

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**Aplicación del relleno hidráulico en Mina socorro – U.P.
Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor: Bach. Víctor FLORES HURTADO

Asesor: Mg. Silvestre Fabían BENAVIDES CHAGUA

Cerro de Pasco – Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**Aplicación del relleno hidráulico en Mina socorro – U.P.
Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Joel Enrique OSCUVILCA TAPIA

PRESIDENTE

Ing. Toribio GARCÍA CONTRERAS

MIEMBRO

Mg. Luis Alfonso UGARTE GUILLERMO

MIEMBRO

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis lo dedico a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y ser un profesional de éxito.

También quiero agradecer a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, directivos y Docentes por la enseñanza brindada en todos estos años.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

RECONOCIMIENTO

Quisiera expresar mi más sincero reconocimiento a los docentes universitarios de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, y de manera muy especial a mi asesor: Mg. Silvestre Fabían BENAVIDES CHAGUA por apoyarme en la elaboración del presente informe. También reconocer a todos aquellos que con sus conocimientos, consejos y orientación para han hecho una mayor estructuración del presente trabajo.

RESUMEN

El sistema de Relleno Hidráulico es una solución atractiva para rellenar los espacios vacíos dejados en la explotación minera, la facilidad en el transporte y en la deposición de los sólidos hacen que sea un sistema técnicamente y económicamente viables. El relleno hidráulico transportado debe poseer ciertas características físicas, como una granulometría apropiada, un porcentaje de sólidos en la pulpa, una velocidad de transporte superior a la velocidad crítica para evitar la sedimentación en las tuberías, y otras propiedades más. La pulpa al ser depositados en las labores debe poseer propiedades adicionales como son una velocidad de percolación apropiada, un grado de cohesión para el soporte de los esfuerzos circundantes. Así mismo debe poseer una estabilidad química para evitar la formación de aguas ácidas efecto de la presencia de pirita en su proceso de oxidación del sulfuro y lixiviación de los metales asociados. Este informe expresa todo el proceso del relleno Hidráulico desde su captación en planta concentradora, clasificación, transporte y deposición en las áreas vacías dejadas por la de explotación minera. El contenido del presente trabajo sirve como un manual y guía visualizando la situación actual del relleno y su proyección a futuro, asimismo se tiene el beneficio ambiental debido a la utilización de mayor cantidad de relave. Incluye, además, la infraestructura del sistema de relleno hidráulico, análisis granulométricos, performance, características del relave (propiedades físicas y químicas), la disposición actual de relave.

Palabras Clave: Relleno Hidráulico, Tajeo

ABSTRACT

The Hydraulic Filling system is an attractive solution to fill the empty spaces left in the mining operation, the ease of transport and the deposition of solids make it a technically and economically viable system. The transported hydraulic filling must have certain physical characteristics, such as an appropriate particle size, a percentage of solids in the pulp, a transport speed exceeding the critical speed to avoid sedimentation in the pipes, and other properties. The pulp when deposited in the work must have additional properties such as an appropriate percolation rate, a degree of cohesion to support the surrounding forces. Likewise, it must have a chemical stability to avoid the formation of acidic waters, the effect of the presence of pyrite in its sulfide oxidation process and leaching of the associated metals. This report expresses the entire process of the Hydraulic filling since its capture in a concentrating plant, classification, transport and deposition in the empty areas left by the mining operation. The content of this work serves as a manual and guide visualizing the current situation of the landfill and its projection in the future, also has the environmental benefit due to the use of more tailings. It also includes the infrastructure of the hydraulic filling system, granulometric analysis, performance, tailings characteristics (physical and chemical properties), the current tailings disposal.

Keyword: hydraulic filling, drift

INTRODUCCION

El tema se sustenta en la posibilidad de disminuir los problemas de inestabilidad del macizo rocoso y con ello minimizar los riesgos de caída de rocas, estallido de rocas, así como los altos costos de producción generados por los problemas en el sostenimiento de las labores mineras. Con esta finalidad, se aplicarán los conocimientos de la mecánica de fluidos sobre transporte de fluidos con sólidos en suspensión; y lograr de esta manera saturar con relleno hidráulico todos los espacios vacíos generados por la explotación de mineral en la veta Jimena. Con esto gran parte del desmonte producto de las labores de avance retornaría como relleno a interior mina, disminuyendo el impacto ambiental generado por los grandes volúmenes que ocupan la cancha de relave en superficie. Del mismo modo disminuiría el consumo de madera en el sostenimiento, contribuyendo del mismo modo con la conservación de bosques los cuales cada vez son más escasos.

INDICE

DEDICATORIA	III
RECONOCIMIENTO	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT	VI
INTRODUCCION	VII
INDICE	VIII
CAPITULO I	11
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	11
1.1 Identificación y determinación del problema	11
1.2 Delimitación del Problema.....	12
1.3 Formulación del Problema	13
1.3.1 Problema General	13
1.3.2 Problemas Específicos.....	13
1.4 Formulación de Objetivos.....	13
1.4.1 Objetivo General.....	13
1.4.2 Objetivos Específicos	14
1.5 Justificación de la Investigación	14
1.6 Limitaciones de la Investigación	15
II MARCO TEORICO	16
2.1 Antecedentes de Estudio.....	16
2.2 Bases teóricas - científicas.....	21
2.3 Definición de términos.....	32
2.4 Formulación de Hipótesis.....	36
2.4.1 Hipótesis General.....	36
2.4.2 Hipótesis Específicas.....	36
2.5 Identificación de las variables.....	36
2.6 Definición de Operacional de variables e indicadores	37
CAPITULO III	38
METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.1 Tipo de investigación.....	38
3.2 Métodos de investigación.....	39

3.3	Diseño de la Investigación	40
3.4	Población y muestras	40
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
3.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	41
3.7	Tratamiento estadístico	41
3.8	Selección, Validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	43
3.9	Orientación ética	73
CAPITULO IV.....		74
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		74
4.1.	Descripción del Trabajo de Campo	74
4.2	Presentación análisis e interpretación de resultados	89
4.3.	Prueba de hipótesis.	90
4.4.	Discusión de resultados	91
CONCLUSIONES.....		92
RECOMENDACIONES		94
BIBLIOGRAFIA.....		95
ANEXO		

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa Geologico Regional	28
Ilustración 2, Geologia Estructural	30
Ilustración 3. Fases solidas liquidas y gaseosas en el material de R/H...	50
Ilustración 4. Curvas Granulométricas	65
Ilustración 5. CONO PARA PRUEBA DE SLUMP	66
Ilustración 6. PRIMERA PRUEBA DE SLUMP	67
Ilustración 7. Bomba Warm.....	76
Ilustración 8. Tanque de almacenamiento de Relave clasificado para RH.....	76
Ilustración 9. Bomba Mars H-180 de 375 HP- 1100RPM	77
Ilustración 10. Cálculo de Volumen de Tajos ¡Error! Marcador no definido.	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Identificación y determinación del problema

La Unidad Operativa Uchucchacua tiene como objetivos una serie de proyectos y ser más selectivos en la explotación con una producción sostenida, las operaciones se vienen desarrollando en torno al macizo rocoso con características geoestructurales que involucran cambios sustanciales en sus parámetros geomecánicos y su respuesta a la concentración de esfuerzos que luego de las excavaciones tienden a producirse redistribución de esfuerzos con la manifestación de liberación de energía en forma de relajamientos de la masa rocosa, los mismos que van desde rugidos hasta estallidos con proyección de fragmentos de roca.

Con la finalidad de mantener la estabilidad de la roca en la recuperación de pilares, se han ejecutado una serie de análisis en el macizo rocoso considerando: calidad del macizo rocoso, tipo de sostenimiento, ancho de excavación, perforación y voladura.

La roca presenta diferentes tipos de discontinuidades como son: zonas de corte, diaclasas y fracturas, contactos litológicos, relleno de las discontinuidades, fallas, etc. Estos rasgos estructurales presentan un determinado comportamiento frente a las operaciones de minado.

1.2 Delimitación del Problema

Con la finalidad de disminuir los problemas de inestabilidad en la explotación. En el presente trabajo contiene la aplicación genérica del sistema de clasificación del relave grueso utilizado para el relleno hidráulico, Mina Socorro – U.P. Uchucchacua de la Compañía Minera Buenaventura S.A.A, para el aumento de la producción, así como las mejoras que pueden ser aplicadas para lograr su optimización.

Los resultados de este estudio recomendarán las acciones a seguir en el afán de completar y reforzar la información necesaria para pasar a la siguiente etapa de desarrollo del estudio con mayor información, más detalles y estimaciones más aproximadas. Así mismo el presente trabajo podrá ser utilizado como alcance y su aplicación en otras empresas mineras que lo requieran.

1.3 Formulación del Problema

1.3.1 Problema General

¿Cómo se realiza una adecuada cobertura de los tajeos explotados con el relleno hidráulico en MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?

1.3.2 Problemas Específicos

- a. ¿Cómo se mantiene un ciclo para la adecuada cobertura de los tajeos explotados en MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?
- b. ¿Cómo evaluar la adecuada cobertura de los tajeos explotados para la aplicación de relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?

1.4 Formulación de Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Realizar una adecuada cobertura de los tajeos explotados para la aplicación de relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A

1.4.2 Objetivos Específicos

- a. Mantener un ciclo para la adecuada cobertura de los tajeos explotados para continuar con el ascenso en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.
- b. Evaluar la adecuada cobertura de los tajeos explotados para la aplicación de relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

1.5 Justificación de la Investigación

En la Mina Socorro se viene atravesando serios problemas por la falta de relleno de los tajos para estabilizar los mismos, por lo que la presente tesis de investigación tiene proyectado optimizar del sistema de clasificación del relave de su planta concentradora.

Por el continuo crecimiento, debido a la aparición de nuevas zonas de mineralización en y va en aumento la producción, se hace necesario clasificar el relave grueso, ya que actualmente sólo se recupera un porcentaje el resto del relave grueso se pierde con el rebose y termina ocupando espacio en el depósito de relaves.

El relave será clasificado por los ciclones, para luego ser enviado a la planta de relleno hidráulico (que será implementado), desde la cual el relave sería enviado a mina a través de tuberías HDPE, para ser depositados finalmente en los respectivos tajos.

1.6 Limitaciones de la Investigación

En cuanto a limitaciones no se tuvo ya que la empresa minera nos proporcionó todas las facilidades para la elaboración del presente trabajo de la investigación.

II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de Estudio

Arapa, R. (2018) en su proyecto de investigación “Planificación del Relleno Hidráulico a corto plazo en minería subterránea – Unidad minera San Rafael – MinSur S.A”, busca revisar los conceptos de relleno hidráulico para mejorar y optimizar la planificación a corto plazo en minería subterránea, contribuyendo de esta manera a las futuras generaciones de ingenieros, que pronto ingresaran al mundo minero.

Además, para poder confeccionar el plan antes mencionado se requiere de datos iniciales que darán origen y forma al plan o programa de producción, entre estos datos se pueden indicar los

siguientes: programa de equipos para relleno hidráulico, programa de mantenimiento de planta, requerimiento mínimo del volumen de relave, e información de levantamientos topográficos. Después, la combinación de las operaciones unitarias asociadas a sus tiempos apoya al secuenciamiento operativo que se le da al plan la consistencia necesaria y con ello cumplir las metas fijadas con eficacia en la alimentación de mineral a proceso de la producción y productividad de la empresa minera.

Entonces, el plan tiene como base la utilización óptima de las herramientas que se disponen, las cuales deben ser bien conjugadas, para que la programación sea realista y ejecutable.

Ccoto, A. (2018) de la universidad nacional del Altiplano, a través de su tesis “Factores representativos del relleno hidráulico en el método de explotación en la unidad minera San Rafael – Minasur S.A”, realiza su investigación centrada en los diversos métodos de explotación de mina con la finalidad de encontrar los factores representativos del relleno hidráulico que genere una mayor rentabilidad a la empresa. El estudio contempla una investigación de qué métodos que se emplean en la empresa MinaSur S.A son aplicables el relleno hidráulico.

Durante su proyecto evaluó métodos de explotación minera como Sub Level Open Stopping, Shrinkage Stopping y Cut and Fill

Stopping. La recopilación de esta información, así como su análisis tiene como objetivo la selección del relleno hidráulico que genere una reducción de costos y mejora de la productividad.

Vilca, C. (2016) de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, en su tesis “Diseño e implementación del relleno hidráulico en el método de explotación corte y relleno ascendente, para incrementar la producción – Minera Chalhuane SAC” se desea evaluar la influencia del relleno hidráulico para el método de minado en la producción de mena y los costos de producción de una minera. Esto se debe a que el actual método de minado Cut & Fill no ha brindado los resultados esperados, lo cual es causado en parte por las vetas angostas de la unidad minera.

De este modo, se plantea que una posible solución al problema antes mencionado es la implementación del relleno hidráulico en el método de minado Corte y relleno ascendente. Se concluye de la investigación, en primer lugar, que las condiciones geomecánicas de la roca en la veta Viento tiene un RMR en mineral 55, Caja piso 65, Caja techo 60 haciendo factible la implementación y diseño del método de explotación. Luego se incrementó la producción del Tj 460 de 960 TM al mes a 6000 TM. La explotación del corte y relleno ascendente, resultó ser más económico en la mayoría de las operaciones. Finalmente, se logra mejorar la

seguridad del personal de la mina en ya que no se requiere de mayores esfuerzos por medio de trabajos de fortificación para asegurar la estabilidad de las labores con el método de minado seleccionado.

Jorquera, M. (2015) de la Universidad de Chile, en su tesis “Método de explotación Cámaras y Pilares y su aplicación del relleno hidráulico en minera MICHILLA” desarrolla su investigación en los sectores más profundos de la mina (D4 y ABW inferior). Presentando un problema muy similar a las investigaciones anteriormente mencionadas, el elevado costo durante la explotación minera producido en el método Cut and Fill, viéndose en la necesidad de buscar métodos alternativos para la reducción de los costos operativos.

La investigación se centra en la aplicación del relleno hidráulico como solución al problema de costos, además el diseño a ejecutar en el sector D4 de la mina subterránea se encuentra compuesto por 3 bloques, abarcando profundidades desde la cota 51.5 hasta la cota -31.5. El método considera dos tipos de cámaras, primaria y secundaria. Ambas cámaras poseen una altura de 6m, siendo el ancho de estas 7m y 9m respectivamente. Además, se considera la presencia de pilares de 6m entre dos cámaras continuas y una losa de 8m de altura entre dos niveles para asegurar la estabilidad de las labores. Las galerías del sector poseen una sección de 7x5m.

De acuerdo con el autor de la investigación se realizara la simulación del diseño anterior a través de un modelo computacional para estimar los costos directos asociados al método de explotación, de acuerdo a la metodología planteada se estimó que el costo del método Bench and fill tiene un costo mina de 34,3 US\$/TM, al tomar en cuenta el plan minero se obtiene un costo total de desarrollo para el sector de 18,46 [MUS\$], siendo comparable de manera favorable con el método de cámaras y pilares (46,5 [US\$/TM] y 31,2 [MUS\$] respectivamente).

Mallco, F., De la Cruz, P. (2014) de la Universidad Nacional de Huancavelica, en su tesis “Aplicación del relleno hidráulico en vetas angostas, para reducir costos de operación en la zona esperanza – CIA minera Casapalca S.A”, desarrollan su investigación basada en aplicar el relleno hidráulico a cambio del relleno detrítico con la finalidad de conseguir unos costos de operación menores.

La aplicación se direcciona en vetas angostas con la finalidad de la reducción de costo, a través del sustento de los análisis geo mecánicos que avalan su posible aplicación en la zona de la Esperanza donde predominan las vetas angostas, siendo utilizado para la fase de explotación y perforación un equipo cop 1237, el cual realiza perforaciones con taladros de 11m con brocas de 64mm, con una planificación de 480 TMD de mineral de cabeza.

El autor tras la aplicación del relleno hidráulico consigue la reducción del costo del minado de 18.32 US\$/TM a 12.6US\$/TM, elevando su producción de 7,000 TM/mes a 12,000 TM/mes.

2.2 Bases teóricas - científicas.

Durante el desarrollo de la presente Tesis haremos uso de una serie de información tanto bibliográficos, de campo, que darán evidencia sobre la presente investigación. Dentro de la información que haremos uso tenemos:

- Ubicación
- Accesibilidad
- Reseña Histórica
- Geología General
- Geología Regional
- Geología Estructural
- Mineralización.

2.2.1 UBICACIÓN

Uchucchacua (100% BVN) se ubica en el distrito de Oyón, provincia de Oyón, región Lima, se encuentra ubicado a 180 Km, aproximadamente, al NE de la ciudad de Lima, 10° 36´ 34” Latitud Sur. 76° 59´ 56” Longitud Oeste, entre 4300 a 5000 msnm.

2.2.2 ACCESIBILIDAD

Hay dos vías de acceso, la principal la constituye en primer término el tramo asfaltado Lima-Huacho, de 152 km y de Huacho-Sayán de 45 km, posteriormente un tramo afirmado de Sayan-Churin de 62 km y Churin - Uchucchacua de 63 km; totalizando 322 km.

Otro acceso es el que une Lima-La Oroya-Cerro de Pasco de 320 km asfaltado y Cerro de Pasco-Uchucchacua de 70 km afirmado, totalizando 390 km.

2.2.3 RESEÑA HISTORICA

Uchucchacua se encuentra en el distrito y provincia de Oyón, su capital tiene el mismo nombre, su clima es variado, templado en los valles y frío en las alturas. En ella se cultiva tubérculos, cereales, legumbres y forrajes.

Hay allí numerosos centros mineros medianos y pequeños, el más importante es el recientemente inaugurado complejo de Iscaycruz cuya capacidad de producción se estima en 125,000 toneladas métricas de concentrados de zinc y de 9,000 toneladas métricas de concentrados de plomo por año. Estos volúmenes de producción implican un incremento del 12% de la producción nacional de zinc y el 3% de la de plomo, calculándose que las utilidades de sus exportaciones ascenderían a 35 millones de dólares anuales. Las reservas probables de la mina antes mencionada alcanzan a 2 millones 700 mil toneladas métricas del mineral.

En el distrito de Pachangará a 160 km de Lima, se encuentra el pueblo de Churín a 2,080 m.s.n.m., con sus famosas fuentes mineromedicinales sulfatadas, cloruradas, bicarbonatadas y sulfurosas. Estas aguas termales, cuya temperatura promedio es de 34 C°, se recomiendan para el tratamiento de la artritis, alergias, anemias, enfermedades del sistema nervioso, gastritis, úlceras y otras. Para tomar los baños medicinales existen pozas e instalaciones adecuadas. En la población existen hoteles, pensiones y restaurantes para los turistas.

Aunque las propiedades curativas de sus aguas permanecen invariables todo el año, se recomienda hacer el viaje a Churín durante la estación seca, de abril a noviembre, para disfrutar, además, del clima y del paisaje.

Uchucchacua es un yacimiento de plata que está en la jurisdicción del distrito de Oyón, en plena sierra central, conocido desde la época virreinal, con evidentes y numerosos trabajos en las áreas denominadas Nazareno, Mercedes, Huantajalla y Casualidad.

En la Unidad Uchucchacua de la Compañía de Minas Buenaventura se produce plata y concentrado de plomo-zinc. Para el abastecimiento de planta se cuenta con 3 minas principalmente las cuales son Carmen, Huantajalla y Socorro. Con estas se abastece el 90% del Circuito N°1, el cual trata 2800 TMH/día, y el 100% del circuito N°2 el cual trata 1100 TMH /día. El otro 10% proviene de la

Mina Casualidad que en realidad está dentro de las minas Carmen y Socorro, pero su contenido es mayor en porcentaje de Zinc que en el de Plata económica, sin embargo, para el correcto Bleanding nos servirá en el tratamiento.

Socorro:1800 ton/día

Carmen: 1500 ton/día

Huantajalla: 600 ton/día

Es decir entre estas 3 minas se produce 3900 TMH/ día

2.2.4 GEOLOGIA GENERAL

Es un yacimiento argentífero con metales base y alto contenido de manganeso hospedado en rocas carbonatadas de la formación Jumasha del cretáceo superior, relacionado a intrusivos del mioceno. Consiste de vetas y cuerpos de reemplazamiento asociados a sistemas de estructuras NE-SW, E-W y NW-SE. Destacan las fallas Uchucchacua, Socorro-Cachipampa, Rosa y Sandra, entre otras. La mineralogía es variada y compleja con la ocurrencia de plata en sulfuros y sulfosales, con abundante alabandita y calcosilicatos de manganeso. El plomo y zinc se incrementan en las inmediaciones de los intrusivos. Se trabaja en las minas Socorro, Carmen-Casualidad y Huantajalla.

2.2.5 GEOLOGÍA REGIONAL

Las rocas predominantes en la columna estratigráfica corresponden a las sedimentarias del cretáceo, sobre ellas se tiene a los volcánicos terciarios, e intruyendo a las anteriores se observan dos tipos de intrusivos. Coronando la secuencia figuran depósitos aluviales y morrenicos.

2.2.5.1 Sedimentarios

a.1.- Grupo Goyllarisquizga. Aflora entre la laguna Patón y Chacua , al NW y SE de este centro minero y ocupando algo más del 50% del área observada; en él se ha diferenciado cinco unidades asignadas al cretáceo inferior.

a.2.- Grupo Machay. a.2.1.-Formación Pariahuanca. (Ki-Ph) Formado por un paquete de 50 mts. de espesor consistente en calizas grises; afloran al Nor-oeste de la laguna Patón. Se le asigna al aptiano superior.

a.3.-Formación Jumasha. (Ki-j) Potente secuencia de calizas gris claro en superficie intemperizada y gris oscuro en fractura fresca. Constituye la mayor unidad calcárea del Perú Central; se le subdivide en tres miembros limitados por bancos finos de calizas margosas beige.

a.4.- Formación Celendin. (Ks-c). Es una alternancia de calizas margosas, margas blancas y lutitas calcáreas nodulares marrón, que sobreyacen concordantemente al

Jumasha. Se ha diferenciado dos miembros ubicados entre el coniaciano y santoniano.

a.5.- Formación Casapalca. (Kti-ca) Sobreyace ligeramente discordante sobre el Celendin y está constituido por lutitas, areniscas y conglomerados rojizos, con ocasionales horizontes lenticulares de calizas grises. Su suavidad y fácil erosión ha permitido la formación de superficies llanas tal como se observa en Cachipampa. Se le estima una potencia de 1,000 mts. y su edad probable es post-santoniano.

2.2.5.2 Volcánicos

b.1.- Volcánicos Calipuy. (Ti-Vca) Se encuentran discordantemente sobre la Formación Casapalca y es un conjunto de derrames andesíticos y piroclásticos de edad terciaria. Su espesor es estimado en 500 mts. y aflora al Norte de la zona de Uchucchacua.

2.2.5.3 Intrusivos

Pórfidos de dacita forman pequeños stocks de hasta 30 metros de diámetro, también se tiene diques y apófisis de dacita distribuidos irregularmente en el flanco occidental del valle, afectando a las calizas Jumasha-Celendin principalmente en las áreas de Carmen, Socorro, Casualidad y Plomopampa; los intrusivos forman aureolas irregulares de metamorfismo de contacto en las calizas.

2.2.5.4 Cuaternario

d.1.- Depósitos Morrénicos. (Q-mo) A cotas mayores de 3,800 m.s.n.m. el área sufrió los efectos de la glaciación pleistocénica, formando valles en “U” en cuyo fondo y laderas se depositaron morrenas que en varios casos represaron el hielo fundido, tal como la laguna Patón. Por otro lado, en Cachipampa las morrenas muy extendidas cubren a las capas rojas; estos depósitos están conformados por un conjunto pobremente clasificado de cantos grandes en matriz de grano grueso a fino generalmente anguloso y estriado.

2.2.6 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El aspecto estructural es de suma importancia en Uchucchacua y así lo refiere el siguiente extracto: “La génesis del yacimiento de Uchucchacua está relacionado a una estructura geológica principal de nuestros Andes, evidenciada por los cuerpos intrusivos de Raura, Uchucchacua, Chungar, Morococha y otros. Es también evidente que esta actividad magmática ha traído consigo la formación de yacimientos minerales importantes. Al respecto, conviene anotar que la composición de las rocas intrusivas encontradas en Uchucchacua son de acidez intermedia, similar a la de tantos otros intrusivos relacionados con yacimientos minerales en el Perú”. (Ing. A. Benavides- Abril,1974).

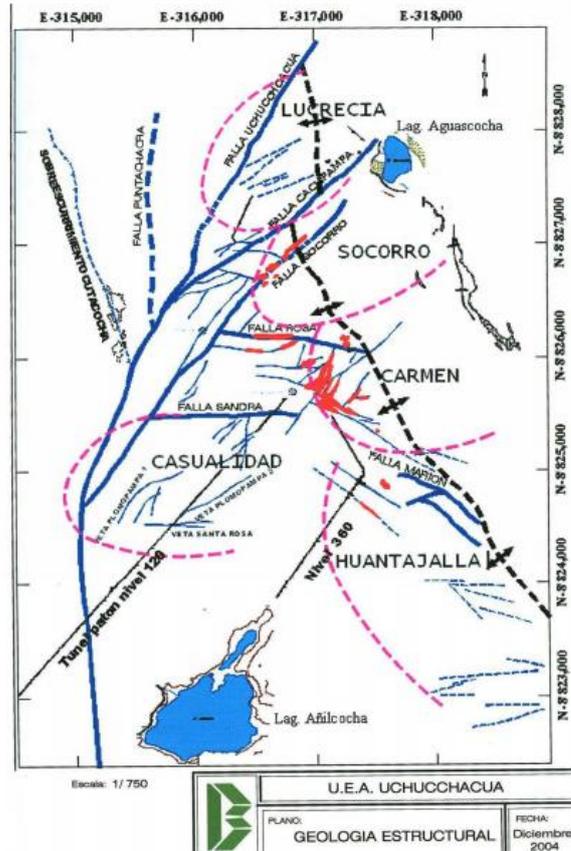


Ilustración 2, Geología Estructural

2.2.7 MINERALIZACIÓN

Es compleja, con una rica variedad de minerales tanto de mena como de ganga, entre los que tenemos:

- a) Minerales de Mena. Galena, Proustita, Argentita, Pirargirita, Plata Nativa, Esfalerita, Marmatita, Jamesonita, Polibasita, Boulangerita, Chalcopirita, Covelita, Jalpaita, Estromeyerita, Golfieldita.
- b) Minerales de Ganga. Pirita, Alabandita, Rodocrosita, Calcita, Pirrotita, Fluorita, Psilomelano, Pirolusita,

Johansonita, Bustamita, Arsenopirita, Marcasita, Magnetita, Estibina, Cuarzo, Oropimente, Rejalgar, Benavidesita, Tefroita y Yeso.

2.2.7.1 Procesos de Mineralización

El proceso de mineralización en Uchucchacua fue sumamente complejo, sin embargo, se hace un intento de interpretación en ocho etapas:

1. Plegamiento regional, sobrecurrimiento, falla Uchucchacua.
2. Fracturamiento en sistemas N-S, WNW-E.
3. Desplazamiento de fallas Cachipampa, Socorro, disloque de intrusiones, de vetas Rosa y Sandra, formación de fracturas tensionales al norte de falla Socorro (Luceros), veta Rosa (Rosa 2, 3, Claudia, Victoria, etc.) y Sandra (Violeta, Plomopampa, Jacqueline, etc.), brechamiento en la caja norte de veta Rosa.
4. Mineralización etapa 2, en fracturas tensionales de Socorro (Luceros), de Sandra y en menor proporción en las veta Rosa (Irma Viviana, Rosa Norte, etc.).

5. Mineralización etapa 3 en brecha de veta Rosa (Irma Viviana, Rosa Norte, etc.) y sus tensionales al SE (Rosa 2, Claudias, Victorias, etc).
6. Reapertura de fracturas y deposición tardía de minerales de etapa 4.
7. Oxidación supérgena de minerales por aguas de percolación.

2.3 Definición de términos

Cohesión: Es la atracción existente entre las partículas de un suelo, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua, la cohesión varía si cambia su contenido de humedad.

Velocidad de Percolación: Es una medida de velocidad con el que el agua pasa a través del material del relleno.

Consolidación: Es el cambio de volumen de una carga constante a medida que transcurre el tiempo.

Cementación: Endurecimiento del relleno hidráulico, dependiendo de la composición química.

Compresibilidad: Capacidad de comprimirse un material, el relleno en minería se comprime en un 9% a 10% muy raramente llega a un 20%.

Orientación: Es la posición de la discontinuidad en el espacio y es descrito por su rumbo y buzamiento. Cuando un grupo de discontinuidades se presentan con similar orientación son aproximadamente paralelas, se dice que éstas forman un “sistema” o una “familia” de discontinuidades.

Espaciado: Es la distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes. Éste determina el tamaño de los bloques de roca intacta. Cuanto menos espaciado tengan, los bloques serán más pequeños y cuanto más espaciado tengan, los bloques serán más grandes.

Persistencia: Es la extensión en área o tamaño de una discontinuidad. Cuanto menor sea la persistencia, la masa rocosa será más estable y cuanto mayor sea ésta, será menos estable.

Rugosidad: Es la aspereza o irregularidad de la superficie de la discontinuidad. Cuanta menor rugosidad tenga una discontinuidad, la masa rocosa será menos competente y cuanto mayor sea ésta, la masa rocosa será más competente.

Apertura: Es la separación entre las paredes rocosas de una discontinuidad o el grado de abierto que ésta presenta. A menor apertura, las condiciones de la masa rocosa serán mejores ya mayor apertura, las condiciones serán más desfavorables.

Relleno: Son los materiales que se encuentran dentro de la discontinuidad. Cuando los materiales son suaves, la

masa rocosa es menos competente y cuando éstos son más duros, ésta es más competente.

Investigaciones Geotécnicas. - Es un programa de investigaciones geotécnicas por medio de perforaciones diamantinas, a fin de obtener parámetros y características hidrogeológicas de los materiales presentes en la zona de estudio.

Matriz rocosa. - Material rocoso sin discontinuidades o bloques de roca intacta entre discontinuidades (muestra de mano o mayor). A pesar de considerarse continua es heterogénea y anisótropa, ligada a la fábrica, textura y estructura, mineral.

Productividad. - Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

Zonificación geomecánica. - Proceso de delimitación de zonas en donde la masa rocosa tiene condiciones geomecánicas similares y por lo tanto también comportamiento similar.

Estratificación: Es una superficie característica de rocas sedimentarias que separa capas de igual o diferente litología. Estas rocas también pueden estar presentes en rocas que hayan originado por metamorfismo de rocas sedimentarios.

Diaclasas: También denominadas juntas, son fracturas que no han tenido desplazamiento y las que comúnmente se presentan en la masa rocosa.

Zonas de corte: Son bandas de material que pueden ser de varios metros de espesor, en donde ha ocurrido falla de la roca.

Fallas: Son fracturas que han tenido desplazamiento. Estas son fracturas menores que representan en áreas locales de la mina o estructuras muy importantes que pueden atravesar toda la mina.

Perfil litológico: Es la parte de la geología que estudia la composición y estructura de las rocas, como su tamaño de grano, características físicas y químicas, estructuras metamórficas, etc. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte, así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

Perfil geotectónico: Es el conjunto de actividades que comprende la investigación del subsuelo los análisis y recomendaciones para el diseño y construcción en el subsuelo.

Pulpa: Se define como pulpa a la mezcla constituida por una fase sólida y una líquida, donde la fase líquida transporta a la sólida en suspensión.

Dureza de los Sólidos: Esta característica determina el tipo y material del equipo a utilizarse en su transporte.

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

Si se realiza una adecuada cobertura de los tajeos explotados entonces se podrá continuar la aplicación de relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A

2.4.2 Hipótesis Específicas

- a. Si mantenemos la adecuada cobertura de los tajeos explotados entonces se aplicará el relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.
- b. Si evaluamos la adecuada cobertura de los tajeos explotados para continuar con el ascenso en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

2.5 Identificación de las variables

2.5.1 Variables para la hipótesis general

Variable Independiente:

Relleno Hidráulico.

Variable Dependiente:

Tajeos de la mina.

2.5.3 Variable interviniente

Proceso de producción.

2.6 Definición de Operacional de variables e indicadores

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Independiente: relleno hidraulico	calidad, factor geológico, composición	tamaño de partículas, Coeficiente de uniformidad, velocidad de percolación.
Dependiente: tajeos	cantidad	volumen, tonelaje, rentabilidad.

Fuente propia del autor.:

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación.

El tipo metodológico aplicado en esta investigación se considera como no experimental según Narváez, Rosa (1997), este tipo de investigación sugiere la formulación de objetivos y/o preguntas de investigación. Cabe destacar que esta investigación corresponde a las investigaciones explicativas, descriptivas, evaluativa, de acción, de diseño y los estudios de campos entre otras. Es por esto que se dice que el presente estudio es de campo, ya que permitirá en forma directa, la observación y recolección de datos.

Descriptivo, según Sabino, Carlos (1999) señala que, consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento. “Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.

Por lo tanto, el tipo de investigación para este trabajo también es Descriptivo, debido a que permite analizar, registrar y describir las actividades ejecutadas en este proceso de Aplicación de Relleno Hidráulico.

3.2 Métodos de investigación

Percepción directa del objeto de investigación con un objetivo consiente:

- Objetividad.
- Validez.
- Confiabilidad.

Para el presente trabajo de investigación, se puso en consideración los siguientes métodos de investigación:

- Método de Observación
- Método inductivo
- Método deductivo
- Método de análisis
- Método de síntesis

Lo cual nos permitió encontrar mayor información y dar solución a problemas a través de ello.

3.3 Diseño de la Investigación

- Transversales.

En este tipo de diseño los individuos son observados únicamente una vez. Sólo puede ser de tipo observacional, porque un estudio experimental implica por lo menos dos mediciones.

- Longitudinales.

En este diseño se realiza más de una medición. Entre las mismas puede intervenir o no el investigador, lo que determinará que el estudio sea observacional o tecnológico.

Que nos permite tener relación entre las variables.

3.4 Población y muestras

La población y muestra está constituida por algunas de las labores de explotación de MINA SOCORRO - U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas

Las principales técnicas utilizadas en la investigación son:

- Entrevistas y Encuestas
- Análisis Documental

- Observación.

3.5.2 Instrumentos

Los principales instrumentos utilizados en la investigación son:

- Guía de entrevista
- Cuestionario
- Guía de Análisis Documental
- Guía de Observación
- Técnicas de procesamiento y análisis de datos
- Registro de evaluación.
- Análisis y resultados de laboratorio.

3.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

- Recolección de datos, manuales, copias, planos de ubicación, localización de la zona, planos topográficos, geológica del yacimiento minero.
- Procesos topográficos con Estación Total, AutoCAD.

3.7 Tratamiento estadístico

Con respecto al tratamiento estadístico de datos, detallo a continuación, al grupo involucrado, así como también materiales utilizados y el financiamiento otorgado por la empresa.

- 01 persona encargada de la investigación.

- 01 asesor
- Participación del personal que labora en el lugar que se realiza la investigación, así como funcionarios, Superintendente de Mina, Jefe de Servicios Mina, Jefes de Guardia y demás personas que de una u otra manera laboran en el área de la investigación.
 - a. Materiales.

Fotocopias de documentos, papel de trabajo, mapeador, CDs, computadora, impresora.
 - b. Presupuesto y Financiamiento.

La presente tesis fue autofinanciada, contando con un presupuesto y el apoyo técnico de la COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.

3.8 Selección, Validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.8.1 Información básica del relleno hidráulico

El relleno hidráulico se aplicó por primera vez el año 1864 en la mina Shenandoah en Pennsylvania, Estados Unidos, como control de la subsidencia, posteriormente se fue mecanizando y optimizando su uso en la explotación en la minería subterránea. En el Perú se aplicó relleno hidráulico en el año 1937 en la mina Lourdes de Cerro de Pasco con la finalidad de controlar incendios, implementándose luego al ciclo de minado.

Se define como relleno hidráulico al material que es transportado en forma de pulpa por tuberías de 4" de Ø. En su mayoría el material es el relave de planta concentradora, pero también se utiliza arenas glaciares y otros materiales granulares que se encuentra en la naturaleza.

El relleno hidráulico tiene las siguientes aplicaciones:

- a) Proveer una plataforma de trabajo.
- b) Evitar el movimiento y caída de las rocas.
- c) Facilitar la recuperación de pilares.
- d) Evitar o minimizar la subsidencia.
- e) Estabilizar el macizo rocoso en las minas, reduciendo la posibilidad de estallidos de roca.

- f) Controlar y prevenir incendios en las minas.

Minimizar la deposición de relaves o material rocoso en superficie ayudado al control ambiental.

3.8.1.1 Ventajas del Relleno Hidráulico

- a) Cuando se utiliza relave de una planta concentradora el costo de la obtención del material es cero, ya que la planta cubre los costos de reducción de tamaño del material.
- b) Cuando se utiliza el material detrítico producto de las labores de preparación y desarrollo se contribuye a maximizar la vida útil de las desmontaras y asimismo se minimiza el impacto ambiental.
- c) El transporte en tuberías es mucho más económico, eficiente y rápido que con otro tipo de transporte.
- d) Al depositarse el relleno en el tajo en forma de pulpa tiende a buscar su nivel en forma natural, eliminando así la necesidad de utilizar recursos adicionales para esparcirlo manual o mecánicamente.
- e) El relleno hidráulico por la granulometría del material que es de fácil control permite una alta resistencia al movimiento de las cajas.
- f) El relleno hidráulico permite aumentar la eficiencia y productividad en los tajos debido a la disminución del

consumo de madera y a la reducción del costo de minado por la versatilidad que brinda.

3.8.1.2 Desventajas del relleno hidráulico

- a) El sistema de relleno hidráulico requiere una alta inversión de capital, para lo cual es necesario tener un sustento financiero de aplicabilidad.
- b) La introducción de agua en el relleno a la mina es un problema si el drenaje se realiza por bombeo.
- c) Cuando se utiliza material con contenidos altos de pirita o pirrotita, al oxidarse estos sulfuros se produce una reacción exotérmica lo cual eleva la temperatura y produce anhídrido sulfuroso.
- d) En el agua de drenaje del relleno siempre arrastra cierta cantidad de finos los cuales se depositan en los niveles inferiores de las labores rellenas.

3.8.1.3 Propiedades a corto plazo y durante el tiempo de ciclo

- Resistencia al hundimiento, deben soportar presiones que se apliquen al relleno como son: pisadas, apoyo de las patas neumáticas de perforación, apoyo de las patas hidráulicas de los equipos pesados de perforación, de las llantas, etc.
- Estabilidad de techo de tajeos invertidos, para el método de corte y relleno descendente es necesario conocer la

carga que ejercerá la masa de relleno y si podrá auto sostener o en su defecto necesite columnas de sostenimiento.

- El tiempo que pasa el relleno hidráulico del estado de pulpa al estado sólido, conociendo el coeficiente de permeabilidad.
- La gradación de las partículas del relleno conociendo el coeficiente de uniformidad.
- Tixotropismo, propiedad en la cual ciertas sustancias se comportan como sólidos cuando está en reposo y como líquido cuando están expuestas a un impacto o vibración. También se le conoce como licuefacción.

PROPIEDADES A LARGO PLAZO - Densidad relativa, medida del grado de compactación que adquiere un relleno, si esta densidad es mayor será menos compresible y de mayor resistencia al desplazamiento de las cajas.

3.8.1.3.1 Propiedades a largo plazo

- Densidad relativa, medida del grado de compactación que adquiere un relleno, si esta densidad es mayor será menos compresible y de mayor resistencia al desplazamiento de las cajas.
- Reducción de volumen, si el relleno hidráulico contiene arcillas tiende a reducir de volumen al perder agua, de

esta manera permitiendo el desplazamiento de las cajas alterando la estabilidad.

- Estabilidad de tajeos continuos, es requisito que la pared del tajeo anterior no se derrumbe dentro del nuevo tajeo abierto.

-

3.8.1 Soporte del relleno hidráulico

3.8.1.1 Pulpa

Se define como pulpa a la mezcla constituida por una fase sólida y una líquida, donde la fase líquida transporta a la sólida en suspensión.

3.8.1.1.1 Pulpa homogénea

Este tipo de pulpa se comporta como un fluido plástico de Bingham, es decir que las propiedades del agua se afectan por la presencia de los sólidos, por ejemplo, las arcillas.

3.8.1.1.2 Pulpa heterogénea

Los relaves, arenas, concentrados de minerales se comportan como mezclas, ya que el líquido y los sólidos se comportan independientemente, denominándose al conjunto sólido-líquido, mezcla o pulpa heterogénea.

3.8.1.2 Características del material a transportar

Las características más importantes de los sólidos que influyen en su transporte son:

3.8.1.2.1 Gravedad específica de los sólidos

Es la relación entre el peso específico del sólido y el peso específico del agua. Por ejemplo, los sólidos que con mayor frecuencia se transporta son:

GRAVEDAD ESPECIFICA DE MATERIALES SOLIDOS	
MATERIAL SOLIDO	GRAVEDAD ESPECIFICA
Asfalto	1.05
Carbón	1.40
Fosfato	2.70
Caliza	2.70
Concentrado De Cobre	4.30
Mineral De Hierro	4.90

3.8.1.2.2 Tamaño máximo de las partículas

Debido a que las partículas de mayor tamaño tienden a sedimentarse más rápido que las partículas menores, es necesario conocer el tamaño máximo de las partículas sólidas para así determinar la velocidad máxima de sedimentación que tendrán.

VALORES RECOMENDADOS DE TAMAÑO MÁXIMO DE PARTÍCULAS SOLIDAS EN UNA PULPA		
MATERIAL SOLIDO	GRAVEDAD ESPECIFICA	MALLA
Asfalto	4.76	4
Carbón	2.38	8
Caliza	0.30	48
Concentrado De Cobre	0.21	65

3.8.1.2.3 Dureza de los sólidos

Esta característica determina el tipo y material del equipo a utilizarse en su transporte. En la tabla siguiente se da el grado de dureza de materiales sólidos según la escala de Mohs.

ESCALA DE MOHS DE LA DUREZA DE LOS MATERIALES SOLIDOS	
MATERIAL	ESCALA DE MOHS
Carbón (malla 30)	1(talco)
Lignito	2 (yeso)
Caliza	3 (calcita)
Carbón (malla 16)	4 (fluorita)
Magnetita	5(apatito)
Concentrado de cobre	6 (ortosa)
Fosfatos	7 (cuarzo)
Pirita	8 (topacio)
Calcopirita	9 (corindón)

La abrasividad del material sólido tiene una relación directa con la escala de Mohs:

RELACIÓN ENTRE LA ESCALA DE MOHS Y LA ABRASIVIDAD	
ESCALA DE MOHS	LA ABRASIVIDAD
1-3	No abrasivo
3	Ligeramente abrasivo
4-6	Medianamente abrasivo
7-9	Altamente abrasivo

3.8.1.3 Propiedades físicas y mecánicas del relleno hidráulico

3.8.1.3.1 Porosidad

Es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total del material. Si la porosidad se expresa en porcentaje (%), se denomina porcentaje de vacíos.

POROSIDAD(n) = Volumen de vacíos / Volumen total del material

$$n = \frac{V_v}{V_t}$$

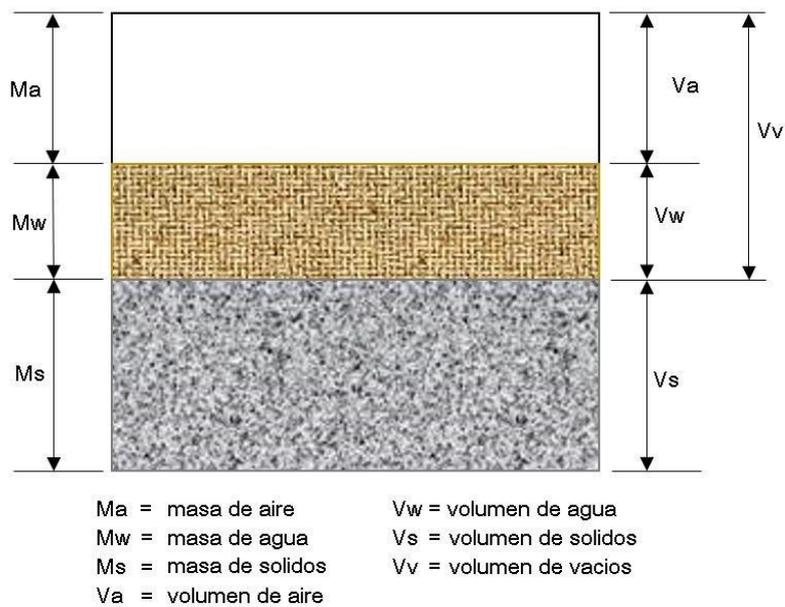


Ilustración 3. Fases sólidas líquidas y gaseosas en el material de R/H

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Donde los valores de “e”, para los rellenos hidráulicos por lo general varían entre los valores que se muestran en la tabla siguiente:

RELACION DE VACIOS DE TAJOS DE R/H	
RELLENO	RELACION DE VACIOS (e)
Arenosos	0.6 – 0.9
Areno-arcillosos	0.8 – 1.6
Arcillosos	1.5 – 2.5

a) Relación de Vacíos Máxima (E_{max})

Se expresa mediante la siguiente relación:

$$E_{max} = \left(\frac{S_s}{D_{min}} \right)$$

Donde:

S_s = Gravedad específica de sólidos (TM/m³)

D_{min} = Densidad mínima (TM/m³)

b) Relación De Vacíos Mínima (E_{min})

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$E_{min} = \frac{S_s}{D_{max}} (1 + w) - 1$$

Donde:

Ss = Gravedad específica de sólidos (TM/m³)

Dmin = Densidad mínima (TM/m³)

W = Porcentaje de humedad con la que se determina la densidad máxima

c) Contenido de Humedad (W)

Expresado por:

$$W = \frac{M_w}{M_s} (100)$$

Mw = Masa de agua

Ms = Masa de sólidos

d) Grado de Saturación (Sr) Definido por:

$$Sr = \frac{V_w}{V_v} (100)$$

Para las arenas se tiene la siguiente clasificación por su contenido de humedad:

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL DE RH SEGÚN LA HUMEDAD	
CONDICION ARENA	W (%)
Seca	0
Ligeramente húmeda	1 – 25
Húmeda	26 – 50
Muy húmeda	51 – 75
Mojada	76 – 99
Saturada	100

e) Cohesión (c)

Es la atracción existente entre las partículas de un suelo, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua. La cohesión de un relleno variará si cambia su contenido de humedad, en las arenas la cohesión es prácticamente nula.

f) Fricción Interna (ϕ)

Es la resistencia al deslizamiento debido a la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas. Depende de la granulometría del material, de la forma de las partículas y de su densidad. En caso del material fino, se tendrá una fricción interna baja. En caso de arenas el ángulo de fricción interno es alrededor de 30°

FRICCIÓN INTERNA DE DIVERSOS MATERIALES			
MATERIAL		CONDICION SUELTA	CONDICION DENSA
gravas		33º - 36º	45º - 47º
medias		30º - 33º	40º - 45º
finas		26º - 30º	32º - 38º
limosas finas)	(muy	25º - 30º	30º - 35º

3.8.1.4 Análisis granulométrico

Determina la distribución del tamaño de las partículas o granos que constituyen un material. Esta distribución se analiza en base a su porcentaje de su peso total. La fracción muy gruesa consiste de fragmentos de rocas compuestas de uno o más minerales, pudiendo estas ser angulares, redondeados o planos. Pueden ser frescos o mostrar signos de alteración, resistentes o deleznales. Esta fracción recibe el nombre genérico de grava. En las fracciones finas y muy finas, cada grado está constituido de un solo mineral. Las partículas pueden tener formas angulares, tubulares o escamas, pero nunca redondeadas.

A continuación, se presenta los rangos de tamaño en que varían las partículas:

RANGO DE TAMAÑO DE PARTICULAS DE LOS MATERIALES		
MATERIAL	TAMAÑO	
	DESDE	HASTA
FINAS		0.075 mm
ARENAS	0.075 mm	0.085 mm
GRUESOS	0.085 mm	5mm

3.8.1.5 Diámetro efectivo (D_{10})

Es el tamaño de las partículas que corresponden al 10% del producto más fino.

3.8.1.6 Coeficiente de Uniformidad (C_u)

Se define como la razón del diámetro de partícula más grande que se encuentra en el 60% de fracción acumulativa (-) del material, al diámetro de la partícula de mayor tamaño presente en el 10% de la fracción acumulativa (-) del material². Se calcula dividiendo el D_{60} entre el D_{10} del material.

$$C_u = D_{60}/D_{10}$$

Estadísticamente se ha determinado que un $C_u = 5$ es lo más conveniente para relleno hidráulico. Un C_u mayor de 5 indica la presencia de gran cantidad de partículas finas, lo cual impide una adecuada percolación del agua.

Si él es menor de 5, se tendrá una baja concentración de partículas finas en el material, produciendo una mayor percolación del agua con una tendencia a producir el fenómeno de “embudo”.

3.8.1.7 Velocidad de percolación (V.P.)

Es una medida de la velocidad con el que el agua pasa a través del material de relleno. Teóricamente se puede calcular con la siguiente expresión:

$$V. P. = (D10 \frac{6}{100})^2$$

Donde:

V.P. = Se expresa en
cm/h

D10 = Se expresa en
micrones (um)

Estadísticamente se ha comprobado que una V.P. = 10 cm/h es la más adecuada para un relleno hidráulico. Un relleno con una V.P. menor a 3 cm/h demoraría mucho tiempo para eliminar agua y por lo tanto tardará en permitir el reingreso del personal al tajo. Por otro lado un relleno con una V.P. mayor a 20 cm/h puede causar el fenómeno “embudo”, además de permitir la pérdida de una cantidad considerable de relleno hacia las galerías.

3.8.1.8 Comportamiento mecánico del relleno

Para observar el comportamiento mecánico del relleno se deberá considerar los siguientes parámetros:

3.8.1.8.1 Densidad relativa (DR)

Expresa el estado de compactación de relleno arenoso y está definida por la siguiente ecuación:

$$Dr = \frac{E_{max} - E}{E_{max} - E_{min}}$$

E_{max} = Relación de vacíos de relleno en su estado más suelto

E_{min} = Relación de vacíos de relleno en su estado más denso

E = Relación de densidad de relleno Hidráulico

La densidad relativa del relleno está en función de tres factores principales: forma de los granos, granulometría y la manera de depositarse:

- a) Los rellenos constituidos por partículas con formas angulares tienden a tener una densidad relativa baja y son susceptibles a un fuerte reordenamiento y reducción de volumen.
- b) La granulometría es el factor de mayor influencia en la densidad relativa, lo ideal es que el material sea bien graduado, de tal manera que se reduzca los vacíos al mínimo.

c) La manera de depositarse el relleno hidráulico influye también en la densidad relativa del mismo. La deposición del relleno en un solo punto permite que a cierta distancia las partículas sólidas se sedimenten en un ambiente calmo y sin perturbación. Una manera de esta sedimentación permite que los granos se acomoden en forma de arcos o bóvedas naturales, los cuales ante una presión o vibración tienden a reordenarse y ocupan más eficientemente los espacios.

Para impedir la formación de bóvedas se recomienda depositar el relleno en varios puntos del tajo y evitar así la sedimentación imperturbada.

Si bien una alta densidad relativa es conveniente para el propósito de contrarrestar el movimiento de las cajas, ésta se logra a expensas de algunas propiedades dependientes.

- El volumen del tajo relleno con una tonelada de relleno disminuye.
- Si aumenta la densidad relativa disminuye la percolación, ya que disminuye el área de los conductos por donde percola el agua, esto se puede terminar con la expresión siguiente:

$$\frac{V \times (1) \quad e(21)}{V \times (2) \quad e(2)} = 2$$

- La cantidad de agentes cementantes (cuando se usan), es menor, pues con un contacto más íntimo entre la partícula se requerirá menor cemento para adherir una con otra.
- Si el aumento de la densidad relativa se obtiene mediante la regulación de la granulometría, el coeficiente de uniformidad también aumenta.

En resumen, la mejora de ciertas propiedades puede implicar otras, por lo que existe una densidad relativa óptima con la cual se obtiene una combinación óptima de propiedades.

3.8.1.8.2 Efecto del agua en el relleno hidráulico

El agua puede presentarse en el relleno hidráulico en dos formas:

- En forma de partículas alrededor de los granos.
- Ocupando parte o todos los vacíos entre los granos del material.

Si los vacíos están completamente llenos con agua, el relleno está saturado y la mezcla se dice que es continua, si los vacíos están parcialmente llenos, la mezcla es discontinua

formando cuñas de agua entre los granos adyacentes y películas de mezcla alrededor de ellas.

Muchos de los rellenos hidráulicos probablemente desarrollen superficies capilares, al menos temporalmente. Estas superficies pueden ser engañosas ya que las tensiones capilares tienden a consolidar la superficie del relleno, haciendo que el relleno parezca más firme de lo que es en profundidad.

3.8.1.8.3 Presión neutra (u_w) y presión efectiva (P)

Una arena suelta ya saturada bajo carga, en la que no se permite el drenaje, desarrolla presiones entre grano y grano y una presión neutra en el agua dentro de los poros, es decir:

$$P = p - U_w$$

P = Presión efectiva grano a grano

p = Presión total

U_w = Presión en el agua de los poros

3.8.1.8.4 Consolidación

Es el cambio de volumen de una carga constante a medida que transcurre el tiempo. Se diferencia de la compresión, en que en esta hay un cambio de volumen debido a un incremento de carga.

El relleno tiende a consolidarse bajo cargas estáticas, tales como las que ocurren cuando el tajeo tiende a cerrarse. Esta consolidación inicial puede ser muy grande en rellenos sueltos, mientras que en rellenos densos tienen menor tendencia a consolidarse bajo cargas estáticas.

Después de una consolidación inicial ocurre una consolidación secundaria más lenta tanto en rellenos sueltos como en densos.

3.8.1.8.5 Compactación

Es la densificación artificial de los suelos. Los materiales cohesivos se compactan mejor bajo cargas dinámicas. La eficiente compactación de estos materiales a su máxima densidad está en muchos casos, en relación al contenido de agua del material. La cantidad de agua presente debe ser suficiente como para lubricar las partículas; un exceso de agua llenará los vacíos y creará tensiones neutras positivas en el suelo, reduciendo así su densificación.

En materiales no cohesivos, como muchos rellenos, no se llega generalmente a su máxima densidad mediante la aplicación de cargas estáticas o dinámicas, siendo necesario el uso de vibradores.

3.8.1.8.6 Cementación

La cementación de los rellenos hidráulicos puede tomar muchos años, dependiendo principalmente de la composición química del relleno.

Los rellenos provenientes de relaves pobres en sulfuros muestran un grado de cementación baja. En realidad, la cementación ocurre en estos rellenos, en un periodo corto de tiempo, pero las altas temperaturas debido a las oxidaciones son una desventaja para la cementación.

3.8.1.8.7 Compresibilidad

Los rellenos hidráulicos son los menos compresibles de todos los rellenos usados como soporte en minería subterránea. Rara vez se comprimen más del 20%, variando generalmente entre 5% y 10%.

La resistencia del relleno no se desarrolla hasta que el contenido de agua ha sido reducido de un semifluido a una condición consolidada.

COMPRESIBILIDAD DEL MATERIAL DE RELLENO							
MATERIAL CONFINADO IMPEDIDO A MOVERSE LITERALMENTE	TONELADAS NETAS POR m ² PARA PRODUCIR UNA COMPRESION DE:					CARGA Y COMPRESION AL FINAL DEL ENSAYO	
	3 %	5 %	10 %	20 %	30 %	CARGA TM	COMPRESION %
Arenisca rota	5.8	9.7	43.4	501.6	061.3	69	65
Arenisca rota y arena	0.77	2.1	62.9	3 320.7		68	63
Cenizas de carbón seca	0.8	0	7.3	116.3	69.1	69	61
Cenizas de carbón Húmeda				59.2	36.8	67	61
Arena seca	2.3	6.7	58.4	1 388.5	371.2	56	62.2
Arena húmeda	23	12.2	870	5 978.3		67	60.5

3.8.2 Evaluación del relleno hidráulico

Calidad del material de relleno

Para determinar el material adecuado a utilizarse en el relleno hidráulico de la veta Principal se han realizado análisis granulométricos de los distintos posibles tipos de relaves.

La distribución granulométrica ideal para que el relleno alcance una máxima densidad in-situ de tal forma que garantice la resistencia a la compresión uniaxial del diseño, viene determinada por la **Curva de Talbot** (curva para máxima densidad).

Se realizó dos pruebas de análisis granulométrico las cuales se describen a continuación:

3.8.2.1 PRIMER ANÁLISIS DE MUESTRAS

Las muestras de relave sometidas a los ensayos granulométricos proceden de la veta principal en el (Nv 250); de los cuales se obtiene los siguientes resultados:

3.8.2.1.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

A continuación, se presenta un resumen de análisis granulométrico de las distintos tajeos como material para el relleno hidráulico:

ABERTURA		ANALISIS GRANULOMETRICO VETA PRINCIPAL			
MALLA	(um.)	TALBOT	Nv 250- 3/8" (1:1)	Nv 200- 3/8" (2:1)	Nv 310 - 3/8" (3:1)
+1"	25400		100	100	100
+1/2"	12700		100	100	100
+3/8"	9525	100	100	100	100
+1/4"	6350	51.65	90.16	93.21	97.24
+m6	3350	59.30	74.56	82.64	90.44
+m10	2000	45.82	58.97	66.22	73.81
+m20	850	29.87	33.93	36.79	41.36
+m50	300	17.75	16.10	15.95	17.50
+m100	150	12.55	10.05	9.27	9.99
+m150	106	10.55	8.01	7.23	7.74
+m200	75	8.87	6.39	5.54	5.89
+m325	45	6.87	5.34	4.65	4.83
+m400	38	6.32	4.53	3.92	4.28

La Curva de talbot viene a ser la distribución ideal de los granos, para lo cual el resto de curvas tiene que estar lo más próximo posible a ésta, del gráfico se deduce que les faltan finos a las muestras.

3.8.2.1.2 Velocidad de sedimentación (prueba del slump)

Para esta prueba se utilizó un cono de base menor igual a 10 cm, base mayor igual a 20 cm y una altura igual a 30 cm.

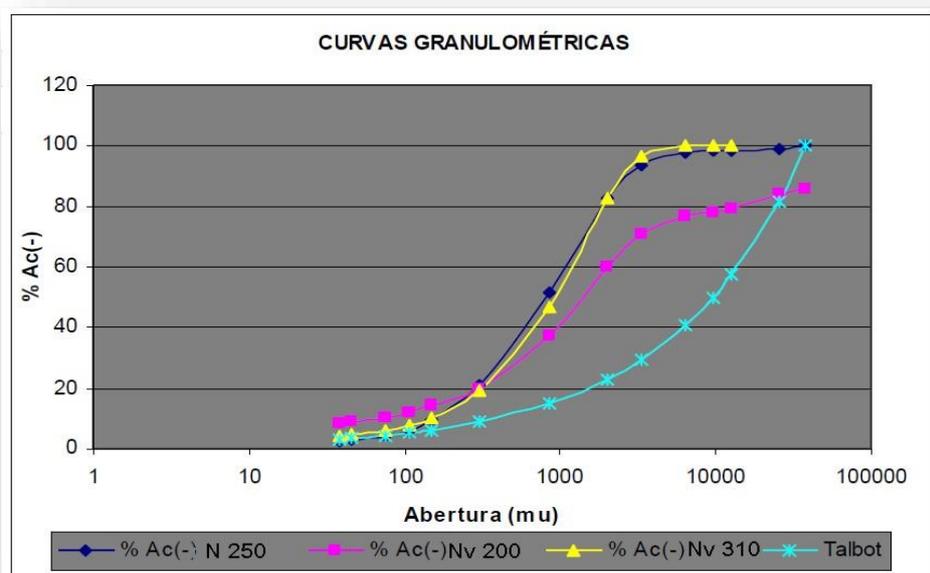


Ilustración 4. Curvas Granulométricas

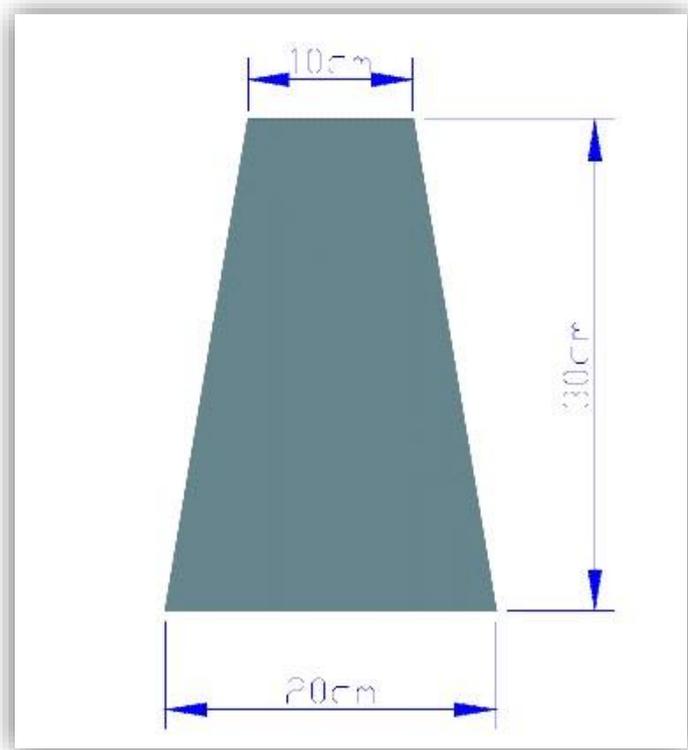


Ilustración 5. CONO PARA PRUEBA DE SLUMP

La prueba del Slump consiste en depositar la pulpa dentro de un cono, luego se retira el cono de metal y se mide el cono formado por el material en el momento que se descarga el relleno; la altura de este cono debe ser 1" de para que se puedan depositar y acomodar en el tajeo.

Para la prueba se utilizó:

- Capacidad del cono : 5 litros
- Relación de mezcla : 1 a 1
- Peso de arena : 3 kg

- Peso de agua : 3 kg

Como resultado se tuvo un Slump de 3.25" de altura lo que nos indica que el material no se va a depositar y acomodar en la labor por sí solo, por lo que será necesario agregar un mayor asentamiento del material.



Ilustración 6. PRIMERA PRUEBA DE SLUMP

3.8.2.1.3 Prueba de velocidad de percolación

La velocidad de percolación más adecuada debe ser de 4 pulgadas/hora. Para determinar la velocidad de percolación se realizó dos pruebas:

a) **Prueba N° 1:** relave sin moler, más agua.

- Relación de mezcla : 1 a 1
- Peso de arena : 2 kg
- Peso de agua : 2 kg

El tiempo de percolación fue de 2 centímetros en 9 minutos, es decir 0.22 cm/min.

b) Prueba N° 2: Material molido, más agua.

- Relación de mezcla : 1 a 1
- Peso de arena : 3.1 kg
- Peso de agua : 3.1 kg

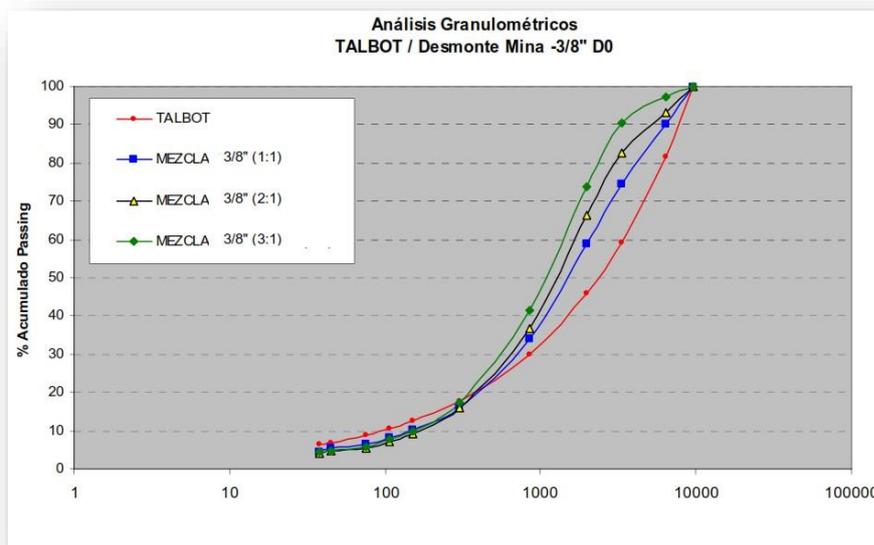
El tiempo de percolación fue de 2 cm en 20 minutos, esto es 0.10cm/min, como podemos observar hay una disminución respecto a la primera prueba, esto debido a que el material sea molido.

3.8.2.2 SEGUNDO ANÁLISIS DE MUESTRAS.

3.8.2.2.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:

Una vez obtenida la mejor combinación de desmonte de mina reducido a una granulometría menor a 3/8", se procede a realizar los análisis granulométricos, los cuales se presentan en el gráfico siguiente:

ABERTURA		ANALISIS GRANULOMETRICO VETA PRINCIPAL			
MALLA	(um.)	TALBOT	Nv 250-3/8" (1:1)	Nv 200- 3/8" (2:1)	Nv 310 - 3/8" (3:1)
+1"	25400		100	100	100
+1/2"	12700		100	100	100
+3/8"	9525	100	100	100	100
+1/4"	6350	51.65	90.16	93.21	97.24
+m6	3350	59.30	74.56	82.64	90.44
+m10	2000	45.82	58.97	66.22	73.81
+m20	850	29.87	33.93	36.79	41.36
+m50	300	17.75	16.10	15.95	17.50
+m100	150	12.55	10.05	9.27	9.99
+m150	106	10.55	8.01	7.23	7.74
+m200	75	8.87	6.39	5.54	5.89
+m325	45	6.87	5.34	4.65	4.83
+m400	38	6.32	4.53	3.92	4.28
D60		3429	2078	1732	1473
D10		95	149	165	150
C.U.= D60/D10		36	13.95	10.48	9.81



La curva obtenida para una relación de desmorte (1:1) es relativamente cercana a la curva de talbot, lo que indica que

el desmante de mina chancado a 100% - 3/8", cumple con las condiciones de densidad del material para relleno Hidráulico.

3.8.2.2.2 Características de desmante

a) Densidad Aparente de Muestra

Muestra	Nv 310; tj 100	Nv 310; tj 500	Mescla (1:1)
Peso (gr)	2476.4	3011.3	2713.3
Volumen(cc)	1767.15	1767.15	1767.15
Densidad aparente	1.401	1.704	1.535

b) Prueba de Agitación.

Descripción	Prueba 1	Prueba 2	Unidad
Gravedad específica mezcla (1:1)	2.650	2.650	
Densidad pulpa:	1900	1900	gr./litro pulpa
% Sólidos:	76.07%	76.07%	
Peso de mezcla (1:1)	6.00	6.00	Kilos
Por cada kilo de muestra:	1888	1888	Cc H2O
Cal (0.75 Kg/TM):	0	4.50	gr. Por kilo de muestra
RPM	1400	1400	
Observaciones:	Homogeneidad en pulpa durante agitación Uso de deflectores	Mayor homogeneidad durante agitación Uso de deflectores	

c) Prueba Slump

Descripción	Prueba 1	Prueba 2	Unidad
Cal (0.75 Kg/ TM):	00	4.50	gr. Por kg de muestra
Resultado al tura:	1.5	0.40	pulgadas

d) Prueba de Percolación

Descripción	Prueba	Unidad
Tamaño de muestra	6	Kilogramos
Diámetro de Columna (cm)	4	Pulgadas
Reducción de la altura de la cama de mineral	4	Cm/hora
Pérdida flujo agua:	462	Cc/hora

**3.8.2.3 Inventario de necesidad de RH en las diferentes labores
2017 - 2018.**

MINA	NIVEL	VETA	TAJO	AREA	ALTO	m ³
Carmen	4400	Rosalía	216-A	162	3	486
Carmen	4400	Rosalía	216-B	96	3	288
Carmen	4400	Rosalía	123	144	3	432
Carmen	4400	Rosalía	217	366	3	1098
Carmen	4450	Victoria	873-A	460	2.7	1242
Carmen	4500	Victoria	873-B	460	2.7	1242
Carmen	4450	Claudia	850	2725	5	13625
Carmen	4300	Karla sur	908	1030	5	5150
Carmen	4300	Karla sur	902	325	3	975
Carmen	4300	Susy-Madona	942-1	175	3	525
Carmen	4360	Eva Maria	942	270	3	810
Carmen	4300	Patricia	1002	413	3	1239
Carmen	4240	Alexandra	17	240	3	720
Carmen	4240	Alexandra	95	216	3	648
Carmen	4240	Alexandra	90	190.4	3	571.2
Carmen	4240	Petra	949	120	3	360
Carmen	4240	Alexandra	957	1308	2.7	3531.6

Carmen	4240	Rita	911	517.5	2.7	1397.25
Carmen	4240	Rosario	255	630	2.7	1701
Carmen	4180	Rita-Alison	21	8897	2	17794
Carmen	4120	Rita-Rubi-Liza	150	5596	3	16788
Carmen	4060	Rosario	257	1200	3	3600

74223.05

Socorro	4180	Eliana Norte	980	544	2.7	1468.8
Socorro	4120	Eliana Norte	980	544	2.7	1468.8
Socorro	4120	Giovana	774	326	3	978
Socorro	4120	Nidia - Giovana	802	1423	2.7	3842.1
Socorro	4060	Eliana Norte	980	544	2.7	1468.8
Socorro	4060	Magaly - Gina Socorro	775	288	2.7	777.6
Socorro	3990	Isela - Socorro Piso	567-1	247	3	741
Socorro	3990	Isela - Socorro Piso	455	450	3	1350
Socorro	3990	Isela - Socorro Piso	567	298	3	894
Socorro	3990	Gina Socorro	422	2155	3	6465
Socorro	4450	Andrea 1	Tj 387	135	3	405
Socorro	4450	Camucha	Tj 030	270	3	810
Socorro	4400	Vaneza	Tj 473	216	3	648
Socorro	4400	Socorro 1	Tj 270	135	3	405
Socorro	4300	Vaneza	Tj 598	243	3	729

22451.1

Total 96674.15

3.9 Orientación ética

Los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales.

Los ingenieros deben promover y defender la integridad, el honor y la dignidad de su profesión, contribuyendo con su conducta a que el consenso público se forme y mantenga un cabal sentido de respeto hacia ella y sus miembros, basado en la honestidad e integridad con que la misma se desempeña.

Por consiguiente, deben ser honestos e imparciales. Sirviendo con fidelidad al público, a sus empleadores y a sus clientes; deben esforzarse por incrementar el prestigio, la calidad y la idoneidad de la ingeniería y deben apoyar a sus instituciones profesionales y académicas. Los principios que guiarán su conducta serán:

- Lealtad Profesional
- La Honestidad
- El Honor Profesional
- La Responsabilidad
- Respeto
- Justicia
- Inclusión social
- La solidaridad

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del Trabajo de Campo

4.1.1 Programa de labores a rellenar.

Se cuenta con un promedio de 96`674.15 m³ a rellenar entre las Minas de Carmen y Socorro. Teniendo en cuenta que el personal., está en proceso de adaptación los dos primeros meses, está programando rellenar en el NV 450, los tajos 873-A, Tajo 873 – B, en Veta Victoria, y el Tajo 850 en Veta Claudia, programando 8`000m³ / mes.

4.1.2 RECUPERACIÓN DEL RELAVE PARA RELLENO

HIDRÁULICO

El relave proveniente de Planta Concentradora en su totalidad es captado en un depósito y bombeado con una bomba (Warman 8x6) al Tanque principal de almacenamiento donde es clasificado con 3 Hidro Ciclones 2 tipo (D-20) para densidades de 2000-1800Gr/lit y un tercero tipo (D-15) que clasifica a una densidad promedio de 1700-1600Gr/lit(ver foto 3.2) estos clasifican y depositan los relaves gruesos hacia 2 tanques primero de capacidad de 2000TM y otro de 1000TM y luego es bombeado a la mina por medio de una Bomba Mars Tipo H-180 de 375HP con capacidad de bombeo de hasta 43 m³/Hr (sólidos)y capacidad de 70m³/hr de pulpa (sólidos +agua) a una densidad de pulpa máxima de 1800 Gr. /Lt con % de sólidos de 70% con una capacidad de 12,000m³ /mes de bombeo. Así mismo se tiene instalados desde la planta de RH dos líneas de bombeo principal de 5" de diámetro con longitudes de 2500m hacia la mina Carmen y la otra red de 5"de diámetro de1800m de longitud hacia la mina Socorro donde el consumo de agua se muestra.



Ilustración 7. Bomba Warm



Ilustración 8. Tanques de almacenamiento de Relave clasificado para RH



Ilustración 9. Bomba Mars H-180 de 375 HP- 1100RPM

4.1.3 BALANCE METALURGICO – MINA UCHUCCHACUA

RESUMEN TOTAL	PESO		PROMEDIO											
	TCS	%	TCS	%										
	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		MES	
Cabeza	95,092.777	100.00	95,092.777	100.00	95,092.777	100.00	95,092.777	100.00	95,092.777	100.00	95,092.777	100.00	95,093	100.00
Concentrado Ag-Pb	3,921.673	4.12	3,921.673	4.12	3,921.673	4.12	3,921.673	4.12	3,921.673	4.12	3,921.673	4.12	3,922	4.20
Concentrado Zn-Ag	2,793.170	2.94	2,793.170	2.94	2,793.170	2.94	2,793.170	2.94	2,793.170	2.94	2,793.170	2.94	2,793	2.94
Concentrado Py	2,602.197	2.74	2,602.197	2.74	2,602.197	2.74	2,602.197	2.74	2,602.197	2.74	2,602.197	2.74	2,602	2.74
Relave	85,775.737	90.20	85,775.737	90.20	85,775.737	90.20	85,775.737	90.20	85,775.737	90.20	85,775.737	90.20	85,776	90.20
RC (Radio de concentración)														

R.C. = U/O
Concentración.

R.C. : Radio de

O : Over Flow.

(Finos)

F = O + U

U : Under Flow (Gruesos)

F : Feed (Alimentación)

O = 44,552 TCS. 51.94 %

U = 41,224 TCS. 48.06 %

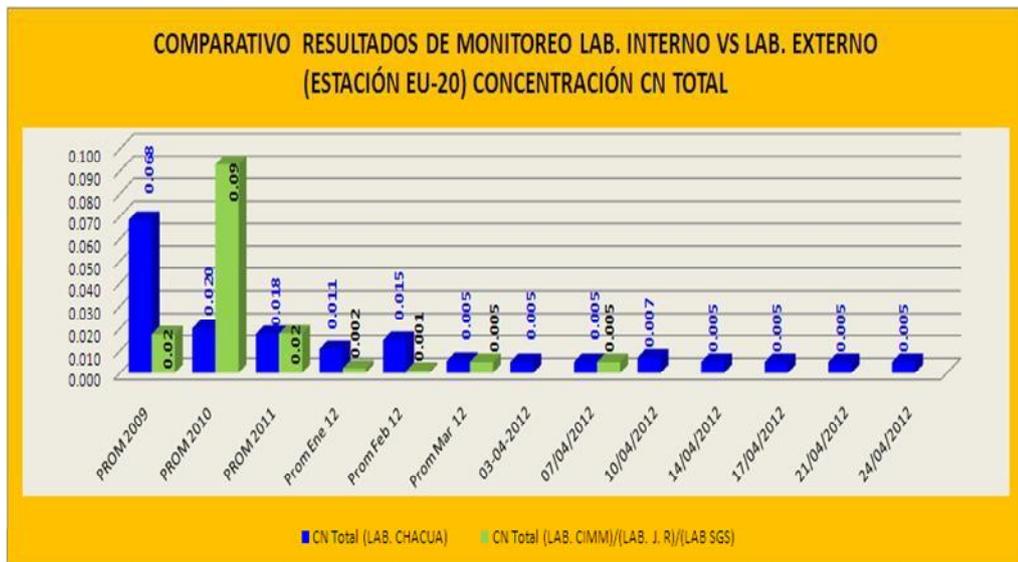
F = 85776 TCS 100.00 %

Como se podrá notar que el material disponible para la operación de relleno hidráulico (Under Flow), es de 48.06 % (41,224 TCS).de los cuales solamente se vienen usando aproximadamente 11,040TCS (4800m3).

4.1.4 ESTABILIDAD FÍSICA Y QUÍMICA DEL MATERIAL DEL RH (RELLENO HIDRÁULICO)

CARACTERIZACIÓN DEL RELAVE de uso en RH:

6.1.4.1 ANÁLISIS GEOQUÍMICO (MINERALÓGICA Y MINERAGRAFICA)



NOTA: De acuerdo al cuadro estadísticos de muestreo en la estación de muestreo EU-20 la concentración de CN (cianuro) total en la descarga principal de los efluentes mineros del túnel Patón nivel 4120 muestra valores constantes por debajo del límite detectable.

4.1.4.2 PROPIEDADES FÍSICAS

PRUEBAS DE VELOCIDAD DE PERCOLACIÓN



Prueba en el Tajo 015 veta Petera del nivel 4400 mina Carmen:

La velocidad de percolación más adecuada debe ser de 5cm/hora.

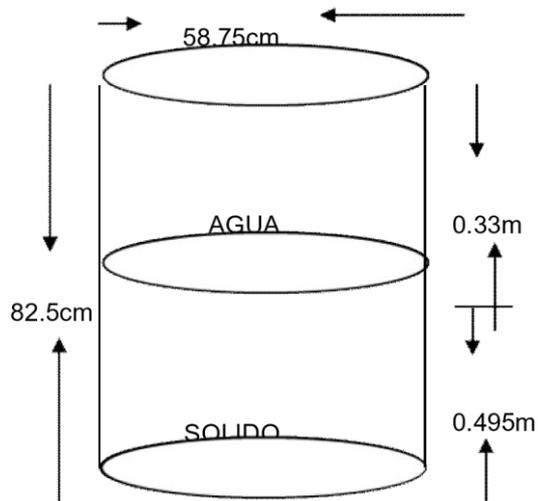
Para determinar la velocidad de percolación se realizaron pruebas.

Considerando lo siguiente: Se midió la altura que bajo el nivel de agua en el momento que el relleno era transitable en el piso 15cm/5 hora, lo que equivale a $V = 3 \text{ cm/Hora}$, dentro del rango permisible ($2.5 < V < = 5$), esto por la distancia de bombeo de cerca 2.8km lo que significó un aumento en el contenido de agua bajando la densidad ($1,600\text{gr/cm}^3$) de pulpa para un mejor transporte del relleno.

4.1.5 LIMITES DE CONTENIDO DE AGUA DEL RH

Muestra 1

HORA		5:26pm	
Tc	20"	0.0056h	
Lagua		0.330m	
Lsolido		0.495m	
T reposo	5`	0.0833 h	
% Vol Sol		60.00%	
DENS prom		1670	gr/lt
Pe		2300	gr/lt



MEDICIONES

TIEMPO	densidad
5:30pm	1650
5:32pm	1630
5:34pm	1660
5:37pm	1650
5:39pm	1600
5:41pm	1630
	1670

CÁLCULO DE VOLUMENES

$$\text{Vol Sol} = 3.1416 * 0.5875^2 * 0.365 = 0.536 \text{ m}^3$$

CÁLCULO DE % DE SÓLIDOS

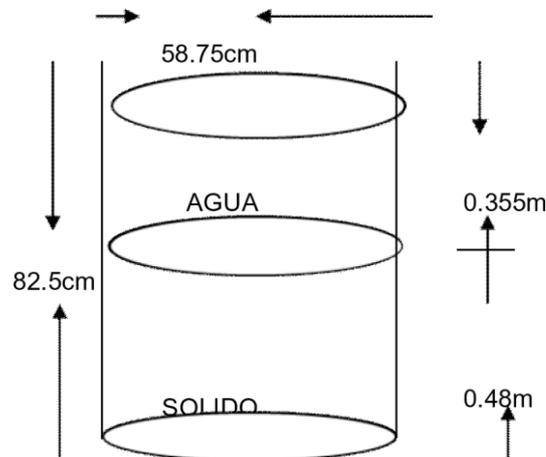
$$\% \text{ Vol Sol} = \frac{0.495 * 100}{0.0056} = 60.00\%$$

CÁLCULO DEL CAUDAL

$$\text{CAUDAL (Q)} \quad Q=V/T \quad \frac{0.2236*0.60}{0.0056} = 23.95 \text{ m}^3/\text{h}$$

Muestra #2

HORA		3:14pm	
Tc	15"	0.0042h	
Lagua		0.355m	
Lsolido		0.480m	
T reposo	5`	0.0833 h	
% Vol Sol		58.00%	
DENS prom		1722	gr/lt
Pe		2300	gr/lt



MEDICIONES

TIEMPO	DENSIDAD
3:15pm	1690
3:20pm	1720
3:25pm	1790
3:30pm	1630
3:35pm	1780
	1722

CÁLCULO DE VOLUMEN DE SÓLIDOS

$$\text{Vol Sol} \quad 3.1416 * 0.5875^2 * 0.432 \quad = 0.47\text{m}^3$$

CÁLCULO DE % DE SÓLIDOS

$$\% \text{ Vol Sol} \quad \frac{0.48 * 100}{0.82.50} \quad = 58\%$$

CÁLCULO DEL CAUDAL

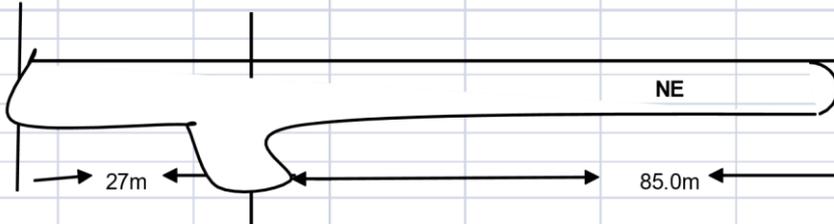
$$\text{CAUDAL (Q)} \quad Q=V/T \quad 0.2236 * 0.58 / 0.042 = 27.88 \text{ m}^3/\text{h}$$

4.1.6 RCU (RESISTENCIA COMPRESIVA UNIAXIAL) EN FUNCIÓN DE LAS DIMENSIONES DEL TAJEO

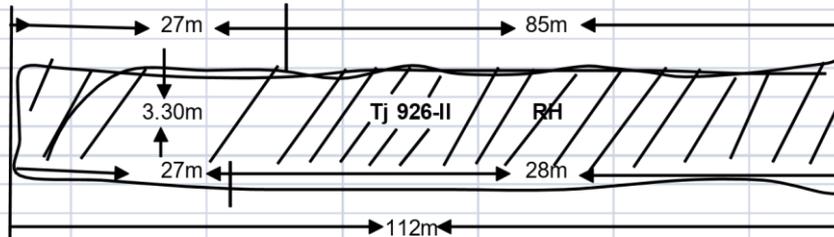
CALCULO DE VOLUMEN DE TAJOS

1 TAJO 926-4 Nivel 4060 MINA SOCORRO

VISTA EN PLANTA



VISTA TRANSVERSAL Tj 926-II



ANCHO	2.8m			5.8m
	2.9m			4m
	3m			5m
	3.1m			4.4m
	<u>2.75m</u>			<u>5.1m</u>
	2.91m			4.86m

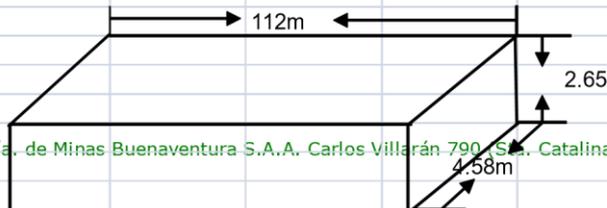
ALTURA	2.7m			3.03m	H SIN RELLENO
	2.2m			2.82m	1.60m
	2.30m			2.83m	1.25m
	1.95m			2.77m	1.48m
	1.8m			3.18m	1.21m
	1.75m			2.95m	
	<u>1.35m</u>			<u>3m</u>	
	2.29m			2.94m	1.38m

LONGITUD	27m			85m
-----------------	------------	--	--	------------

VOL TAJO	663m ³			801m ³
-----------------	-------------------	--	--	-------------------

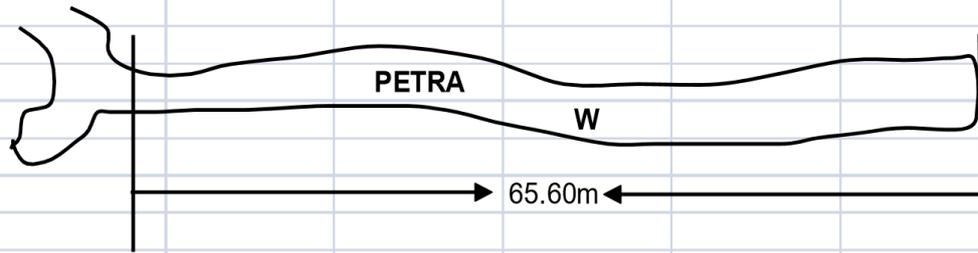
VOL TOTAL 1464m³

VOL RELLENO 867m³



Cía. de Minas Buenaventura S.A.A. Carlos Villarán 790 (S.A. Catalina) Lima-13 Perú – Apartado 2055 Telf.:4192500

2 TAJO 015 VETA PETRA NIVEL 4400 MINA CARMEN



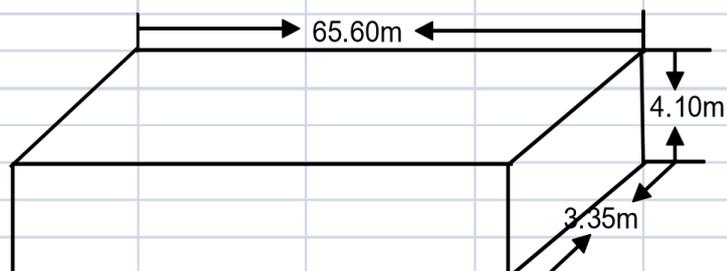
ANCHO :	ALTURA :	LONGITUD :
3.17m	4.86m	
3.57m	4.99m	
3.22m	4.18m	
3.01m	4.38m	
3.22m	4.35m	
3.31m	4.29m	
3.59m	4.74m	
2.96m	4.01m	
3.14m	4.99m	
3.35m	4.75m	65.60m

H SIN RELLENO

1.84m
1.72m
1.71m
1.75m
1.82m
1.84m
1.78m

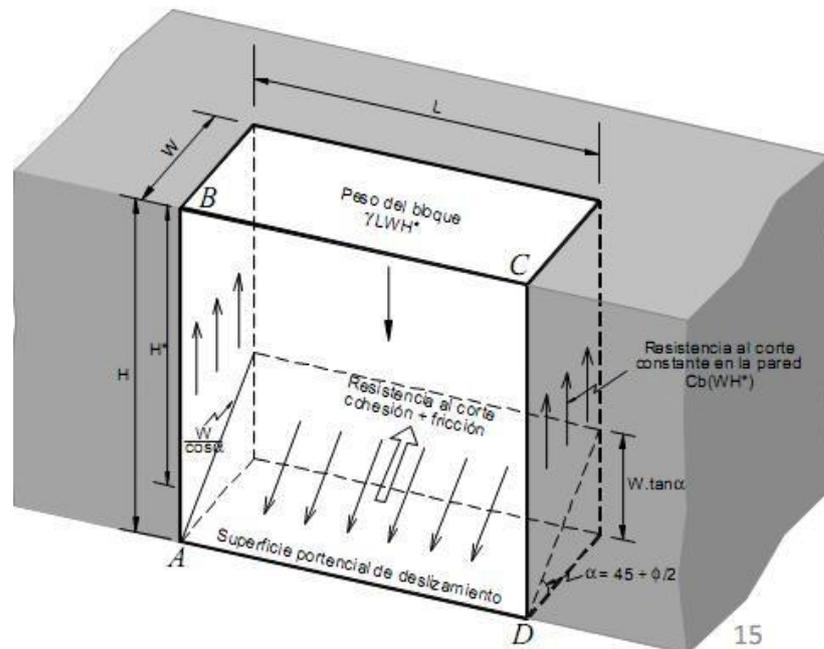
VOL TAJO 1034m³

VOL RELLENO 824m³



CRITERIO PARA ESTIMAR LA RCU

- Usando el modelo de Falla de Mitchell (1983)



Caso 1. Tajo 873-A, Tajo 873 – B

H = Altura de la pared vertical del relleno expuesto 30m

H*ó Hf = Altura promedio respecto a la superficie potencial de deslizamiento 27m

W= Ancho promedio del Tajo primario 3.88m

L = Longitud total del tajo 112m

G = Peso unitario del relleno Hidráulico 1.7

Cb ó C'= Resistencia al corte 5kpa

F ó Ø = Angulo de Fricción del relleno 29.6°

- **Falla por tracción o corte**

$$\alpha = 45 + \frac{\phi'}{2} = 60$$

- **Peso neto de la cuña a fallar (La cohesión de las paredes induce una resistencia al corte)**

$$W_n = wH_f(\gamma L - 2c')$$

$$= 3.88 \times 27 (19.04 - 10) = 947\text{TM}$$

- Factor de seguridad a la formación de una cuña en el piso del relleno

$$FS = \frac{\tan(\phi')}{\tan(\alpha)} + \frac{c'L}{H_f(\gamma L - 2c')}$$

$$FS = 2.70$$

- RCU crítico del material de relleno para su sostenimiento

$$RCU = \frac{\gamma H}{(1 + H/L)}$$

$$RCU = 3.80 \text{ Kg/cm}^2 = 372\text{kpa}$$

Caso 2. Tajo 850 veta claudia

H = Altura de la pared vertical del relleno expuesto 15m

H*ó H_r = Altura promedio respecto a la superficie potencial de deslizamiento 12m

W = Ancho promedio del Tajeo primario 3.35m

L = Longitud total del tajeo 65.60m

G = Peso unitario del relleno Hidráulico 1.6

Cb = Resistencia al corte 5kpa

Fó Ø = Angulo de Fricción del relleno 29.6°

- **Falla por tracción o corte**

$$\alpha = 45 + \frac{\phi'}{2} = 60$$

- **Peso neto de la cuña a fallar (La cohesión de las paredes induce una resistencia al corte)**

$$W_n = wH_f (\gamma L - 2c')$$

$$= 3.35 \times 12 (19.04 - 10) = 363\text{TM}$$

- Factor de seguridad a la formación de una cuña en el piso del relleno

$$FS = \frac{\tan(\phi')}{\tan(\alpha)} + \frac{c'L}{H_f(\gamma L - 2c')}$$

$$\mathbf{FS = 3.43}$$

- **RCU crítico del material de relleno para su sostenimiento**

$$RCU = \frac{\gamma H}{(1 + H/L)}$$

$$\mathbf{RCU = 2.07 \text{ Kg/cm}^2 = 207\text{kpa}}$$

Estos parámetros son aceptables, pero se tiene demoras en el cicloneo por lo que se requiere que se realicen trabajos de mantenimiento general de los hidrociclones y otros procesos de la Planta.

4.2 Presentación análisis e interpretación de resultados.

- El uso del Relleno Hidráulico permitiendo rellenar los tajos especiales en producción y además los tajos antiguos con espacios vacíos que se han ido dejando, estos espacios vacíos han estado ocasionando problemas de concentración de altos esfuerzos en las excavaciones de los niveles inferiores.
- Actualmente se cuenta con una capacidad de recepción de relleno para los tajos de mina Carmen (74`223 m³), en mina socorro (22,451 m³), que hacen un total de 96`674.15 m³ (Los cálculos de los m³ son a partir de datos proporcionados por control de calidad de acuerdo al área actualmente de cada mina para el presente año.

MINA	Carmen
------	--------

Etiquetas de fila	Suma de m3
Alexandra	5.470,80
Claudia	13.625,00
Eva Maria	810,00
Karla sur	6.125,00
Patricia	1.239,00
Petra	360,00
Rita	1.397,25
Rita-Alison	17.794,00
Rita-Rubi-Liza	16.788,00
Rosalia	2.304,00
Rosario	5.301,00
Susy-Madona	525,00
Victoria	2.484,00
Total general	74.223,05

MINA	Socorro
------	---------

Etiquetas de fila	Suma de m3
Andrea 1	405,00
Camucha	810,00
Eliana Norte	4.406,40
Gina Socorro	6.465,00
Giovana	978,00
Isela - Socorro Piso	2.985,00
Magaly - Gina Socorro	777,60
Nidia - Giovana	3.842,10
Socorro 1	405,00
Vaneza	1.377,00
Total general	22.451,10

MINA	Suma de m3
Carmen	74.223,05
Socorro	22.451,10
Total general	96.674,15

- Con el R/H se viene mitigando los eventos de estallidos de roca como parte de control de este fenómeno.

4.3. Prueba de hipótesis.

La prueba de hipótesis se efectúa en función a la variable independiente y dependiente, que ya fueron expuestas, con lo cual se acepta la hipótesis y se obtiene el estudio realizado en el relleno hidráulico y una adecuada cobertura de tajeos.

hipótesis general

Si realizamos una adecuada cobertura de los tajeos explotados entonces aplicamos el relleno hidráulico en MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑÍA MINERA BUENAVENTURA S.A.A

A través de esta hipótesis y las diferentes variables asociadas al tajeo, indicamos que la aplicación del relleno hidráulico ofrece una serie de ventajas las cuales se traducen en la reducción de costos, mayor productividad y seguridad operacional.

4.4. Discusión de resultados

Con la aplicación del relleno hidráulico El costo de sostenimiento sin utilizar relleno hidráulico es de 5.99 \$/TM, al aplicar el relleno hidráulico este costo se reducirá a 1.83 \$/TM. Esta diferencia nos representaría de ahorro en sostenimiento básicamente con cimbras y madera. El costo del relleno hidráulico es de 2.77 \$/TM, esto representa \$ 13910.49 por mes; por lo tanto, se tendría un ahorro neto de \$ 166,920 por año, Los análisis granulométricos determinaron que se tiene: $D_{60} = 570$ micras y $D_{10} = 46$ micras, con lo cual se obtiene un coeficiente de uniformidad (CU) de 12.39, por lo cual también se ve necesario el estudio para la implementación de bombas de lodo.

CONCLUSIONES

- Con la aplicación del relleno hidráulico se considera aprovechar un 40% a 50% del relave producto de los avances de la mina y el tratamiento de minerales, esto se traduce en mayor vida útil de la relavera actual, reduciendo el impacto ambiental negativo y aumentando la rentabilidad del proyecto.
- El consumo cimbras y de madera por tonelada de mineral roto antes de aplicar relleno hidráulico es de 28.40kg/TM, para la madera y 4 cimbras/TM. Aplicando el relleno hidráulico se reduce a 4.6 kg/TM, para la madera y ya no se usarán cimbras.
- La estabilidad física y química están dentro de lo permisible con Factor de seguridad mayor a 1 en estabilidad física y valores de CN (cianuro) debajo de lo detectable 0.005ppm.
- Promedio mensual de relaves para uso Relleno Hidráulico disponibles es de 8,000 m³. De acuerdo al balance de planta mensual.
- No se está considerando en este inventario las labores lineales de desarrollos y preparaciones que no están en actividad (antiguas) donde amerita una reunión con geología si a futuro ingresaran en actividad o no para ser rellenadas o taponeadas con RH.
- Es necesario realizar trabajo a corto y largo plazo en la planta de Relleno hidráulico pues como se aprecia se tiene área a Rellenar

siempre en cuando la planta garantice mantener la eficiencia y continuidad para cumplir los objetivos trazados por la empresa.

- El costo de sostenimiento sin utilizar relleno hidráulico es de 5.99 \$/TM, al aplicar el relleno hidráulico este costo se reducirá a 1.83 \$/TM. Esta diferencia nos representaría de ahorro en sostenimiento básicamente con cimbras y madera. El costo del relleno hidráulico es de 2.77 \$/TM, esto representa \$ 13910.49 por mes; por lo tanto, se tendría un ahorro neto de \$ 166,920 por año.
- Los análisis granulométricos determinaron que se tiene: D60 = 570 micras y D10 = 46 micras, con lo cual se obtiene un coeficiente de uniformidad (CU) de 12.39.
- La gravedad específica de la mezcla de agregados es de 2.65 con una densidad aparente de 1.54 g/cm³
- la cantidad de sólidos clasificados disponibles para relleno hidráulico: 8,322 m³/mes cumplen tranquilamente las necesidades de requerimiento de relleno 5,300 m³/mes de los tajeos que se trabajan por el método de corte y relleno.
- El relleno hidráulico en el tajeo tendrá una densidad de pulpa: 1968 g/L, con un 78 % en contenido de sólidos.
- De las pruebas de compactación se determinó que el relleno se compacta hasta en un 10 %.

RECOMENDACIONES

- La preparación de barreras para el relleno hidráulico debe ceñirse a un estándar de preparación de barreras. Es importante que cada una cuente con su barrera auxiliar.
- Tomar muestras de la pulpa enviada a mina, de la misma labor donde se realiza el relleno hidráulico y hacer las pruebas de resistencia a la compresión.
- Se recomienda incrementar el R/H en las labores antiguas donde ya no es factible el relleno con desmonte y así ir cerrando los espacios vacíos.
- Para la profundización de la mina se debe considerar, dejar desmonte grueso en los tajos y completar con relleno hidráulico, para mejorar la estabilidad de las labores y acelerar el ciclo de minado.
- Se debe considerar la posibilidad de reutilizar el agua que ingresa con el relleno, creando un circuito cerrado de agua, optimizando su utilización en el procesamiento de minerales.
- Se debe rellenar todos los espacios vacíos posibles dejados en los niveles superiores al actual nivel de explotación, con la finalidad de crear barreras geomecánicas y mejorar las condiciones de estabilidad del macizo rocoso.
- siendo el relleno hidráulico por gravedad la diferencia de cotas respecto a la planta de relleno hidráulico es cada vez menor, por lo que es necesario realizar un estudio para el empleo de bomba de lodos, y poder rellenar las labores.

BIBLIOGRAFIA

1. Inventario de Reservas –Uchucchacua – enero 2011. Departamento de geología.
2. Bieniawski Z.T. “Engineering Rock Mass Clasification” Wiley – Interscience Publication – 1989.
3. Brady B.H.G. & Brown E.T. “Rock Mechanics for Underground Mining” George Allen & Unwin – London – 1985.
4. Brown E.T. “Rock Characterization Testing and Monitoring” ISRM Suggested Methods – Commission on Testing Methods, International Society for Rock Mechanics – 1981.
5. Caldas J., Sauri J. y Farfán C. “Levantamiento geológico de la Región Uchucchacua” Informe Técnico BISA – Enero 1998.
7. DCR Ingenieros S.R.Ltda. “Evaluación Geomecánica para el minado subterráneo – Proyecto Huevos Verdes - Argentina” Informe Técnico – Diciembre 2001.
8. DCR Ingenieros S.R.Ltda. “Evaluación Geomecánica para el método de minado subterráneo del Proyecto Poracota” Informe Técnico – Mayo2006.

9. Hoek E., Kaiser P., Bawden W. "Support of Underground Excavations in Hard Rock" A.A. Balkema 1995.
10. Hoek E. "Practical rock engineering" Rocscience, 2002.
11. Hudson J.A. Ed. "Comprehensive Rock Engineering – Principles, Practice & Projects". Volúmenes 3 y 4, Pergamon Press 1993.
12. Hustrulid W.A. and Bullock R.L. "Underground Mining Methods: Fundamentals and International Case Studies" SME – 2001.
13. Weiss F. y Córdova D. "Influencia de las condiciones naturales en la selección del método de explotación en minería subterránea", Informe INGEMMET – 1991.
14. Krzyszton, D. and Carvajal A., 2007. Susceptibility of rocks bumps. The results of simple investigation in a staff-testing machine. Fundacja Nauta I traducie Górnicze. 102p. Yacimiento Uchucchacua.
15. Universidad Nacional de Ingeniería, Pruebas de Laboratorio de Mecánica de Rocas. Agosto 2012.
16. Bath, C., y S. Duda. 1968. Secular Seismic Energy release in the circum pacific belt.
17. Bernal, I. 2001. Características y evaluación de la energía sísmica liberada. Univ. Nac. San Agustín. 170p.

18. Bernal, I., y H. Tavera. 2005. Evaluación de la sismicidad y distribución de la energía sísmica en Perú. IGP Boletín de la Sec. Geológica del Perú V 92 p 67-78
19. Carmona, J., y J. Castano. 1970. Distribución temporal de la energía liberada al sur de los 20° en el intervalo 1920-1970. Inst. de Inv. Antisísmica de Argentina. 25p.
20. Escalante, Christian. 2000. Evaluación del Peligro Sísmico en el Sur del Perú (13°- 18.5° S). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 53p
21. Krzyszton, Danuta. 2007. Susceptibility of rocks bumps. Fundacja Nauta I traducie Górnicze. 102p
22. Minaya, Armando. 1986. Actividad Sísmica en el Sur del Perú y su Probabilidad de Ocurrencia. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 89p

ANEXO

ANEXO I – MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TITULO: “APLICACIÓN DEL RELLENO HIDRAULICO EN MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.”						
Tesista: Bach. Víctor FLORES HURTADO.						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN
<p>GENERAL: ¿Cómo se realiza una adecuada cobertura de los tajeos explotados para aplicar el relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?</p> <p>ESPECÍFICOS: A. ¿Cómo se mantiene una adecuada cobertura de los tajeos explotados para aplicar el relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.? B. ¿Cómo evaluar la adecuada cobertura de los tajeos explotados para aplicar el relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.?</p>	<p>GENERAL: Realizar una adecuada cobertura de los tajeos explotados mediante la aplicación de relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.</p> <p>ESPECÍFICOS: A. Mantener una adecuada cobertura de los tajeos explotados para aplicar el relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A. B. Evaluar la adecuada cobertura de los tajeos explotados mediante la aplicación de relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.</p>	<p>GENERAL Si se realiza una adecuada cobertura de los tajeos explotados entonces se podrá continuar con la aplicación de relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.</p> <p>ESPECÍFICOS: - Si mantenemos una adecuada cobertura de los tajeos explotados entonces se aplica el relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A. - Si evaluamos la adecuada cobertura de los tajeos explotados entonces se podrá aplicar el relleno hidráulico en la MINA SOCORRO – U.P. UCHUCCHACUA DE LA COMPAÑIA MINERA BUENAVENTURA S.A.A.</p>	<p>INDEPENDIENTE: Relleno Hidráulico.</p> <p>DEPENDIENTE: tajeos de la mina.</p> <p>INTERVINIENTES: Proceso de producción.</p>	<p>- Volumen del relave. - Composición del relave. - Método de explotación. - Volumen de tajeos. - Costos.</p>	<p>Gestión Minera Planeamiento Minero. Proceso de producción Geomecanica y Geotecnia Seguridad Minera Ventilación Minera Sistema y evaluación de relleno Sostenimiento Geología Costos del proceso</p>	<p>TIPO: Explicativa. Descriptiva. Evaluativa.</p> <p>DISEÑO: Transversal. Tecnológico. Relaciona las variables.</p>

ANEXO II - OBSERVACIONES EN PLANTA RELLENO HIDRAULICO

Bomba WARMAN 8X6, Alimentación General



La manguera Trellex de 8", presenta rotura y desgaste.

La tubería de Succión de Bombas, se encuentra mal alineado, tiene desgaste por corrosión.

El cajón de Succión presenta deterioro, corrosión.

Es necesario programar el mantenimiento general de la Bomba Warman 8X6.

Sistema de Clasificación 2 - D20 (2000 – 1800 gr/lit), y 1- D15 (1700 – 1500gr/lit)



El manómetro de ingreso a los hidrociclones se encuentra inoperativo.

Los tres ápex se encuentran rellenos con pegamento tienen deficiencia en el cicloneo.

Se requiere realizar un mantenimiento General de los hidrociclones.

Cajón Distribuidor de gruesos



Los cajones presentan deterioro y corrosión requiere ser cambiado.

Evaluar la instalación de un nido de Hidrociclones a fin de mejorar la eficiencia del cicloneo.

Silo, capacidad = 1000 TM Y 2000 TM



La válvula T del silo N°02 presenta fisuras, requiere cambio.

La válvula Pinch, presenta rotura en las bridas.



Las válvulas de agua y aire de inyección a los Silos presentan desgaste, y fugas, el cual hace que no se pueda controlar.

Los nipples de agua y aires presentan fuga por corrosión.

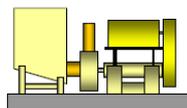


El Silo N° 02, presenta desgaste por corrosión, requiere una evaluación, para su reparación y/o cambio.

La tubería de 8" de descarga de finos se encuentra deteriorada el cual requiere cambio.



Bomba Mars H – 180.-

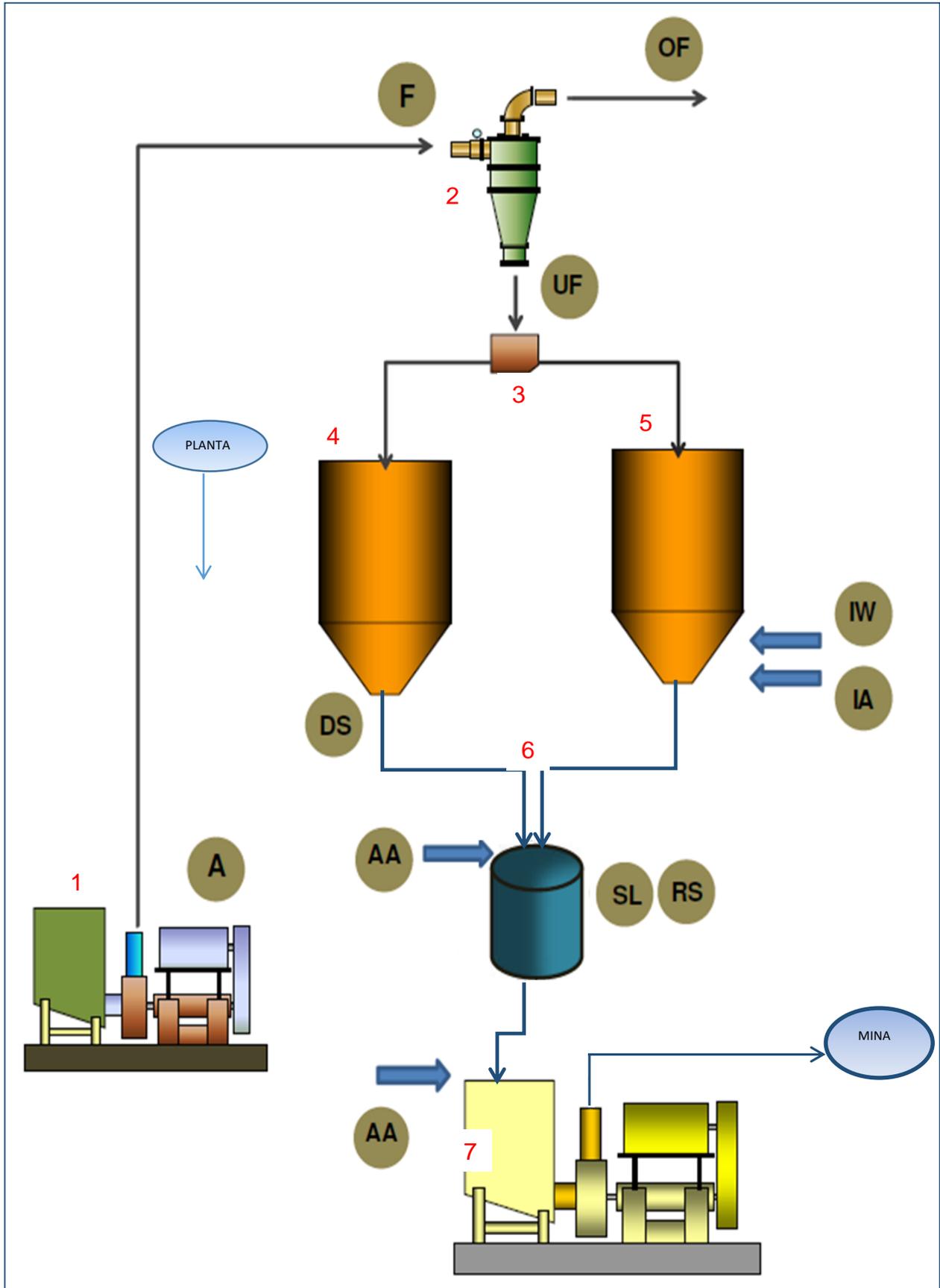


La Bomba Mars requiere programar un mantenimiento General.

Requiere cambio de la válvula de ingreso ya que esta no controla.

Es necesario instalar una válvula de descargue.

ANEXO III - FLOW SHEET DEL PROCESO DE RELLENO HIDRAULICO UCHUCCHACUA



Leyenda:

Punto	Descripción
1	Bomba WARMAN 8X6, Alimentación General
2	Sistema de Clasificación 2D20
3	Cajón Distribuidor de gruesos
4	Silo 1, capacidad = 1000 TM
5	Silo 2, capacidad = 2000 TM
6	Cajón receptor y distribuidor de relave
7	Bomba Mars H – 180

F	Alimentación
OF	Finos
UF	Gruesos
DS	Descarga de Silo
IW	Inyectores de agua
IA	Inyectores de aire
RS	Residencia
SL	Pulpa
AA	Alimentación de agua

Instrumentos de Recolección de datos

ANEXO IV - TUBERIAS DE RELLENO HIDRAULICO

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS TUBERIAS DE RELLENO HIDRAULICO:

Las instalaciones de interior mina son de tubería de HDPE de 4 pulgadas de diámetro, PN 10.

145 PSI, a continuación detallamos ficha técnica.

Compañía : BUENAVENTURA Localidad : UCHUCCHACUA - [Consulta de Catálogo de Materiales]

Requisición Inventarios Catálogos Ventana Salir

Almacenes	Numero de Parte	Tipo de Equipo	Num. equivalente	Alfabetico	Código Item
-----------	-----------------	----------------	------------------	------------	-------------

Código de Item :



Stock
Todo

Leer

Imprimir

Almace

Datos Generales del Item

DATOS GENERALES

Item: 05-10-04-0199 Estado: **Activo** UM: ML Numero de Parte :

Dsc.Comercial: TUBO; HDPE; 4"; AZUL ELECTRICO; PE80; SDR 13.6 (8.1 MM); Ø EXT: 110 MM; PN10; 145 PSI; NTP ISO 4427

Dsc.Ampliada: TUBO; HDPE; 4"; AZUL ELECTRICO; PE80; SDR 13.6 (8.1 MM); Ø EXT: 110 MM; PN10; 145 PSI; NTP ISO 4427

Clase: 05 TUBERIAS Y ACCESORIOS

Familia: 10 TUBERIAS

Sub-Familia: 04 DE PLASTICO

Tipo Item: C Pedido del Usuario Partida Arancelaria: Procedencia : Local

Ultima Compra: 20166376701 CALIDAD PLASTICA S.A.C.

Presiones Nominales de Trabajo en Kgs/cm2 (bar) - con Factor de Seguridad "C" 1,25:

Factor C: 1,25	SDR 41			SDR 33			SDR 26			SDR 21			SDR 17			SDR 13,6			SDR 11		
Tubos en PE 80	---			4.1	bar		5.2	bar		6.3	bar		8.1	bar		10.2	bar		12.5	bar	
Tubos en PE 100	4.1	bar		5.2	bar		6.3	bar		8.1	bar		10.2	bar		12.5	bar		16	bar	
Diámetros	SDR 41			SDR 33			SDR 26			SDR 21			SDR 17			SDR 13,6			SDR 11		
Exteriores	espesor pared	diámetro interno	peso (Kg/mt)	espesor pared	diámetro interno	peso (Kg/mt)	espesor pared	diámetro interno	peso (Kg/mt)	espesor pared	diámetro interno	peso (Kg/mt)	espesor pared	diámetro interno	peso (Kg/mt)	espesor pared	diámetro interno	peso (Kg/mt)	espesor pared	diámetro interno	peso (Kg/mt)
(mm)	(mm)	(mm)	(Kg/mt)																		
20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.8	16.4	0.107	1.9	16.2	0.112
25	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.8	21.4	0.137	1.9	21.2	0.144	2.3	20.4	0.171
32	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.9	28.2	0.187	2.4	27.2	0.232	3.0	26.0	0.272
40	---	---	---	---	---	---	1.8	36.4	0.227	1.9	36.2	0.239	2.4	35.2	0.295	3.0	34.0	0.356	3.7	32.6	0.430
50	---	---	---	---	---	---	2.0	46.0	0.314	2.4	45.2	0.374	3.0	44.0	0.453	3.8	42.4	0.549	4.6	40.8	0.666
63	---	---	---	2.0	59.0	0.399	2.5	58.0	0.50	3.0	57.0	0.580	3.8	55.4	0.721	4.7	53.6	0.873	5.8	51.4	1.05
75	---	---	---	2.3	70.4	0.551	2.9	69.2	0.60	3.6	67.8	0.828	4.5	66.0	1.02	5.6	63.8	1.24	6.8	61.4	1.47
90	---	---	---	2.8	84.4	0.791	3.5	83.0	0.90	4.3	81.4	1.18	5.4	79.2	1.46	6.7	76.6	1.77	8.2	73.6	2.12
110	---	---	---	3.4	103.2	1.17	4.2	101.6	1.40	5.3	99.4	1.77	6.6	96.8	2.17	8.1	93.8	2.62	10.0	90.0	3.14
125	---	---	---	3.9	117.2	1.51	4.8	115.4	1.80	6.0	113.0	2.27	7.4	110.2	2.76	9.2	106.6	3.37	11.4	102.2	4.08
160	4.0	152.0	2.00	4.9	150.2	2.42	6.2	147.6	2.90	7.7	144.6	3.72	9.5	141.0	4.52	11.8	136.4	5.50	14.6	130.8	6.67
180	4.4	171.2	2.49	5.5	169.0	3.07	6.9	166.2	3.70	8.6	162.8	4.67	10.7	158.6	5.71	13.3	153.4	6.98	16.4	147.2	8.42
200	4.9	190.2	3.05	6.2	187.6	3.84	7.7	184.6	4.60	9.6	180.8	5.78	11.9	176.2	7.05	14.7	170.6	8.56	18.2	163.6	10.40
225	5.5	214.0	3.86	6.9	211.2	4.77	8.6	207.8	5.70	10.8	203.4	7.30	13.4	198.2	8.93	16.6	191.8	10.90	20.5	184.0	13.10
250	6.2	237.6	4.83	7.7	234.6	5.92	9.6	230.8	7.10	11.9	226.2	8.93	14.8	220.4	11.00	18.4	213.2	13.40	22.7	204.6	16.20
280	6.9	266.2	5.98	8.6	262.8	7.40	10.7	258.6	8.90	13.4	253.2	11.30	16.6	246.8	13.70	20.6	238.8	16.80	25.4	229.2	20.30
315	7.7	299.6	7.52	9.7	295.6	9.37	12.1	290.8	11.30	15.0	285.0	14.20	18.7	277.6	17.40	23.2	268.6	21.20	28.6	257.8	25.60
355	8.7	337.6	9.55	10.9	333.2	11.80	13.6	327.8	14.30	16.9	321.2	18.00	21.1	312.8	22.10	26.1	302.8	26.90	32.2	290.6	32.50
400	9.8	380.4	12.1	12.3	375.4	15.10	15.3	369.4	18.10	19.1	361.8	22.90	23.7	352.6	28.00	29.4	341.2	34.10	36.3	327.4	41.30
450	11.0	428.0	15.3	13.8	422.4	19.00	17.2	415.6	22.90	21.5	407.0	28.90	26.7	396.6	35.4	33.1	383.8	43.20	40.9	368.2	52.30
560	13.7	532.6	23.6	17.2	525.6	29.40	21.4	517.2	35.50	26.7	506.6	44.70	33.2	493.6	54.80	41.2	477.6	66.90	50.8	458.4	80.80
630	15.4	599.2	29.9	19.3	591.4	37.10	24.1	581.8	44.90	30.0	570.0	56.40	37.4	555.2	69.40	46.3	537.4	84.60	57.2	515.6	102.0

SDR: es un indicador de gran utilidad, utilizado internacionalmente, que define la relación entre el diámetro exterior y el espesor del tubo

ESPECIFICACIONES TECNICAS Y DIMENSIONES DE LAS TUBERIAS EN SUPERFICIE SON:

Las tuberías instaladas en superficie son metálicas de alta presión con un espesor de 1 ½ pulgadas, con un diámetro de 5 pulgadas, con ambos extremos ranurados. (SCH-80)

Compañía : BUENAVENTURA Localidad : UCHUCCHACUA - [Consulta de Catálogo de Materiales]

Requisición Inventarios Catálogos Ventana Salir

Almacenes Numero de Parte Tipo de Equipo Num. equivalente Alfabetico Código Item

Código de Item : 0510030077



Stock
Todo

Leer
Imprimir
Almace

Datos Generales del Item

DATOS GENERALES

Item: 05-10-03-0077 Estado: Activo UM: PC Numero de Parte :

Dsc.Comercial: TUBO DE ACERO SCH-80 DE 5" X 6.00 MT, CON RANURA

Dsc.Ampliada: TUBO DE ACERO SCH-80 DE 5" X 6.00 MT, CON RANURA

Clase: 05 TUBERIAS Y ACCESORIOS

Familia: 10 TUBERIAS

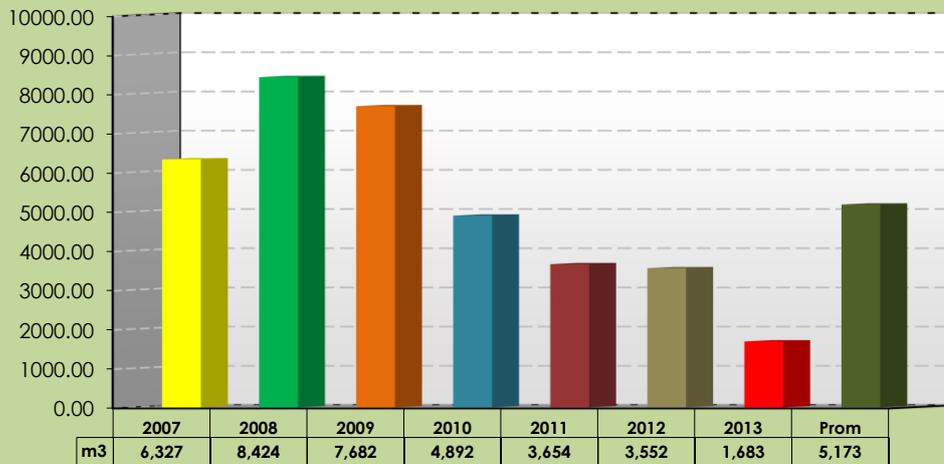
Sub-Familia: 03 DE ACERO

Tipo Item: C Pedido del Usuario Partida Arancelaria: Procedencia : Local

Ultima Compra: 20111767981 ORGANIZACION NEGOCIOS GENERALES S A

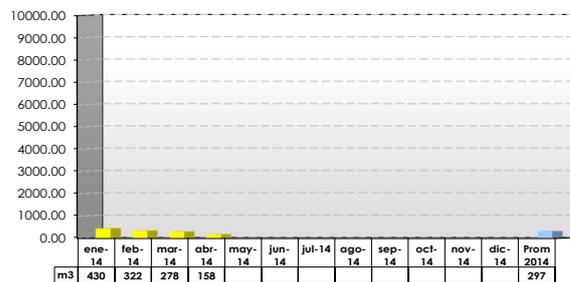
ANEXO V - HISTORICO DE BOMBEO DE RELLENO HIDRAULICO

Historico de Bombeo de Relleno Hidráulico



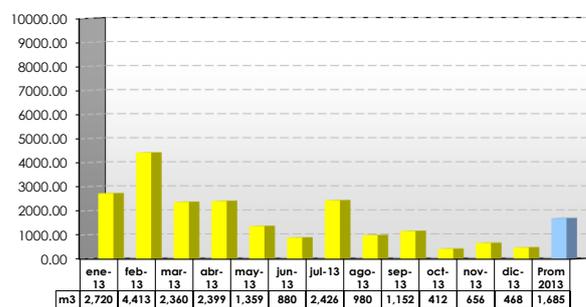
Metros Cúbicos

Resumen de Bombeo de Relleno Hidráulico 2014



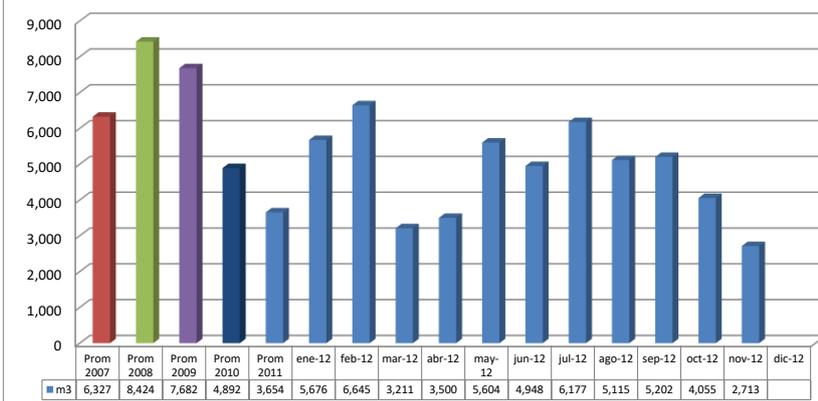
Metros Cúbicos

Resumen de Bombeo de Relleno Hidráulico 2013

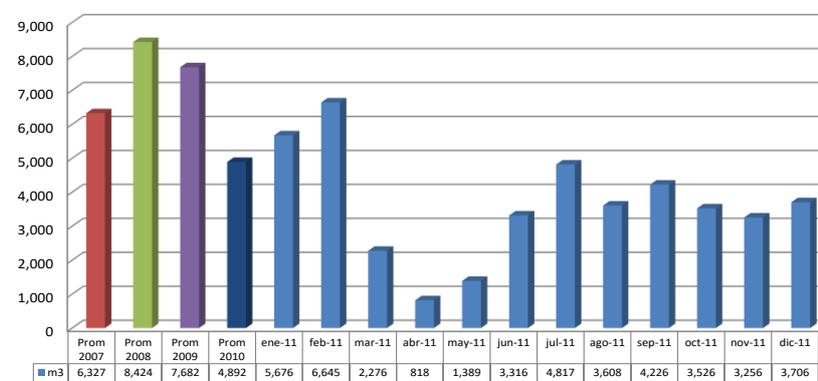


Metros Cúbicos

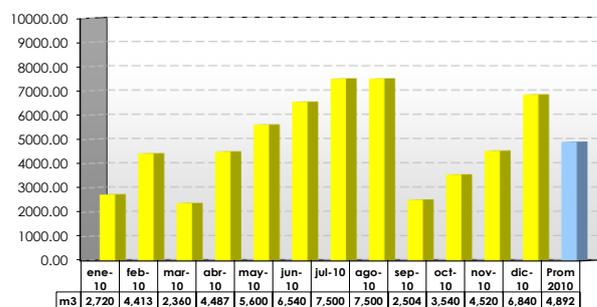
Resumen de Bombeo de Relleno Hidráulico 2,012



Resumen de Bombeo de Relleno Hidráulico 2,011

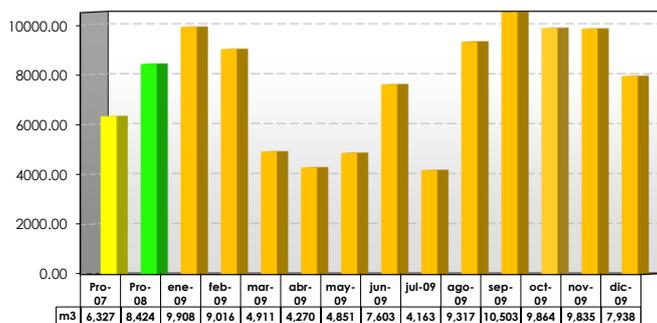


Resumen de Bombeo de Relleno Hidráulico 2010

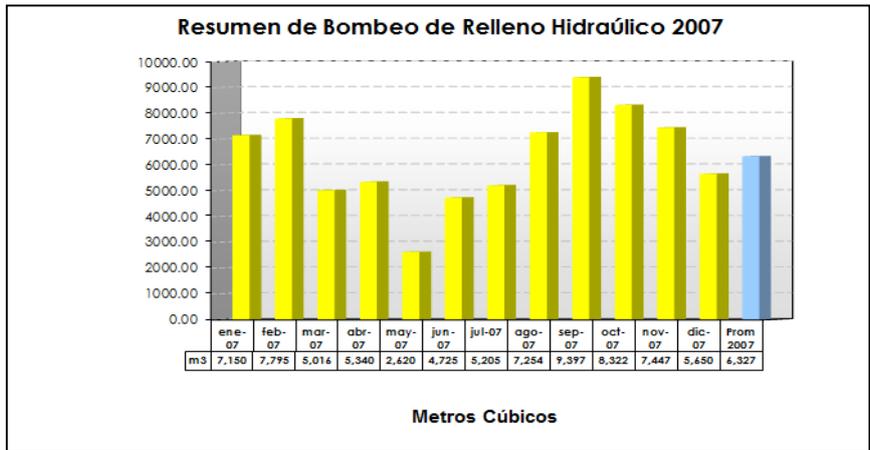
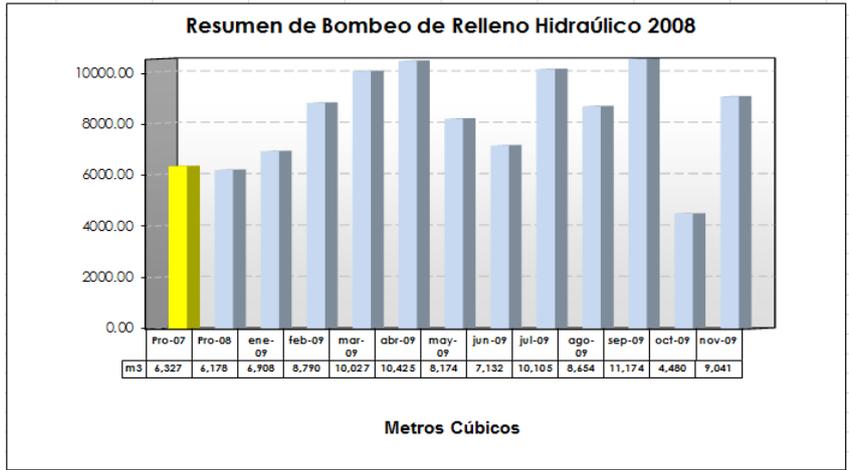


Metros Cúbicos

Resumen de Bombeo de Relleno Hidráulico 2009



Metros Cúbicos



ANEXO VI – ANTECEDENTES DE RELLENO HIDRÁULICO

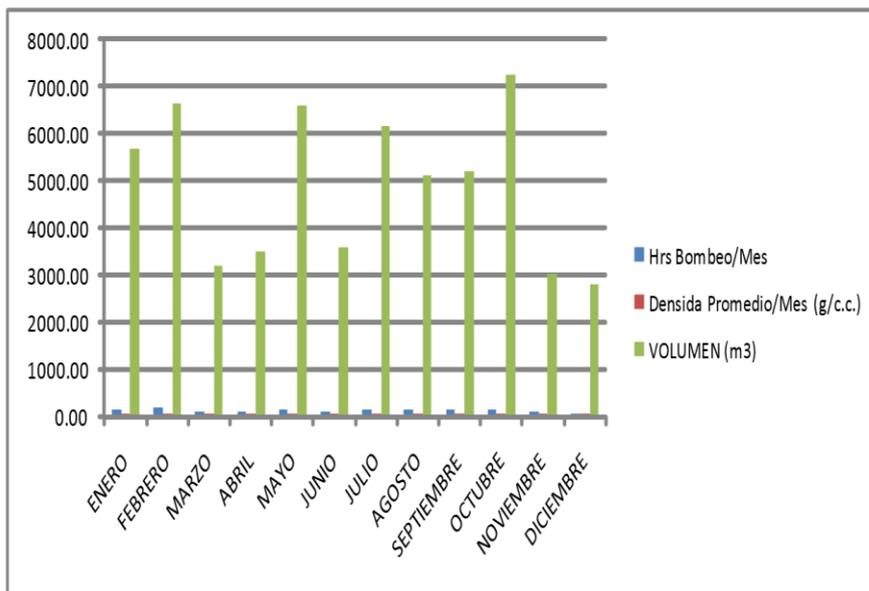
Año 2017

RELAVES							
FECHA	RELAVE		Bombeo RH a Tajos Mina	relleno Hidraulico percolado en tajos minas	Costos Relleno Hidráulico (Mano de obra Cia. + suministro)		
	Relave de Planta	Relave de gruesos disponibles (m3)	Relave gruesos bombeados a tajos m3	m3 de relaves gruesos dispuestos en los tajos	S/.	USD	USD/m3
Ene-17	79,991.00	13,792.00	3,284.00	2,299.00	66576.45	24737.11	10.76
Feb-17	77,712.00	13,399.00	2,966.00	2,076.00	76816.55	28676.73	9.67
Mar-17	82,965.00	14,304.00	2,807.00	1,965.00	80997.46	30321.19	10.8
Abr-17	82,759.00	14,269.00	5,098.00	3,569.00	74298.82	28032.18	5.5
May-17	82,608.00	14,243.00	6,603.00	4,622.00	72924.39	26979.04	4.09
Jun-17	81,723.00	14,090.00	2,660.00	1,862.00	109858.91	41164.48	15.48
Jul-17	82,149.00	14,164.00	6,177.00	4,324.00	94253.19	35805.55	5.8
Ago-17	83,406.00	14,380.00	5,115.00	3,581.00	77365.72	29553.87	5.78
Set-17	78,254.00	13,492.00	5,202.00	3,642.00	75591.55	29024.47	5.58
Oct-17	84,511.00	14,571.00	7,264.00	5,085.00	100785.17	38777.37	5.34
Nov-17	77,891.00	13,429.00	3,018.00	2,112.00	65000.43	25208.62	8.35
Dic-17	84,162.00	14,511.00	2,807.00	1,965.00	127694.39	50026.74	17.82
Promedio	81,511.00	14,054.00	4,417.00	3,092.00			8.75
TOTALES	978,131.00	168,644.00	53,001.00	37,102.00	1,022,163.03	388,307.35	104.97

Relleno Hidráulico utilizado mina año 2017

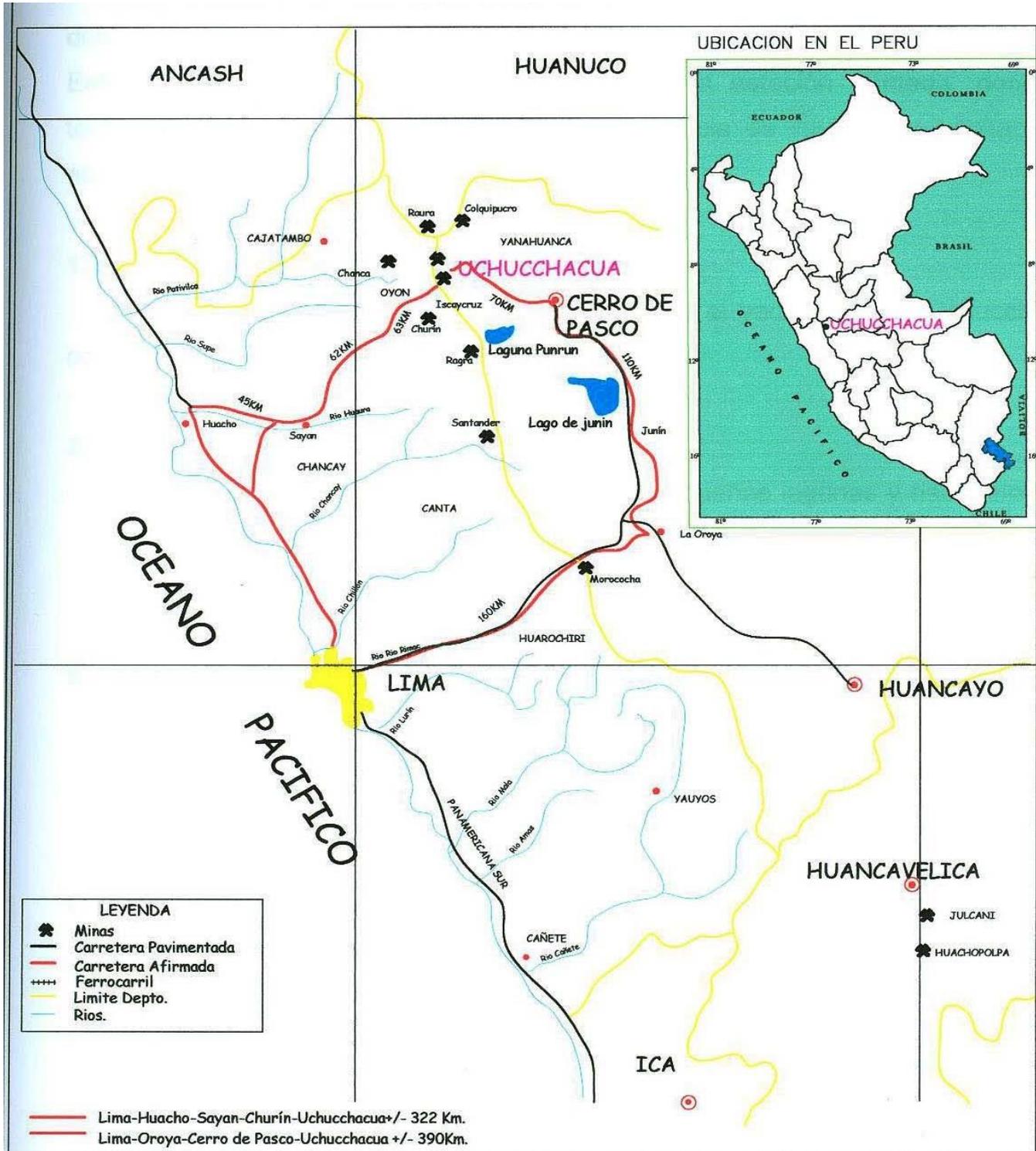
 CIA MINAS BUENAVENTURA - UCHUCCHACUA RESUMEN DE HORAS BOMBEO Y VOLUMEN DE RELLENO HIDRAULICO				
MESES	Hrs Bombeo/Mes	Densidad Promedio/Mes (g/c.c)	VOLUMEN	RH/Grda (m3)
ENERO	137.53	1.67	5676.5	183.11
FEBRERO	171.1	1.68	6646.3	237.37
MARZO	82.73	1.65	3213.18	103.65
ABRIL	88.67	1.51	3501.1	116.7
MAYO	156	1.63	6603.39	213.01
JUNIO	119.25	1.75	3578	119.27
JULIO	134	1.67	6176.7	205.89
AGOSTO	138	1.7	5115.1	170.5
SETIEMBRE	145	1.58	5202.3	173.41
OCTUBRE	169	1.73	7264.3	242.14
NOVIEMBRE	82	1.68	3017.8	100.59
DICIEMBRE	68	1.59	2806.7	93.56
Promedio	127.04	1.65	5056.45	168.43
TOTAL - Acum.	1491.28		58801.37	

Consumo de Agua por RH :		
MESES	VOLUMEN (m3)	Consumo / Dia (m3)
ENERO	2270.60	73.25
FEBRERO	2658.51	94.95
MARZO	1285.27	41.46
ABRIL	1400.44	46.68
MAYO	2641.36	85.21
JUNIO	1431.20	47.71
JULIO	2470.68	79.70
AGOSTO	2046.04	66.00
SEPTIEMBRE	2080.92	67.13
OCTUBRE	2905.72	93.73
NOVIEMBRE	1207.12	38.94
DICIEMBRE	1122.68	36.22
Promedio	3360.08	110.14
TOTAL	23520.54	



Relaves							
Fecha	Relave		Bombeo RH a Tajos Mina	Relleno Hidráulico percolado en Tajos Mina	Costos Relleno Hidráulico (Mano de Obra Cía. + suministros)		
	Relaves de Planta (TMS)	Relaves gruesos disponibles (M3)	Relaves gruesos Bombeado a Tajos (M3)	M3 de Relaves gruesos dispuestos en los Tajos	S/.	USD	USD/m3
Ene-18	84,223	14,521	2,720	1,632	75,613.00	29,319.00	10.78
Feb-18	78,356	13,510	4,412	2,647	86,676.00	33,493.00	7.59
Mar-18	83,502	14,397	2,360	1,416	103,484.00	39,993.00	16.95
Abr-18	54,513	9,399	2,399	1,439	49,391.00	18,726.00	7.81
May-18	83,007	14,312	0	0	123,129.00	44,343.00	0.00
Jun-18							
Jul-18							
Ago-18							
Sep-18							
Oct-18							
Nov-18							
Dic-18							
Promedio	76,720	13,228	2,293	1,605			10.78
TOTALES	383,602	66,138	11,891	7,135	438,293	165,874	

ANEXO VII – PLANO DE UBICACION



	U.E.A. UCHUCCHACUA	
	PLANO: PLANO DE UBICACION	FECHA: Diciembre 2004