método de los perfiles (Herramienta CAD 2008).

La siguiente tabla ilustra el volumen total calculado para el yacimiento mediante el método de los perfiles. El cálculo de reservas actualizado.

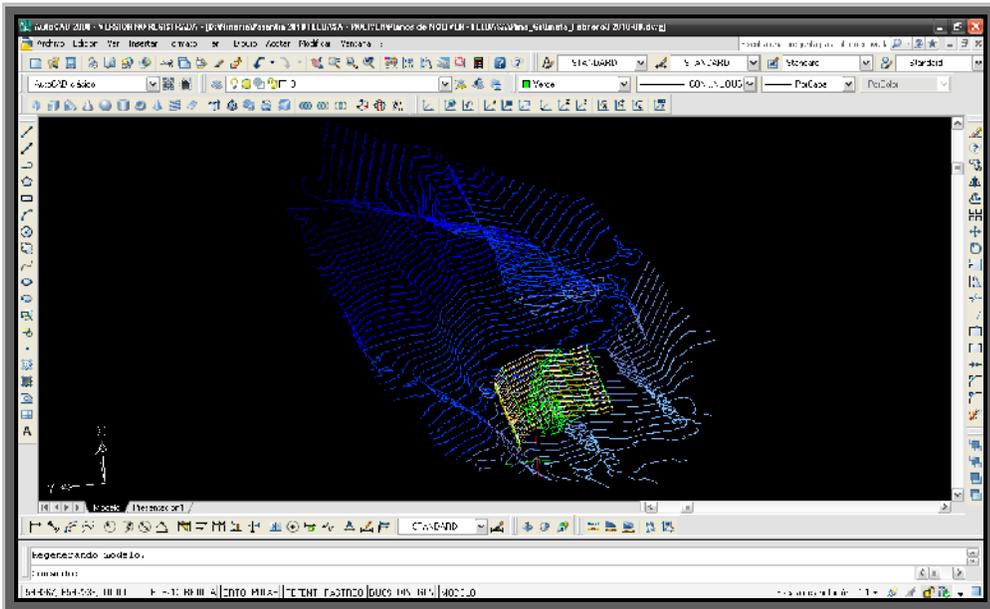
Perfiles	Área [m2]	Distancia [m]	Volumen [m3]
1	523,02	20	10460,4
2	322,7	20	6454
3	879,7	20	17954
4	1565,09	20	31381,2
5	1783,27	20	35655,4
6	1584,55	20	31691
7	1272,28	20	25445,6
8	518,92	11,26	5843,03
<b>Volumen total [m3]</b>			<b>164884,63</b>

Tabla 3.1.6: Método de los perfiles (RESULTADOS).





*Imagen 39: Banqueo con vía.*



*Imagen 40: Modelado en 3D.*

### **3.1.5 Análisis de resultados (FELBASA).**

Los resultados ilustrados en las (*TABLAS 3.1.1, 3.1.2 y 3.1.3*); indican el que el tiempo total de acarreo del mineral desde la terraza 7 hasta la terraza principal demora 26' 36'' aproximadamente lo cual es un tiempo asociado a unas operaciones optimizables a fin de aumentar el ritmo de producción de la cantera.

En los apartados 3.1.2 y 3.1.3 (*Cálculo de reservas y vida útil del yacimiento*) se hace una comparación del cálculo de reservas levantado para el año (2006) y la estimación realizada durante el periodo de campo respectivamente (*TABLA 3.1.6*); la diferencia de los resultados radica en que para la parte 3.1.5 el cálculo de reservas se estimó para todo el yacimiento, con un informe de geofísica de prospección levantado en el sitio, empleando una herramienta electrónica y con datos desactualizados y en el anterior (2006) solo para los frentes activos en la actualidad. Para mostrar un análisis conservador y tomando en cuenta la desactualización de los datos suministrados al pasante al momento de cuantificar las reservas; se calculó la vida útil del yacimiento tomando en cuenta los 4 años ya transcurridos desde el momento de la estimación (2006) y el ritmo de producción promedio de MOLIVEN en los últimos 3 años dando como resultado que a la cantera le quedan una vida útil aproximada de 5 años (*ver: vida útil del yacimiento*).

En el apartado 3.1.3 (*Actualización de reservas y vida útil del yacimiento*), se realizó primero un diseño de la vía tal y como está en la actualidad, las distancias de los tramos fueron tomadas en campo, teniendo la misma 4 tramos en total con un aproximado de 128 m; la vía fue modelada usando una herramienta CAD (*Imagen 38*). Seguidamente, se modeló el banqueo con las especificaciones geotécnicas suministradas por el tutor industrial y este se acopló al mapa topográfico de la cantera que actualmente se posee para así poder visualizar el banqueo una vez finalizadas las operaciones extractivas. Las especificaciones geotécnicas corresponden a: altura de banco, cresta y ángulo de talud, siendo estas: 4m, 3m y 80° respectivamente (*Imágenes: 39 y 40*).

### 3.2) MOLIVEN.

#### 3.2.1) Tiempos

Los tiempos mostrados en la TABLA 3.2.1 corresponden a los tiempos de carga de material a la tolva de la trituradora; se midieron 3 un tiempo de carga, de reposicionamiento del Cargador frontal y las demoras, los mismos fueron tomados el día 9 de Agosto del corriente.

	<b>Carga</b>	<b>Reposicionamiento</b>	<b>Demoras</b>
	74"	31"	25"
	78"	27"	20"
	104"	27"	545"
	96"	38"	36"
	77"	31"	60"
	75"	29"	13"
	80"	31"	
	78"	32"	
<b>Promedio [seg]</b>	<b>82,75</b>	<b>30,75</b>	<b>116,5</b>
<b>Total [seg]</b>	<b>230</b>		

*TABLA 3.2.1: Tiempos del cargador.*

El tiempo aproximado para un ciclo de carga es: 3' 50'', para este tiempo se tomaron en cuenta los promedios de la carga, vuelta a la pila y las demoras por parte del cargador, se hace la salvedad que dos ciclos son necesarios para procurar una alimentación constante de la trituradora, por lo que se hizo necesario aguardar las próximas alimentaciones

#### 3.2.2) Distancias.

La distancia del proceso de carga se puede dividir en dos, una distancia tomada desde el inicio de la rampa hasta la pila de material y la distancia total desde el inicio hasta el final de la rampa.

Primero que todo, se calculó la constante de paso para ello se contaron los pasos (*pasos de geólogo*) necesarios en cubrir una distancia conocida (6 m); en este caso se contaron 5 pasos lo que resultó en una constante de 1,2 m/paso.

Inicialmente, se contaron los pasos en cubrir la distancia desde la rampa hasta la pila en este caso y puesto que el Cargador frontal nunca cargaba desde el mismo lugar / frente de la pila, se tomaron tres medidas mostradas en la (*TABLA 3.2.2 y 3.2.3*):

	<b>Pasos</b>
	12
	14
	17
<b>Promedio</b>	<b>14,3</b>

*TABLA 3.2.2: Distancias*

Para la segunda distancia medida desde el inicio hasta el final de la rampa se contaron:

	<b>Pasos</b>
	19
	20
	21
<b>Promedio</b>	<b>20,0</b>

*TABLA 3.2.3: Pasos.*

Sumando, da un total de 34,3 pasos que operando con la constante de paso arrojaría: 41,1 m aproximadamente y esa correspondería a la distancia que el Cargador frontal debe recorrer en el proceso de carga la cual entra dentro del rango de operabilidad del Cargador frontal; se sabe que si la distancia de carga es mayor a 50 m pasaría a ser transporte y se operaría con camiones si es menor a 50 m se operaría con Cargador frontal, para el desplazamiento del material.

### 3.2.3) Cálculo de la relación de reducción para cada proceso.

#### Alimentación de la trituradora primaria

<b>Muestra</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espesor</b>	<b>Diametro nominal</b>
<b>1</b>	50	56	24	<b>43,3</b>
<b>2</b>	34	26	18	<b>26</b>
<b>3</b>	69	34	24	<b>42,3</b>
<b>4</b>	43	37	23	<b>34,3</b>
<b>5</b>	15	24	15	<b>18</b>
<b>Promedio nominal (cm)</b>				<b>32,8</b>

TABLA 3.2.4: Muestreo.

Descarga de la trituradora primaria – alimentación de la clasificación previa a la trituración secundaria.

<b>Muestra</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espesor</b>	<b>Diametro nominal</b>
<b>1</b>	13	8	7	<b>9,3</b>
<b>2</b>	10	6	3,5	<b>6,5</b>
<b>3</b>	7	7	4,5	<b>6,2</b>
<b>4</b>	7	6	4	<b>5,7</b>
<b>5</b>	2	6	2,5	<b>3,5</b>
<b>6</b>	9	8	4	<b>7,0</b>
<b>7</b>	12,5	7	6	<b>8,5</b>
<b>8</b>	13	12	7	<b>10,7</b>

<b>9</b>	10,5	7	5	<b>7,5</b>
<b>10</b>	8	6	4,5	<b>6,2</b>
<b>11</b>	4,5	4	3	<b>3,8</b>
<b>Promedio nominal (cm)</b>				<b>6,8</b>

TABLA 3.2.5: Muestreo

Retenido de la clasificación previa a la trituration secundaria (material con un tamaño  $> 1/2''$ ).

<b>Muestra</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Espesor</b>	<b>Diámetro nominal</b>
<b>1</b>	7	5	5	<b>5,7</b>
<b>2</b>	8	6	4	<b>6,0</b>
<b>3</b>	6	2,5	2	<b>3,5</b>
<b>4</b>	4	1,5	2,5	<b>2,7</b>
<b>5</b>	10	6	4	<b>6,7</b>
<b>6</b>	5	6	5	<b>5,3</b>
<b>7</b>	8	5	3,5	<b>5,5</b>
<b>Promedio nominal (cm)</b>				<b>5,0</b>

TABLA 3.2.6 - Muestreo

Este material  $> 1''$  es regresado en el circuito a la cinta transportadora y es mezclado nuevamente con la descarga de la trituration primaria para finalmente ser clasificado de nuevo; el pasante de esta clasificación material con un tamaño  $\leq 1''$  pasa por la trituradora de rodillos que lo reduce a un aproximado de  $1/2''$  y es lo que se conoce como material a granel, que finalmente alimenta a los molinos.

El tamaño de alimentación de la molienda es aproximadamente de  $1/2''$ , la descarga es un material cuyo tamaño es mayor a  $45 \mu\text{m}$  y menor o igual a  $75 \mu\text{m}$  para obtener un valor nominal que esté entre ambos extremos, se promediaron los mismos siendo  $60 \mu\text{m}$  el resultado.

Con los valores antes ilustrados, y con referencia a la literatura se calculó la relación de reducción para cada proceso:

Para la trituration primaria.

Rr= Diámetro de alimentación/diámetro descarga

$$Rr= 32,8/6,8 \Rightarrow Rr=5,3/1$$

La relación de reducción para este proceso sería aproximadamente de 5:1

Para la trituración secundaria

Rr= Diámetro de alimentación/diámetro descarga

$$Rr= 2,5/1,25$$

La relación de reducción para este proceso sería aproximadamente de 2:1

Para la molienda.

Rr= Diámetro de alimentación/diámetro descarga

$$Rr= 1,25/60 \cdot 10^{-8}$$

La relación de reducción para este proceso sería aproximadamente de  $2,08 \cdot 10^6:1$

**3.2.4) Cálculo de la energía consumida para cada proceso.**

Para calcular la energía consumida por cada maquinaria de cada proceso, Peláez (1981) se vale de las fórmulas propuestas por Bond (1951) en las que se relaciona el trabajo útil para la fragmentación con el diámetro del producto en una relación inversa Ecuación (1):

$$W = 11 \cdot W_i \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{P}} - \frac{1}{\sqrt{A}} \right)$$

*Ecuación (1)*

En donde:

[W]: Kw – hora

Wi: Índice de trabajo

P: 80% del diámetro nominal A: 80% del diámetro nominal de la alimentación

### Trituración primaria

La Ecuación (2) también propuesta por Bond (1951) y referenciada por Peláez brinda la oportunidad de calcular  $W_i$  para solucionar la Ecuación (1).

$$P_{80} = s_a \cdot (0,04 \cdot W_i + 0,40)$$

*Ecuación (2)*

En donde,  $S_a$  es la medida de la salida abierta de trituradora en este caso:

$S_a = 5 \text{ cm}$

Con referencia a la *TABLA 3.2.5* en donde se conoció que el diámetro promedio para la descarga de la trituradora primaria es de 6,8 cm. Por lo que  $P_{80} = 5,44 \text{ cm}$

Despejando:

$W_i = (P_{80}/S_a * 0,04) - 0,4 = 26,8$

Para la *Ec 1* y con :

$W_i = 26,8$

$P = 5,44 \text{ cm}$

$A = 26,24 \text{ cm}$

$W = 68,8 \text{ kw – hora}$

### Trituración secundaria

Con base a la Ecuación (2), se calculó el índice de trabajo  $W_i$  para la trituración secundaria, así:

P80= 1,024 cm

Sa= 2.56 cm

Wi= (P80/Sa\*0,04) – 0,4= 9,6

Para *Ec 1* y con:

Wi= 9,6\*

P= 1,024 cm

A= 2,048 cm

W= 30,56 Kw – hora.

\*Este valor corresponde al mostrado en la Tabla de los índices de Bond (ver: *Tabla 2.2.1*)

### Molienda

Para la molienda se emplearon formulas diferentes de acuerdo a la literatura. Ecuación (3).

$$E = E_o \left( \sqrt{\frac{100}{k_{80p}}} - \sqrt{\frac{100}{k_{80f}}} \right)$$

*Ecuación (3)*

De acuerdo a esta fórmula, se definen los siguientes términos:

E: Potencia consumida

$E_0$ : Índice de trabajo

$K_{80p}$ : K80 del producto molido

$K_{80f}$ : k80 de la alimentación

Para el ejercicio estos valores representan:

$E_0$ : 10,8 (ver tabla con los índices de Bond)

$K_{80p}$ :  $75 \cdot 10^{-2}$  cm

$K_{80f}$  : 1,25 cm

$E = 28,11$  kw-hora.

Baritina.....	4,73	Vidrio.....	12,31
Yeso.....	6,73	Caliza.....	12,54
Fluorita.....	8,91	Mineral de cobre.....	12,73
Pirita.....	8,93	Hematites.....	12,93
Cuarcita.....	9,58	Cuarzo.....	13,57
Magnesita.....	9,97	Mineral de oro.....	14,93
Mineral plomo-zinc.....	10,57	Granito.....	15,05
Feldespatos.....	10,80	Grafito.....	43,56
Dolomía.....	11,27	Esmeril.....	56,70
Mineral de zinc.....	11,56		

(ver: Tabla 2.2.1)

### 3.2.5) Cálculo de eficiencias.

Con base a los resultados previos y tomando en cuenta la potencia nominal para cada maquinaria, se calculó pues la eficiencia (TABLA 3.2.7) de cada proceso, así:

	<b>Trituradora de mandíbulas</b>	<b>Trituradora de rodillos</b>	<b>Molino ANIVI</b>

<b>Potencia teórica [kw - hora]</b>	68,8	30,56	28,11
<b>Potencia nominal [kw - hora]</b>	39,36	35,5	117,12
<b>Eficiencia</b>	<b>0,57</b>	<b>0,86</b>	<b>0,24</b>
<b>[%]</b>	<b>57</b>	<b>86</b>	<b>24</b>

*TABLA 3.2.7.*

Medición de los valores nominales

Los valores mostrados en la siguiente ilustración (TABLA 3.2.8) corresponden a la eficiencia de cada proceso al momento de medir los valores; se midió la potencia consumida en cada proceso y se comparó cada valor con su respectivo valor nominal.

	<b>Trituradora de mandíbulas</b>	<b>Trituradora de rodillos</b>	<b>Molino ANIVI</b>
<b>Potencia medida [kw - hora]</b>	22	24	88,5
<b>Potencia nominal [kw - hora]</b>	39,36	36,5	117,12
<b>Eficiencia</b>	<b>0,56</b>	<b>0,66</b>	<b>0,76</b>
<b>[%]</b>	<b>56</b>	<b>66</b>	<b>76</b>

*TABLA 3.2.8 – Eficiencias.*

### 3.2.6) Cálculo de la carga circulante

Conociendo la densidad relativa de la Albita  $1,5 \text{ Ton/m}^3$  se operó de manera tal de conocer el volumen relativo del muestreo, el mismo dio un aproximado de  $3,3 * 10^{-3} \text{ m}^3$ ; finalmente, conociendo el volumen del muestreo, el tiempo de descarga del mismo, y el tiempo total para el ciclo de trituración  $21'50''$ , se obtuvo el valor de la descarga del circuito:

$$3 \text{ seg} \longrightarrow 3,3 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$2150'' \longrightarrow \text{¿?}$$

$$B = 2,36 \text{ m}^3$$

Con base a la literatura, se podría definir la siguiente fórmula:

$$A = B + S$$

Donde:

A= alimentación

B= descarga

S= Carga circulante

De esa manera, y conociendo  $A = 4 \text{ m}^3$  y  $B = 2,6$ ; el valor de la carga circulante sería  $S = 1,64 \text{ m}^3$ .

### 3.2.7) Digitalización del molino DORST.



muestreo o análisis granulométrico para cada proceso en la alimentación y salida de cada uno (ver: TABLAS: 3.2.4, 3.2.5 y 3.2.6 e Imagen 32) las relaciones de reducción para la trituradora primaria, secundaria y molienda son: 5:1, 2:1 y  $2,08 \cdot 10^6:1$  respectivamente lo que brinda una idea de la eficiencia de cada proceso. Para tener un segundo marcador que hable de la eficiencia, se procedió a medir la potencia consumida por cada máquina en el proceso y a compararla con los valores nominales de las mismas (ver: TABLA 3.2.8 e Imagen 33). Los resultados reflejados en la TABLA 3.2.8 hablan de una eficiencia superior al 50% cuando la mínima; esta disminución considerable en la eficiencia puede o se debe básicamente a la depreciación de los equipos; sin embargo, es importante resaltar que si bien la eficiencia antes reseñada no es la más óptima y se podría mejorar, a los fines prácticos no es una opción llamativa puesto que el ritmo de producción de MOLIVEN no es exigente y las máquinas cumplen con este ritmo.

Como un último ítem, en el apartado 3.2.6 (Cálculo de la carga circulante.) se cálculo de manera práctica la carga circulante para el circuito de trituración – molienda de MOLIVEN. De acuerdo a los resultados obtenidos, para una alimentación de  $4 \text{ m}^3$  y una descarga de  $2,6 \text{ m}^3$  aproximadamente, la carga circulante es de  $1,64 \text{ m}^3$ . Dicho valor resulta elevado y se puede reducir optimizando el circuito de trituración primaria – secundaria pero para ello, es menester realizar una inversión que para los fines prácticos resulta un poco innecesaria puesto que a pesar de que el circuito tiene una carga circulante elevada, se cumple con los estándares preestablecidos y objetivos planificados.

### **3.2.9) Datos y apreciaciones**

- Despachan a VENCERAMICA un aproximado de 800 Ton/mes de Feldespato malla 325 ( $45\mu\text{m}$ )

- MOLIVEN cuenta con un tanque de combustible y un depósito que acumula el aceite usado en tambores que posteriormente una empresa contratista recicla.
- Las aguas industriales son canalizadas en cunetas distribuidas en la empresa y posteriormente son acumuladas en tanques que hacen las veces de lagunas de sedimentación, el particulado una vez decantado es extraído y acumulado en las pilas de los ripios.
- Los molinos usan piedra española como carga moledora (*Imagen 28*).
- Circundante a la planta de trituración y molienda hay dispuestas una serie de regaderas para el control del particulado que sale expedido al ambiente luego del proceso.

## **CONCLUSIONES.**

Una vez finalizada la pasantía industrial y de haber cumplido con los objetivos propuestos, se concluye que:

- Con el ritmo de producción actual (9600 Ton/año), a la cantera le queda una vida útil de 5 años aproximadamente.
- El diseño de los bancos al momento del cese de la explotación, debe tener las siguientes especificaciones geotécnicas altura de banco, ancho de cresta y ángulo de talud siendo éstas 4 m, 3 m y 80° respectivamente.

- Se hace necesario disminuir el tiempo de transporte de material en la cantera, a fin de hacer la producción más eficiente.
- La relación de reducción para la trituración primaria secundaria y molienda es 5:1; 2:1; y  $2,08 \cdot 10^6$ :1 respectivamente.
- Las eficiencias de los procesos de trituración primaria, secundaria y molienda para el momento fueron de 56% 66% y 76% respectivamente.
- La alimentación del circuito es de  $4 \text{ m}^3$  aproximadamente siendo la descarga y la carga circulante del mismo  $2,36 \text{ m}^3$  y  $1,64 \text{ m}^3$  respectivamente.

## **RECOMENDACIONES**

- Actualizar periódicamente el mapa topográfico de la concesión “La Gallineta” a fin de poder estimar más acertadamente las reservas presentes, afinar el diseño de la fosa y planificar secuencias de explotación.
- Optimizar el circuito trituración primaria – secundaria a fin de reducir la carga circulante.
- Mejorar los parámetros característicos de la vía para así minimizar el tiempo de acarreo y el riesgo de algún accidente.

## **REFERENCIAS CONSULTADAS.**

### **Citas bibliográficas de material consultado en internet**

Léxico estratigráfico de Venezuela [Libro en Línea]. Disponible:  
<http://www.pdvsa.com/lexico/>

### **Bibliografía**

Fueyo L. (1999) Equipos de trituración, molienda y clasificación, edit rocas y minerales. Madrid: 300 P.

Peláez E. (1981) Preparación y Concentración de Minerales, Caracas: Universidad Central de Venezuela. 315 P.

Forero J., Mora S. (2002) Actualización del Cálculo de Reservas del Yacimiento de Feldespato La Gallineta, Informe de pasantía. Inédito.

Arrechider L. (2006) Informe Técnico de Evaluación de Feldespato, Cantera La Gallineta; Barinitas. Inédito.

Universidad de Los Andes. Vicerrectorado Administrativo. (2010) Determinación de las velocidades de las ondas P de un sector de la Mina de Feldespato (Felbasa), Santo Domingo – Barinitas: Arangurén R, Cerrada M

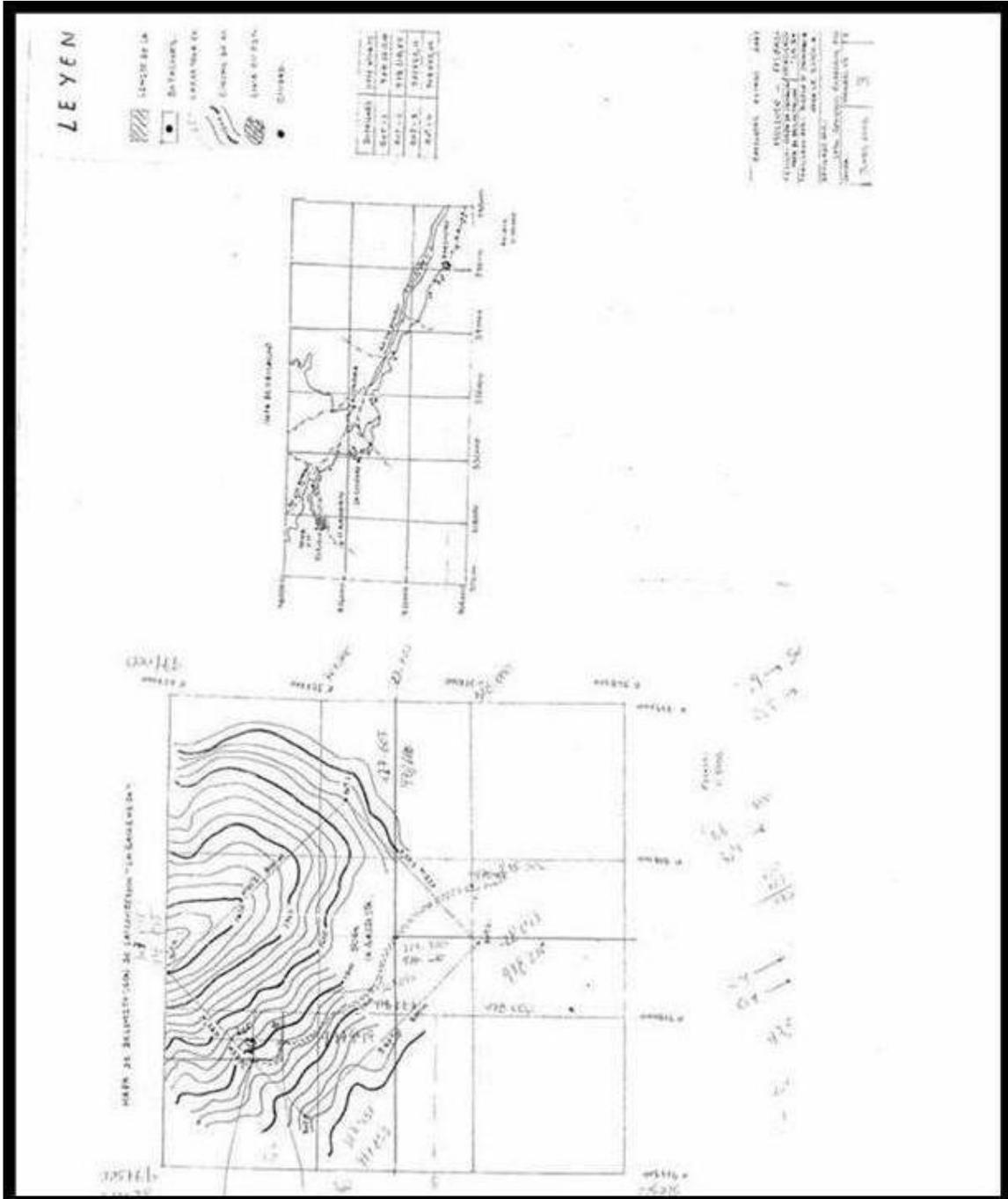
Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo del Departamento de Seguridad, MOLIVEN. Inédito.

Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo, FELBASA. Inédito.

## **ANEXOS**

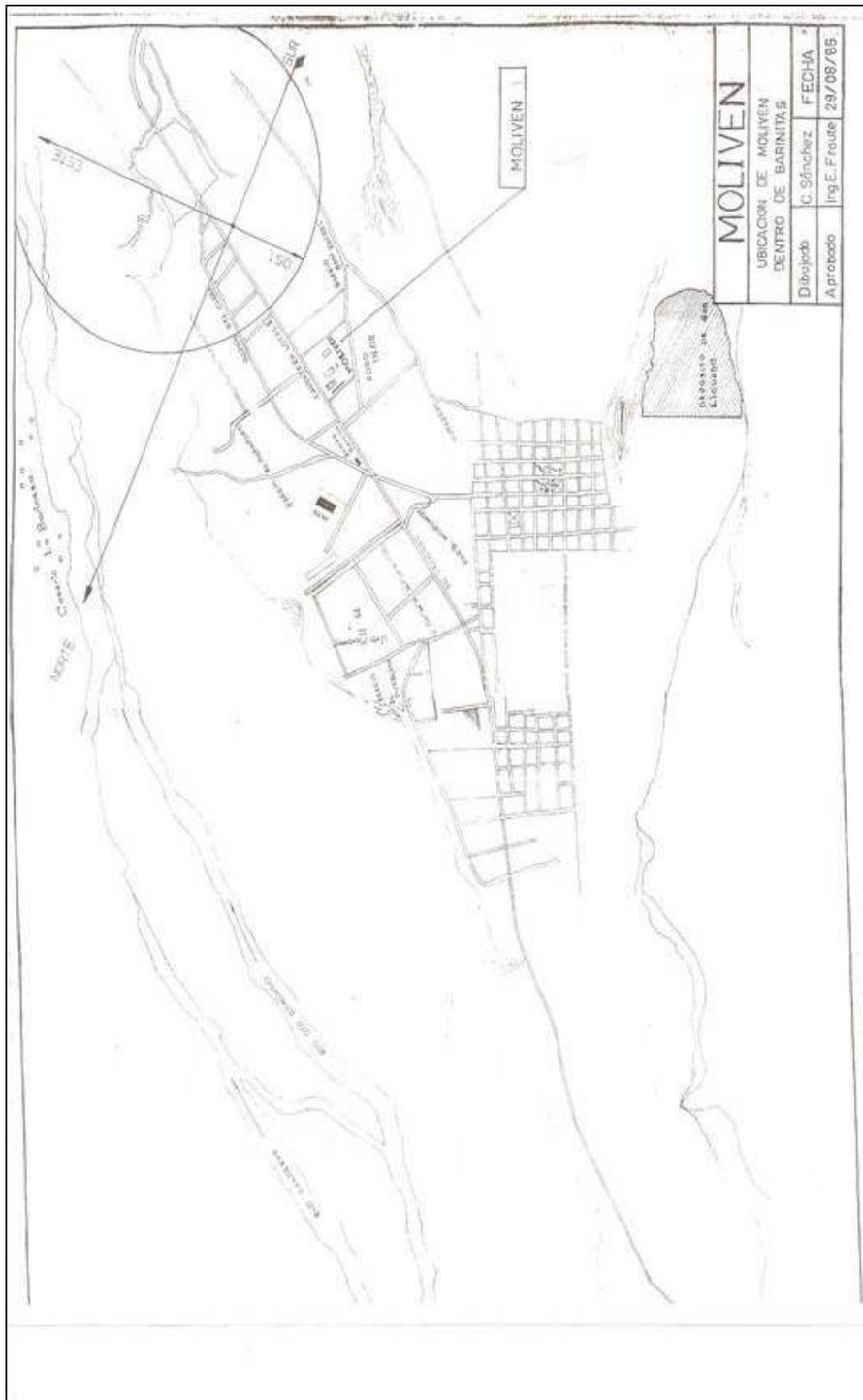
# ANEXO 1

(Límites físicos de la cantera “La Gallineta”)



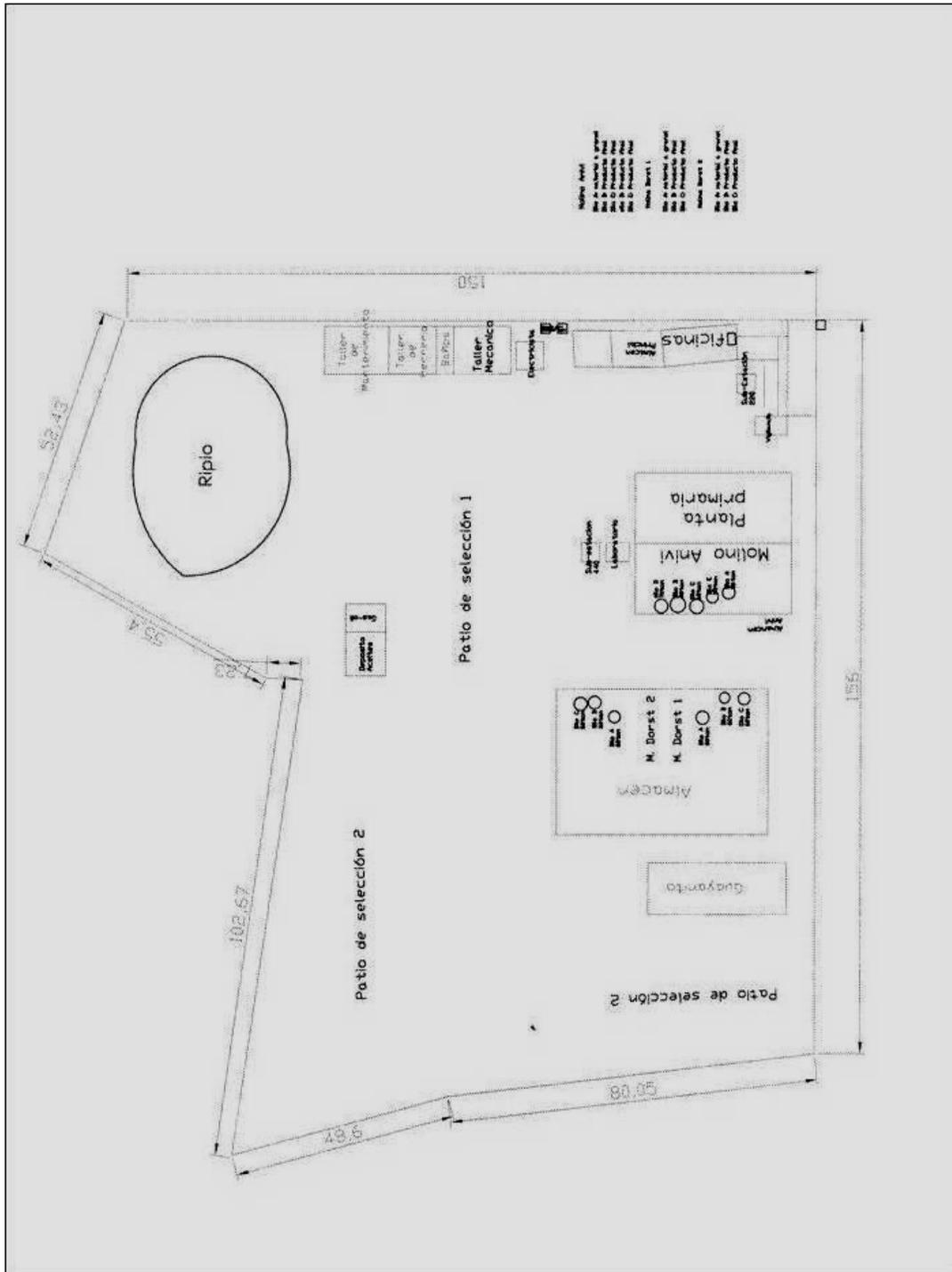
## ANEXO 2

Ubicación de MOLIVEN C.A. dentro de Barinitas.



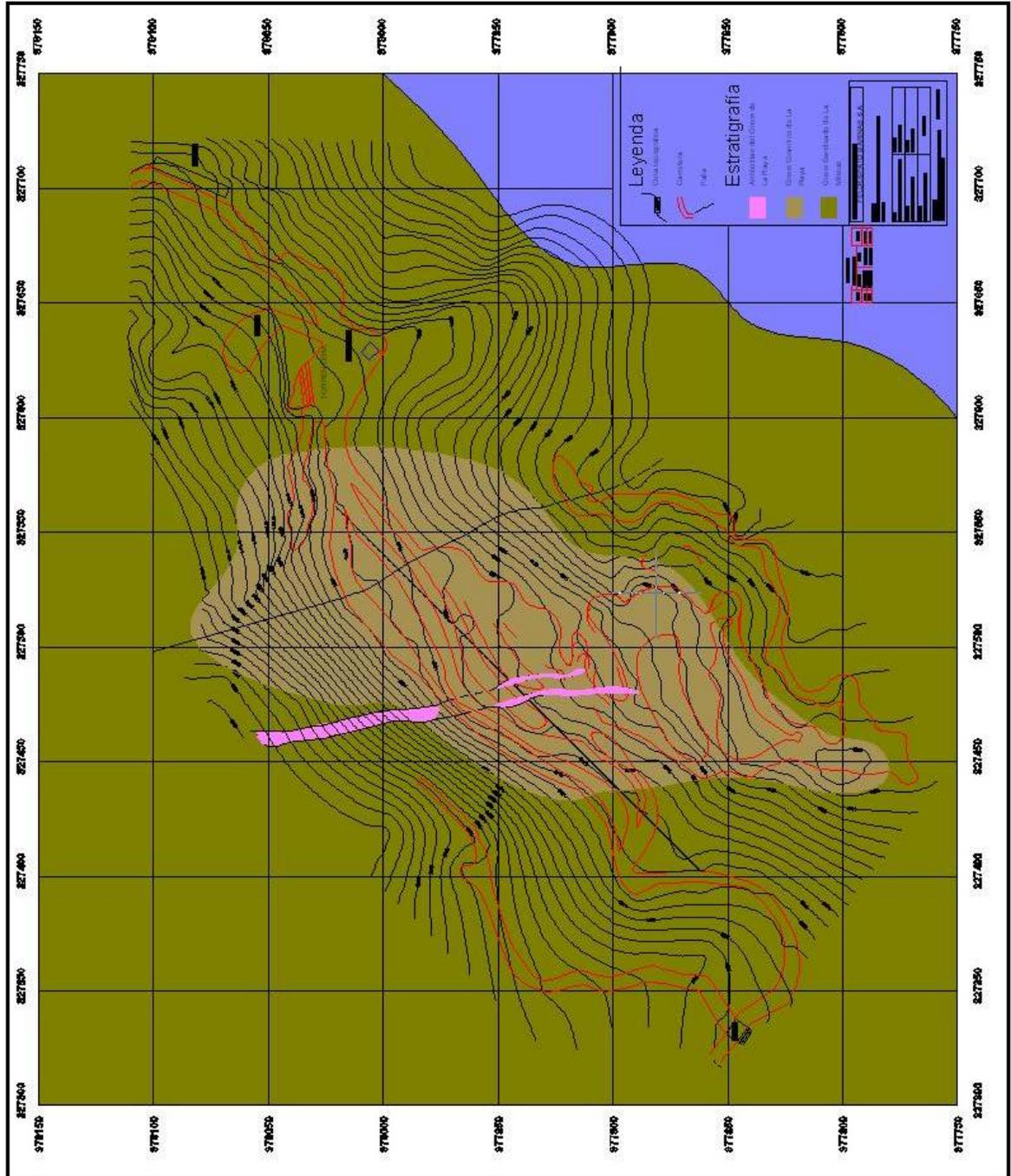
### ANEXO 3

Vista de planta de MOLIVEN C.A.



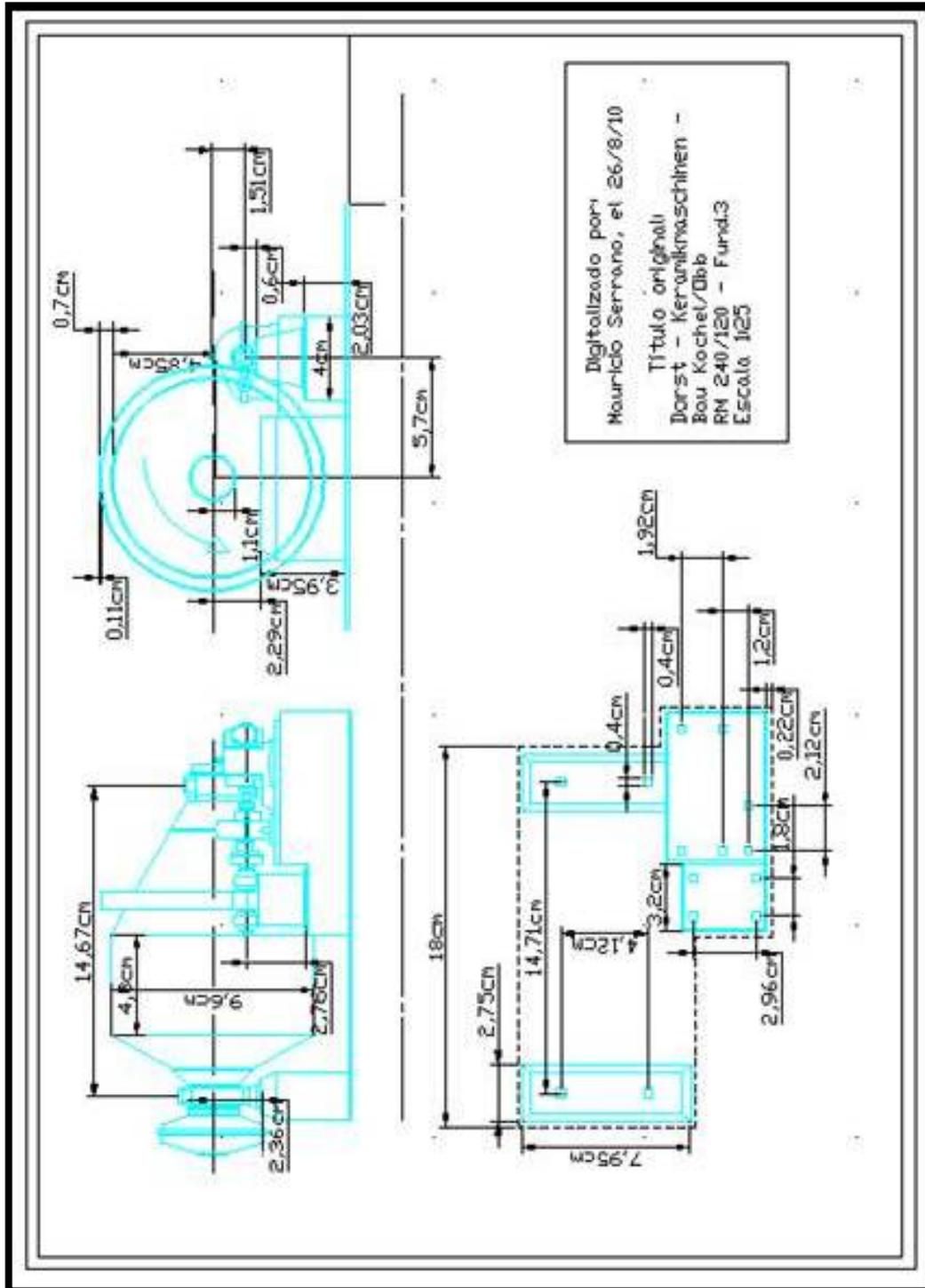
# ANEXO 4

Mapa geológico del yacimiento de “La Gallineta”.



# ANEXO 5

Plano del molino DORST digitalizado.



## **ANEXO 6**

### **Generalidades de FELBASA S.A. y MOLIVEN C.A.**

#### **1.1) GENERALIDADES DE FELBASA**

En el año de 1970, se abrió una pequeña empresa de molienda de feldespatos (MOFELCA) con una planta trituradora pequeña con una producción de 1000 Ton/año, en 1975 MOFELCA es adquirida por VENCERAMICA y recibe el nombre de FELBASA. A FELBASA, le fueron concedidos todos los derechos de explotación de Feldespato el 13 de Mayo de 1975, según gaceta oficial #30842 con fecha 10 de Noviembre de 1975. El señor Elías Jiménez Landinez obtuvo el 27 de Abril de 1972 según gaceta #29790 por parte del ejecutivo nacional esta concesión para ejecutar el plan de explotación de un yacimiento mineral no – metálico denominado fundo “La Gallineta” bajo la jurisdicción de la parroquia Altamira, municipio Bolívar del estado Barinas el cual abarca un lote de terreno baldío de 50 hectáreas por un lapso de 50 años.

Los trabajos de explotación a cargo de la compañía Feldespatos Barinas S.A. (FELBASA) comenzaron una vez adquirido el derecho de explotación en las concesiones otorgadas por el gobierno nacional: “La Ventana”, “El Alambique”, “La Esperanza”, “La Gallineta” y “San Isidro”.

Los feldespatos de “La Gallineta” pertenecen al grupo de las plagioclasas, su nombre mineralógico es Albita y su fórmula química:  $(\text{NaAlSi}_3\text{O}_8)$ .

FELBASA, se encuentra ubicada en el sector denominado “La Gallineta” parroquia Altamira, municipio Bolívar del Estado Barinas a 33 km de la ciudad de Barinitas.

Se accede a la cantera desde la carretera nacional Barinitas – Santo Domingo – Mérida; FELBASA se encuentra entre las coordenadas  $9^{\circ} 33' 30''$  latitud norte y  $70^{\circ} 32' 56''$  longitud oeste, formando parte de la cuenca del río Santo Domingo en la sección media del mismo.

Límites de la mina.

Se tomó como punto de referencia el vértice de triangulación de hierro y concreto denominado HB – 7 de coordenadas UTM N 977.377,94 y E 327.322,63 tomados del mapa de CADAPE hoja O-34, aprovechamiento hidroeléctrico río Santo Domingo, origen de las coordenadas LA CANOA. Desde ese punto con rumbo N45E se midieron 400 m para fijar el botalón #1 de allí con rumbo S45E se midieron 650 m fijando el botalón #2, con rumbo S45W a 800 m se fijó el botalón #3 y a 400 m con N45W se localiza el punto de partida.

Se delimitó la mina con las siguientes coordenadas UTM.(ANEXO I)

Botalón #1 N 978.660,78; E 327.605,47

Botalón #2 N 978.218,84; E 328.047,41

Botalón #3 N 977.653,15; E 327.431,73

Botalón #4 N 978.095,09; E 327.039,28

La concesión posee 50 ha, El área afectada tiene un total de 4,5 HA lo que representa un 9% afectado

### MISIÓN

Verificar los planes de exploración y explotación del yacimiento de Feldespato con el propósito de mantener y mejorar la rentabilidad económica y la producción de las empresas.

### VISIÓN

Destacarse en la explotación de Feldespato para así asegurar y garantizar la producción para obtener un mayor rendimiento de la planta MOLIVEN y sus líderes.

### OBJETIVOS

Realizar estudios exploratorios en búsqueda de yacimientos de interés y rentabilidad económica y sus respectivas explotaciones de mineral no metálico.

### INFRAESTRUCTURA

Los espacios físicos de FELBASA, están conformados por una sala común que hace las veces de comedor, una oficina, un depósito, una habitación de vigilancia y dos baños. En la cantera no hay energía eléctrica; el agua potable, medicamentos y demás necesarios son transportados a la cantera desde Barinitas.

#### 1.1.1) POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Y SU DECLARACIÓN.

La participación y compromiso a la salud y seguridad parte de todos y cada una de las personas que conforman la organización desde el obrero, supervisor, jefe de planta, gerencia y patrono, es un serio compromiso, para que nuestro objetivo principal de reducción y eliminación de accidentes se concrete.

La salud de nuestros trabajadores es muy importante para la organización, esta misma buscará, realizará y prestará atención a la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales tanta

importancia como a la calidad, al costo y al tiempo de ejecución. El jefe de planta, supervisor y contratista serán responsables de la identificación, el análisis, métodos, eliminación y control de todos los riesgos mediante la aplicación del programa de salud y seguridad en el trabajo que define toda la política global de la empresa y proporciona la dirección para controlar toda la salud, seguridad y el ambiente identificando claramente las áreas de responsabilidad.

Cada supervisor se asegurará del cumplimiento de todas las leyes, normas, procedimientos y especificaciones que apliquen a cualquier operación; estas leyes y regulaciones incluyen, pero no se limitan, a todos los requerimientos en cuanto a salud, ambiente y seguridad en el trabajo tanto para la empresa como las establecidas por el estado y sus organismos.

Todas las políticas de Ambiente, Salud y Seguridad en el trabajo velarán y serán especificadas sobre los riesgos, problemas y necesidades que surjan en cada puesto de trabajo, estos programas se revisarán anualmente para verificar y constatar mejoras de alguna medida o método que requiera adecuación y mejoramiento.

De los principios y Objetivos de las Políticas y Programas:

1.2) Políticas de Salud y Seguridad en el trabajo Dpto. De Seguridad integral FELBASA.

1. La empresa está comprometida a garantizar y mejorar las condiciones de salud, seguridad y del ambiente para todos los trabajadores y las contratistas que laboren dentro de la cantera la gallineta, con el fin de lograr los objetivos principales que es la reducción de lesiones por enfermedad ocupacional y accidentes de trabajo propuestos por el Dpto. De Seguridad integral y de la empresa, con el logro de esta meta, la empresa tiene la firme convicción que la seguridad es una parte integral de la planificación y ejecución de cada actividad dentro del proceso de explotación y extracción de la piedra feldespató en la concesión la gallineta.

2. Estamos convencidos que a través del interés del jefe de planta, del supervisor de mina y de todo el personal informado, capacitado responsable y con una fuerza de trabajo consciente y bien estructurada completarán y realizarán todas las labores sin accidentes diarios, esta es una buena razón para lugar, concienciar y con un esfuerzo continuo de todo el personal obrero, empleado, gerencia y patrono, para definir nuestras políticas, implementar los programas orientados a prevenir, asegurar las operaciones seguras de cualquier actividad y diseñar estrategias acordes a las necesidades que se requiera en cada puesto de trabajo.

3. Nuestro proceso de salud y seguridad es uno en continua mejora y evaluación, para lo cual requerimos de cada persona, sentido común, juicio y el mejor uso, mantenimiento y almacenamiento

de los equipos de protección personal como las herramientas de trabajo, al mismo tiempo cumpliendo con las normas de trabajo, salud y seguridad por cada puesto laboral y procedimientos seguros.

4. Con el fin de cumplir, controlar y mejorar nuestros objetivos, las siguientes políticas serán utilizadas para orientar nuestras operaciones:

Todas las actividades deben dar cumplimiento estricto a las leyes, decretos y regulaciones pertinentes a los entes nacional, internacionales, estatales y municipales según lo establezca la normativa de los procedimientos de La Empresa.

Los trabajadores directos o contratados son los más importantes para la compañía y por ende serán entrenados de manera apropiada en las materias de salud, seguridad, higiene y protección ambiental. Los accidentes deben ser controlados, registrados y minimizados; por ello todas las actividades deben ser planificadas y ejecutadas de una manera segura, informando y entrenando al personal sobre las condiciones peligrosas y de riesgos en el área de trabajo.

La gerencia tiene la responsabilidad de desarrollar una conciencia y cultura de seguridad entre todos los trabajadores y estos a su vez respetar y acatar cabalmente todas las normas, políticas y procedimientos desarrolladas en la empresa orientadas a la prevención de accidentes siendo esto una estricta condición de empleo.

Los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, contaminación ambiental e incidentes deberán ser notificados, investigados y revelados o descubiertos de manera verificada, generando acciones correctivas de manera inmediata, para evitar que los referidos eventos se repitan. Todas las instalaciones, equipos, maquinarias y actividades de extracción entre otras actividades de la cantera la gallineta serán inspeccionadas regularmente para detectar cualquier condición y falla que pudiese resultar en un accidente, enfermedad ocupacional, daño ambiental y a las instalaciones.

## **1.2) GENERALIDADES DE MOLIVEN**

En vista de aumentar la producción de materia prima, el 18 de Septiembre de 1983 nace una nueva empresa denominada: Molinos Venezolanos de Materias Primas (MOLIVEN) perteneciente al grupo de VENCERAMICA, con la constitución de esta nueva empresa queda establecido que FELBASA estaría a cargo de los trabajos de mina y MOLIVEN a los trabajos de planta. (ANEXO 3)

### MISIÓN

Cumplir con los planes de producción y procesamiento del Feldespato, con el fin de dar a conocer la calidad del producto y aceptación del mismo, llevando a cabo el propósito de mantener y mejorar la productividad y posición competitiva en el producto terminal de Feldespato malla 350.

### VISIÓN

Destacarse como una empresa líder en el mercado minero mediante la distribución nacional e internacional cumpliendo con las normas de calidad, utilizando mano de obra especializada y satisfaciendo las necesidades del cliente. La empresa desea ser una de las principales distribuidoras de materia prima para la industria cerámica.

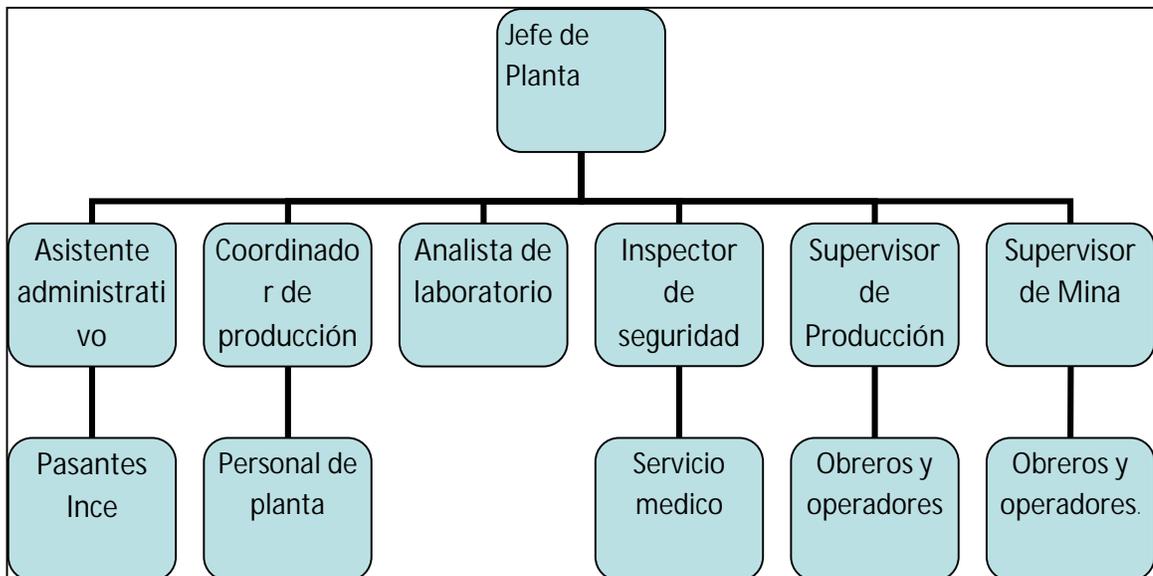
### OBJETIVO

Su primordial objetivo es el procesamiento, trituración y molienda del mineral Feldespato que es extraído de la mina y explotado por FELBASA con las especificaciones de calidad para la fabricación de piezas sanitarias.

### UBICACIÓN GEOGRÁFICA

MOLIVEN, se encuentra ubicada en la Avenida Intercomunal “Rafael Roche” Sector Santa Clara, Barinitas, municipio Bolívar del Estado Barinas. (ANEXO 2)

### ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE MOLIVEN.



### 1.2.1) POLÍTICA DE SEGURIDAD[1]

- La empresa MOLIVEN, se compromete en todo caso a garantizar las condiciones de seguridad, higiene, salud y el ambiente para todos los trabajadores y contratistas con el fin de lograr el objetivo principal que es la reducción de *LESIONES Y ACCIDENTES DE TRABAJO*.
- Estamos convencidos que a través del interés del jefe de planta, del personal informado y responsables con una fuerza de trabajo consciente y bien estructurado completarán o concluirán todos los trabajos sin accidentes diariamente.
- Nuestro proceso de seguridad es uno en continua mejora, para lo cual requerimos de cada persona, sentido común, juicio, y el mejor uso y mantenimiento de los equipos y las herramientas provistas, al igual que el cumplimiento de las normas de trabajo previamente establecidas.
- Con el fin de lograr nuestros objetivos, las siguientes políticas serán utilizadas para guiar nuestras operaciones:

Todas las actividades deben dar cumplimiento estricto a las leyes, decretos, y regulaciones pertinentes sean estas nacionales como internacionales, según lo establezca la normativa de los procedimientos de la empresa.

Los trabajadores directos o contratados son los más importantes para la compañía y por ello serán entrenados de manera apropiada en las materias de higiene, seguridad, salud y protección ambiental.

Los accidentes deben ser controlados y minimizados; por ello todas las actividades deben ser planificadas y ejecutadas de una manera segura, informando y entrenando al personal respecto de los peligros y riesgos en el área de trabajo.

*“Trabajar con seguridad es una condición de empleo”*

#### 1.2.1.1) DE LA ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Será responsabilidad del jefe de planta establecer los lineamientos y liderar todas las actividades asumiendo el compromiso de llevar a cabo la aplicación de la política de Seguridad y del Programa de Seguridad y Salud Laboral en las Plantas.

##### 1.2.1.1.1) Del Supervisor de Seguridad e Higiene Industrial

Es responsable de la coordinación de este programa y de la elaboración de los procedimientos de trabajo para el control de riesgos en las diferentes plantas del grupo.

#### 1.2.1.1.2) Del Jefe de Planta

El Jefe de Planta debe asegurar el cumplimiento de los procedimientos, instrucciones y recomendaciones de seguridad e higiene industrial en su respectivo ámbito de control.

#### 1.2.1.1.3) Del Comité de Seguridad y Salud Laboral

Debe:

- Participar en la elaboración, aprobación puesta en marcha y evaluación del presente programa.
- Promover iniciativas sobre métodos y procedimientos para el control efectivo en las condiciones peligrosas de trabajo, proponiendo mejoras de los controles existentes o la corrección de las deficiencias detectadas.
- Supervisar los servicios de salud en el trabajo de la empresa.

#### 1.2.1.1.4) Del Coordinador de Servicio Médico

Debe:

- Administrar el Servicio Médico
- Supervisar y entrenar a su personal
- Supervisar sobre el equipo y condiciones de la unidad de cuidados médicos y de la ambulancia.
- Realizar los exámenes médicos respectivos.
- Realizar las consultas médicas respectivas.
- Promover, orientar, reuniones de higiene y salud para los trabajadores.
- Coordinar la implementación de los programas de vigilancia de la salud.

#### 1.2.2) INDUCCIÓN AL PERSONAL.

Con el fin de informarle a los trabajadores los riesgos a los que estarán expuestos y las consecuencias que tendrán a causa de los mismos, de esta manera establecer la importancia que tienen las Normas de

Seguridad y Salud Laboral, para prevenir o reducir los riesgos y enfermedades ocupacionales en el medio ambiente de trabajo de conformidad a lo establecido en el numeral 3 de la LOPCYMAT.

#### 1.2.3) ORDEN Y LIMPIEZA. OTRAS REGULACIONES.

Todos los trabajadores deben prestar la colaboración necesaria a los fines de mantener en buenas condiciones de orden, higiene y limpieza las salas sanitarias y sus sitios de trabajo.

##### 1.2.3.1) Fumar

Solo está permitido fumar en los sitios especificados de la Planta.

##### 1.2.3.2) Equipos y Herramientas

- No operar maquinarias, camiones, montacargas o cualquier otro equipo sin la apropiada licencia y la autorización del supervisor inmediato.
- No reparar equipos eléctricos o circuitos. Es trabajo de un electricista calificado.
- Nunca se deben retirar las tarjetas o los candados de seguridad de las maquinarias o intentar operarlas sin ellos.
- No usar herramientas o equipos inseguros. Siempre se debe usar la herramienta apropiada para el trabajo.

#### 1.2.4) INGENIERÍA

Todo cambio, modificación o nuevo proyecto, en las instalaciones de la Empresa será sometido, a Análisis de Riesgos y Operatividad, basado en técnicas cualitativas y cuantitativas y a las normas de diseño respectivas con la finalidad de garantizar la operación segura y la preservación de los equipos, instalaciones y personal.

#### 1.2.5) INSPECCIONES DE SEGURIDAD

Se deberá establecer un sistema de inspecciones de todas las áreas a los fines de controlar las condiciones de riesgo.

##### 1.2.5.1) SEGURIDAD DE TRÁNSITO INTERNO

La empresa aplicará las siguientes medidas para reducir los accidentes de tránsito en las plantas.

Calificación y entrenamiento de conductores:

El jefe de Planta se asegurará que todos los conductores porten la documentación necesaria.

#### 1.2.5.2) Regulaciones de tránsito

Conductores y operadores cumplirán absolutamente con todas las señales de tráfico, regulaciones y controles.

La velocidad máxima en la planta será de 10 km/h

Ningún personal podrá ser transportado de pie, en la plataforma de camiones o gandolas y montacargas.

El personal no debe treparse sobre material o equipo en movimiento

#### 1.2.5.3) Mantenimiento de vehículos e inspecciones.

Los vehículos deben estar apropiadamente mantenidos y ser frecuentemente inspeccionados. Cada vehículo debe estar equipado con todos los implementos de seguridad.

El jefe de Planta se asegurará de que cada departamento y sus trabajadores cumplan con los siguientes requerimientos:

- Todos los implementos de seguridad serán revisados, reparados o reemplazados de ser necesario para asegurar su propia operación.
- Cada conductor mantendrá un registro periódico de todas las revisiones y reparaciones de su unidad.

### 1.2.6) INSPECCIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE

#### 1.2.6.1) Introducción

Asegurar la actualización de los permisos e inspecciones obligatorias de acuerdo al cuadro anexo.

#### 1.2.6.2) Propósito y alcance

Sistema de detección y extinción de incendios y productos químicos controlados por el Ministerio de la Defensa

#### 1.2.6.3) Responsabilidades

El personal de seguridad e higiene debe coordinar con los responsables correspondientes los permisos e inspecciones identificadas en el cuadro anexo.

#### 1.2.6.4) Procedimiento

Se debe inspeccionar todos los Departamentos de la Empresa considerando, el uso de los Equipos de Protección Personal, revisión de las instalaciones y ambientes de Trabajo, Equipos y Herramientas, el Orden y Limpieza de cada área, los factores de riesgo, considerando niveles de ruido, polvo, levantamiento de carga y verificar las señalizaciones y los sistemas de incendio despajados.

#### LISTADO DE INSPECCIONES

INSPECCIÓN	EQUIPO	FECHA Y RESPONSABLE
Equipos de protección, ambiente de trabajo, herramientas y equipos, orden y limpieza, factores de riesgo señalización y prevención de incendios.	EPP, área de trabajo, herramientas, letreros	Mensual. Responsable. Seguridad e Higiene
Sistemas de detección, alarma y extinción de incendios. Incluye portátil y fija con agua	Protección contra incendios	Mensual. Responsable. Seguridad e Higiene
Registro de acciones correctivas o preventivas	Ambiente de trabajo, instalaciones, áreas de trabajo	Quincenal. Responsable. Seguridad e Higiene
Productos químicos controlados por el CICPC	Libro de registro	Anual. Almacén de suministros

#### 1.2.7) PLAN DE EMERGENCIA Y DESALOJO

##### 1.2.7.1) Propósito

Proporcionar a todos los trabajadores, visitantes y contratistas un plan de acción para el desalojo de las instalaciones en caso de:

Explosión e Incendio en fábrica y lugares colindantes

Terremoto

Interrupción de energía eléctrica

Alteración del orden público

En caso de fugas y derrames de productos químicos

1.2.7.2) Alcances

Este procedimiento incluye todas las instalaciones de la Planta.

1.2.7.3) Coordinadores de desalojo

Son todos aquellos trabajadores que tienen la responsabilidad de dirigir el desalojo a los sitios de resguardo de las personas de su área de trabajo y los mismos estarán identificados.

1.2.7.4) Responsabilidades del personal que coordina el desalojo

Prestar asistencia y auxilios

Asegurar que no quede ninguna persona en los edificios

No permitir el retorno de personas al área de trabajo

Dirigir al grupo al sitio de concentración

Preparar al personal para el desalojo final de la planta.

En caso de explosión e incendio en Planta.

<b>Responsable</b>	<b>Acción</b>
<b>Caseta de vigilancia - ubicación de central de incendios</b>	Haga público el siguiente anuncio, tres veces: Atención "Existe un incendio en (especificar área de planta)", Desalojar las instalaciones y dirigirse a los sitios de reunión indicados (ÁREA DE CONCENTRACIÓN). Seguir las instrucciones de las brigadistas. Asegurar la activación de la señal de alarma general. Avisar la emergencia a Bomberos (Especificar sitio exacto del incendio), brigadistas y personal clave de la Empresa.

<p align="center"><b>Brigadistas</b></p>	<p>A. Coordinar evacuación del personal. Verificar listado de trabajadores en sitio. B. Si no corre riesgo la integridad física, coordinar tareas de extinción, rescate de personal y aplicación de primeros auxilios. C. Colaborar con los bomberos en las tareas de extinción y corte de servicios básicos industriales. D. apoyar los trabajos de recuperación</p>
<p align="center"><b>Trabajadores en general</b></p>	<p>A. Conservar la calma. Detener sus actividades y desalojar el área, Seguir las instrucciones de los brigadistas. B. Si hay personas con problemas emocionales, procure ayudarlos. C. Trasladarse a la zona de concentración establecida. E. Comunicar cualquier novedad al personal de Brigada.</p>

En caso de explosión e incendio en lugares colindantes.

<p align="center"><b>Responsable</b></p>	<p align="center"><b>Acción</b></p>
<p align="center"><b>Caseta de vigilancia</b></p>	<p>A. Haga público el siguiente anuncio tres veces: Atención "Existe un incendio en lugar colindante y especificar". Seguir las instrucciones de los Brigadistas. Avisar la emergencia a Bomberos (Especificar sitio exacto del incendio). Brigadistas y personal clave de le empresa.</p>

<p align="center"><b>Brigadistas</b></p>	<p>A. De ser necesario, coordinar evacuación del personal. Verificar listado de trabajadores en sitio. B. Colaborar con las brigadistas vecinas la posibilidad del suministro de equipos para la extinción de incendios. C. Coordinar con mantenimiento, el posible corte de servicios básicos industriales.</p>
<p align="center"><b>Trabajadores en general</b></p>	<p>A. Conservar la calma. Seguir las instrucciones de los brigadistas.</p>

En caso de interrupción de Energía Eléctrica

<p align="center"><b>Responsable</b></p>	<p align="center"><b>Acción</b></p>
<p align="center"><b>Caseta de vigilancia</b></p>	<p>A. Establecer comunicación con personal del departamento Mantenimiento - Electricistas y comunicar novedad a CADELA. B. Notificar novedad a personal clave de fábrica.</p>
<p align="center"><b>Personal Servicios Técnicos y Electricistas</b></p>	<p>A. Evaluar y coordinar el restablecimiento del servicio.</p>
<p align="center"><b>Brigadistas</b></p>	<p>A. Coordinar la evacuación hasta el sitio de reunión indicado</p>

<b>Trabajadores en general</b>	<p>A. Acatar las instrucciones de los brigadistas y dirigirse hacia la salida de emergencia y de allí, al sitio de reunión identificado. B. Conservar la calma en todo momento C. Si hay personas con problemas emocionales procure ayudarlas, en caso contrario ubíquelas en el lugar de rescate más cercano. D. Comunicar cualquier novedad a los brigadistas.</p>
--------------------------------	--

En caso de terremoto

<b>Responsable</b>	<b>Acción</b>
<b>Caseta de vigilancia</b>	<p>De ser posible, hacer público este anuncio tres veces: Atención "Existe una emergencia por movimiento sísmico, favor mantenerse en su sitio y buscar resguardo. Seguir las instrucciones de los Brigadistas" Avisar la emergencia a Bomberos, Protección Civil y personal clave de la empresa.</p>
<b>Brigadistas</b>	<p>A. Coordinar la ubicación del personal en el sitio de resguardo identificado: debajo de una mesa, viga estructural, marco de una puerta. B. Dé instrucciones, al personal para que no entre en pánico, demuestre seguridad y confianza a sus compañeros. C. Finalizada la eventualidad, coordinar la evacuación hacia el sitio de reunión establecido (AREA DE CONCENTRACIÓN) Verificar la presencia de trabajadores según listado. D. Coordinar tareas de atención de lesionados, primeros auxilios.</p>

<p><b>Trabajadores en general</b></p>	<p>A. Conservar la calma, no crear pánico B. Ubicar un resguardo seguro C. Fuera de una edificación, aléjese de cables eléctricos, cornisas, cristales. Diríjase a lugares abiertos, no correr y cuidado con el tránsito de vehículos D. Si va en carro, permanezca dentro de el y estacionelo tomando en cuenta el tránsito de vehículos de emergencia. E. Si hay personas con problemas emocionales procurar ayudarlas. F. Diríjase al sitio de reunión establecido.</p>
---------------------------------------	--

En caso de Inundación

<p><b>Responsable</b></p>	<p><b>Acción</b></p>
<p><b>Caseta de vigilancia</b></p>	<p>De ser posible, hacer público este anuncio tres veces: Atención "Existe una emergencia de inundación. Seguir las instrucciones de los Brigadistas" Avisar la emergencia a Bomberos, Protección Civil y personal clave de la empresa. Dirigirse a los sitios altos de las instalaciones.</p>
<p><b>Brigadistas</b></p>	<p>A. Coordinar la seguridad del personal desplazándolos a las partes más altas de las instalaciones. B. Prestar primeros auxilios en caso necesario. C. Seguir las instrucciones de los organismos oficiales que atienden la emergencia: (Bomberos, protección civil)</p>

<b>Trabajadores en general</b>	A. Conservar la calma, no crear pánico B. Seguir las instrucciones de los brigadistas C. Tener precaución con cables y circuitos eléctricos. E. Si hay personas con problemas emocionales procurar ayudarlas. D. Mantenerse en los sitios altos de las instalaciones. No entrar en edificaciones inundadas, ya que hay riesgo de caída o electrocución.
--------------------------------	---

En caso de alteración del orden público

<b>Responsable</b>	<b>Acción</b>
<b>Caseta de vigilancia</b>	De ser posible, hacer público este anuncio tres veces: Atención "Existe una emergencia por alteración del orden público. Seguir las instrucciones de los Brigadistas" Avisar la emergencia a Policía y Guardia Nacional y personal clave de la empresa. Asegurar la protección física de instalaciones
<b>Brigadistas</b>	A. Mantiene la calma del personal del área. B. Seguir las instrucciones de la Gerencia de la fábrica en caso de necesitarse el desalojo de las instalaciones.
<b>Trabajadores en general</b>	A. Conservar la calma, no crear pánico B. Seguir las instrucciones de la gerencia de la fábrica y de los brigadistas en caso de necesitarse el desalojo de las instalaciones.

En caso de Fugas, derrames de productos químicos, materiales peligrosos.

<b>Responsable</b>	<b>Acción</b>
--------------------	---------------

<b>Caseta de vigilancia</b>	De ser posible, hacer público este anuncio tres veces: Atención "Existe una emergencia por fugas de productos químicos - especificar. Seguir las instrucciones de los Brigadistas" Avisar la emergencia a Bomberos, Protección civil y personal clave de la empresa.
<b>Brigadistas</b>	A. Acordonar el área afectada B. Coordinar la evacuación el personal del área afectada C. Prestar primeros auxilios si es necesario.
<b>Trabajadores en general</b>	A. Conservar la calma, no crear pánico B. Seguir las instrucciones de los brigadistas.

Mitigación de emergencia

<b>Brigada de Emergencia</b>	Utilizar el EPP correspondiente: - Protección facial contra salpicaduras - Máscaras contra gases y vapores orgánicos - Guantes de neopreno hasta el codo - Botas plásticas caña alta - Delantal - Dependiendo de la emergencia utilizar el equipo de Protección Respiratoria Auto contenido. Acciones de confinamiento y contención a. Adicionar al producto derramado el material absorbente: tierra/arena b. Evitar la contaminación de drenajes, aguas de lluvia.
------------------------------	--

En caso de Fugas, derrames de productos químicos, materiales peligrosos.

<b>Responsables</b>	<b>Acción</b>
---------------------	---------------

	<p><i>Descontaminación y disposición final de desechos</i> a Limpieza en seco del material absorbente, el material debe recogerse en recipientes indicados y debidamente identificados. B. Almacenamiento temporal en la empresa de los desechos generados. Se debe tener en cuenta la dirección del viento y la protección contra la humedad, protección de drenajes y canales de agua de lluvia. La disposición final de desechos se debe realizar según instrucciones del Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales .c. Descontaminación de herramientas con solución descontaminante. Evaluar uso de detergentes y considerar la eliminación de los mismos como desecho si no se puede garantizar la reutilización.</p>
<b>Brigada de emergencia</b>	<p><i>Evaluación de emergencia:</i> Debe asegurarse el control médico de todo el personal que labora en las tareas de mitigación, descontaminación y disposición final de desechos</p>

Controles para evitar se afecten los vecinos

<b>Brigada de emergencia</b>	<p>En caso necesario, debe coordinar la notificación de la situación a empresas vecinas. Las tareas de mitigación, descontaminación y disposición final de desechos no deben afectar a empresas vecinas ni comunidades cercanas a la fábrica.</p>
------------------------------	---

## 1.2.8) PROCEDIMIENTO BLOQUEO/SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS ENERGIZADOS

### 1.2.8.1) Propósito

Establecer principios para el bloqueo y colocación de la tarjeta de identificación de peligro y confinamiento de área para evitar que se ponga en marcha cualquier sistema o maquinaria, cuando se realicen trabajos que puedan generar riesgos de accidentes o incendios.

### 1.2.8.2) Alcance y Campo de Aplicación

El bloqueo y la colocación de la tarjeta de peligro tendrán aplicación en todos aquellos trabajos que puedan generar riesgos de accidentes o incendio, al operar equipo, sistema, maquinarias e interruptores.

#### 1.2.8.3) Responsabilidades

##### 1.2.8.3.1) Contratista / ejecutante del trabajo:

Debe cumplir con el procedimiento de bloqueo e identificación de equipos energizados.

##### 1.2.8.3.2) Mantenimiento de Planta:

Igualmente debe cumplir con la implementación de este procedimiento.

#### 1.2.8.4) Términos y acciones específicas

Energía: Fuerza que hace mover la maquinaria o generar un trabajo.

Energía Eléctrica: La mayoría de las máquinas son accionadas por energía eléctrica.

Energía Hidráulica: es desconectada cuando se elimina la energía eléctrica. Sin embargo, puede ocurrir que otras máquinas sean abastecidas de energía hidráulica por la misma fuente. En estos casos debe existir una válvula de bloqueo en la tubería que va a la máquina en la cual usted va a trabajar.

Energía neumática: es desconectada al quitar la energía eléctrica que alimenta al compresor. Sin embargo, este equipo puede suplir averías máquinas a la vez. En estas situaciones debe haber válvulas de cierre para cada uno de los equipos.

#### 1.2.8.5) Normas generales:

1.2.8.5.1) Estos principios para la prevención de accidentes están dirigidos a todos aquellos trabajadores internos y de contratistas que realicen operaciones de mantenimiento correctivo y preventivo y aquellos que por alguna razón estén en contacto con equipos energizados.

1.2.8.5.2) Se deben conocer los riesgos de la energía cuando se va a realizar un trabajo. El objetivo es minimizar el riesgo existente, las máquinas se detienen, bloquean, o desenergizan para prevenir cualquier movimiento antes de realizar un mantenimiento o reparación.

1.2.8.5.3) Siempre será necesario al remover un resguardo, introducir o acercar el cuerpo o parte de él en un área peligrosa, PARAR y BLOQUEAR la máquina.

1.2.8.5.4) La empresa debe solicitar, de acuerdo a los riesgos, los bloqueos adecuados de acuerdo al tipo de energía que se utiliza en las operaciones.

1.2.8.5.5) Las TARJETAS DE BLOQUEO son de fácil reconocimiento y NO PUEDEN NI DEBEN ser removidas por ningún trabajador.

1.2.8.5.6) Cuando varios trabajadores realizan trabajos sobre un mismo equipo, cada uno de ellos debe bloquear/señalizar el sistema con su propia tarjeta y/o candado.

#### 1.2.8.6) Situaciones especiales.

2.18.6.1) Cuando un contratista esta llevando a cabo un trabajo de mantenimiento en el área:

- El supervisor de control de riesgo de la contratista debe informar del procedimiento de bloqueo de equipos energizados y colocación de tarjetas de peligro a sus trabajadores.

2.18.6.2) Si el trabajo que se va a efectuar va a durar más de una jornada de trabajo:

- El bloqueo del equipo y la colocación de la tarjeta de peligro y el confinamiento del área no debe ser interrumpida.

- La persona que colocó el aviso o tarjeta de peligro que ha terminado su jornada de trabajo, debe transmitir la información al personal que esta llegando en el próximo turno de trabajo y realizar los cambios de las tarjetas correspondientes.

#### 1.2.8.7) Llenado de la tarjeta de peligro

2.18.7.1) El llenado de la misma, consiste en la colocación del nombre y apellido del responsable del mantenimiento, igual debe colocar el nombre de la contratista (en caso de ser realizado por una) y la fecha de colocación de la tarjeta, todo esto en un marcador negro y debe hacerlo en letras de imprenta y suficientemente visible.

### 1.2.9) TRABAJOS DE ELÉCTRICIDAD

#### 1.2.9.1) Propósito

Establecer los lineamientos para controlar los riesgos en el mantenimiento de instalación en sistemas eléctricos.

#### 1.2.9.2) Alcance y Campo de Aplicación.

Este procedimiento abarca los conductores y los equipos de las estaciones de suministro eléctrico. Aplica a todas las instalaciones nuevas, instalaciones existentes y provisionales.

### 1.2.9.3) Responsabilidades

Este procedimiento debe usarse conjuntamente con el Código Nacional de Seguridad de Suministros de Energía Eléctrica y de Comunicaciones.

Mantenimiento, debe hacer cumplir este procedimiento para todas las instalaciones eléctricas. Además, debe aprobar las instalaciones eléctricas provisionales y aquellas utilizadas por los contratistas.

### 1.2.9.4) Condiciones generales

#### 1.2.9.4.1) Inspección de equipos de servicio.

- El equipo que suministra energía eléctrica cumplirá con el Código Nacional de Seguridad en Instalaciones de Suministros de Energía Eléctrica y de Comunicaciones.
- Se realizarán inspecciones periódicas.
- El equipo o conductores defectuosos se pondrán en buen estado o se dejará permanentemente desconectado.

#### 1.2.9.4.2) Inspección de equipos de uso eventual

- El equipo o conductores de uso poco frecuente destinado a servicio futuro, será totalmente inspeccionado antes de usarse para determinar su condición para el servicio.

#### 1.2.9.4.3) Inspección de equipos de emergencia

- El equipo o conductores mantenidos para el servicio de emergencia será inspeccionado y probado periódicamente para determinar su condición para el servicio.

#### 1.2.9.4.4) Inspección de equipos nuevos

- El equipo nuevo será completamente inspeccionado y probado antes de ponerlo en servicio.

## 1.2.10) PROCEDIMIENTO. MANEJO SEGURO DE MAQUINARIA PESADA.

### 1.2.10.1) Propósito

Establecer normas y procedimientos para la conducción de maquinaria pesada.

#### 1.2.10.2) Alcance y Campo de Aplicación

Aplica a todo el personal de la empresa con la responsabilidad asignada de conducir maquinaria pesada. S extiende al personal de empresas contratistas que tengan necesidad de conducir maquinaria por la naturaleza de los trabajos a ejecutar. El jefe de Planta debe asegurar el cumplimiento de este procedimiento en su respectivo ámbito de control.

#### 1.2.10.3) Definiciones:

Maquinaria pesada: se define como vehículo de uso industrial el cual se utiliza para transportar cargas y materiales de un lugar a otro, dentro de las instalaciones de una empresa.

Seguridad Industrial: Conjunto de actividades dedicadas a la prevención, identificación, evaluación y control de los factores de riesgo que puedan ocasionar accidentes de trabajo.

#### 1.2.10.4) Responsabilidades y Normas

Es responsabilidad del Jefe de Planta en su respectivo lugar de control velar por la aplicación de este procedimiento.

#### 1.2.10.5) Procedimiento

##### 1.2.10.5.1) Consideraciones generales

- La maquinaria pesada deberá ser operada exclusivamente por el personal autorizado.
- La maquinaria pesada deberá tener protección para la cabeza del operador.
- Toda maquinaria pesada deberá tener marcado en un lugar destacado y visible la carga máxima permisible en kilogramos.

##### 1.2.10.5.2) Requisitos exigidos para el manejo de maquinaria pesada en las instalaciones

- Licencia de conducir.
- Certificado médico

##### 1.2.10.5.3) Uso de la maquinaria pesada

No se permitirá pasajeros adicionales en las máquinas (payloader y D7f), ni el levantamiento de personas sobre la pala.

No se permitirá el uso de la maquinaria pesada como “Gato” para alzar máquinas y otro equipo mayor de la capacidad de diseño.

#### 1.2.10.5.4) Estacionamiento

Estacione la maquinaria pesada donde no interfiera con el paso de otros vehículos o personas.

No deje la máquina con el motor funcionando

#### 1.2.10.5.5) Conducción de la maquinaria pesada

- Cuando conduzcan sobre pisos irregulares, TOME PRECAUCIONES, VAA DESPACIO, manteniéndose alerta.
- Infórmele inmediatamente a su Superior inmediato sobre cualquier superficie de trabajo en mal estado que pueda causar accidentes.
- Suene la corneta cuando vaya a salir de un galpón
- El peatón tiene la prioridad en el paso.
- Adecuar la velocidad y forma de conducción a las características del terreno por el que se transita. La velocidad no debe exceder los 20 km/h
- Nunca y bajo ninguna circunstancia se transportará gente en la máquina si no existe un asiento diseñado para tal fin.

#### 1.2.10.5.6) Paradas y arranques

- Evite las paradas y arranques bruscos, esto puede causarle un patinaje o volcamiento de la carga, así como daño a la maquinaria.
- Tenga cuidado extremo cuando maneje sobre superficies húmedas o resbaladizas.
- Nunca avance o retroceda sin ver primero que la vía está despejada.

#### 1.2.10.5.7) Retrocesos

- Nunca retroceda sin mirar hacia atrás y asegúrese de que la vía esté libre.
- Cuando sea necesario, se deben bajar en retroceso las rampas o declives muy inclinados para evitar que se caiga la carga.

#### 1.2.10.5.8) Transporte de cargas

- Nunca lleve una carga tan alta que no pueda ver hacia adelante.
- El material siempre debe acomodarse de manera segura sobre la paleta.
- Los objetos cilíndricos, como tubos y tambores deben calzarse adecuadamente para que no se rueden.
- Nunca permita que personas se coloquen debajo de las cargas elevadas.

#### 1.2.10.5.9) Abastecimiento de combustible de la maquinaria pesada.

- Se deberá apagar la máquina, poner freno de mano y apoyar la pala en el piso antes de abastecer el combustible.
- Seguir las instrucciones señaladas en el sitio de abastecimiento.

#### 1.2.10.5.10) Equipos de protección personal

- Botas de seguridad
- Lentes de seguridad
- Guantes de Protección
- Protectores Auditivos
- Mascarillas.

### 1.2.11) MANEJO DE PRODUCTOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS

#### 1.2.11.1) Propósito y Alcance

Comprende el control en el destino final de los desechos líquidos/sólidos peligrosos y no peligrosos provenientes del Proceso Productivo de la Planta.

#### 1.2.11.2) Responsabilidades

Seguridad e Higiene, tiene bajo su responsabilidad prestar la asesoría necesaria a la planta para asegurar la disposición final adecuada de acuerdo a la normativa vigente del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN).

#### 1.2.11.3) Procedimiento

##### 1.2.11.3.1) Desechos sólidos / líquidos no peligrosos:

- De acuerdo a la legislación vigente, están constituidos por desechos de cartón, papel, plásticos, envases vacíos metálicos y consumo animal.
- Los desechos líquido no peligrosos están referidos a los derivados del lavado del material feldespatado durante el proceso de trituración.
- Los lodos del sistema de tratamiento de efluentes líquidos pueden disponerse en local de acuerdo al informe de caracterización respectivo.
- Administración debe mantener un registro del proceso de salida de fábrica de estos materiales, de acuerdo al procedimiento interno existente.

##### 1.2.11.3.2) Desechos sólidos / líquidos peligrosos

De acuerdo a la legislación vigente se manejan en fábrica los siguientes desechos líquidos peligrosos: aceites, y lubricantes. Estos desechos son generados por actividades de planta. La disposición final de estos desechos debe realizarse a través de servicios de empresas debidamente autorizadas por el MARN.

El Jefe de Planta debe coordinar la salida de la empresa de estos materiales.

##### 1.2.11.3.3) Almacenamiento de desechos sólidos/líquidos no peligrosos y peligrosos:

Los desechos de papel / cartón / plástico sólidos provenientes de fabricación son llevados y almacenados hasta su retiro por la empresa contratista y/o Aseo urbano.

##### 1.2.11.3.4) Disposición de desechos por contratistas

- La disposición final del desecho químico generado por las contratistas será manejado por la empresa, los gastos por estos servicios serán cargados a la contratista.
- Los desechos químicos deben estar debidamente identificados y envasados.

- La necesidad por parte de la contratista para generar desecho debe ser presentada a la persona de la empresa responsable por la contratista para que se coordine apropiadamente.

## 1.2.12) ACCIDENTES LABORALES

### 1.2.12.1) Propósito

Cumplir con los requisitos exigidos en el artículo 40 de la LOPCYMAT y Norma Covenin 474. Todo accidente laboral debe ser investigado.

### 1.2.12.2) Alcance y Campo de Aplicación

Este Procedimiento debe implementarse en los siguientes casos:

Accidentes con pérdida de tiempo.

Accidentes sin pérdida de tiempo. También calificado como primeros auxilios.

Accidentes con daños materiales, ambientales.

### 1.2.12.3) Responsabilidades

Cuando se presente un accidente laboral

<b>Responsables</b>	<b>Acción</b>
<b>Jefe, Supervisor, Responsable de área</b>	a. Coordina la investigación del accidente. B. Coordina y hace seguimiento a las acciones correctivas derivadas de la investigación c. Cuando proceda, evaluar en conjunto con Servicio Médico el cambio o reasignación de tarea.
<b>Brigada de Emergencia</b>	a. Coordina el traslado del lesionado a Servicio Médico y/o Centro de atención médica externa. B. Apoya en la investigación del accidente.
<b>Servicio Médico</b>	a. Recibe al lesionado, revisa, evalúa y determina el tratamiento respectivo.

<p align="center"><b>Seguridad e Higiene</b></p>	<p>a. Participa en la elaboración del informe de investigación de accidentes y en la implementación de acciones correctivas b. Cuando es un accidente con pérdida de tiempo, coordina la elaboración de los informes de declaración de accidentes ante los entes gubernamentales (INPSASEL y Seguro Social) c. Lleva registros de los informes de investigación de accidentes.</p>
<p align="center"><b>Delegados de prevención</b></p>	<p>Participan en la investigación de los accidentes laborales y en el seguimiento a la implementación de acciones correctivas.</p>
<p align="center"><b>Trabajador en general involucrado en el accidente</b></p>	<p>a. Participa en la toma de decisión, en caso de aplicar el cambio o reasignación de tarea. B. Participa en la investigación del accidente. C. Notifica a su jefe inmediato en caso de recibir un reposo médico o extensión del mismo.</p>