

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

PLANEAMIENTO DE MINADO DE LARGO PLAZO PARA PROYECTO MINERO NO METALICO

Tesis para optar el Título de Ingeniero de Minas, que presenta el bachiller:

FRANCISCO JAVIER FERRER CALDERON

ASESOR: ING. MANUEL VILLANUEVA BULLON

Lima, Setiembre del 2015

DEPARTAMENTO
DE INGENIERÍA
SECCIÓN INGENIERÍA DE MINAS



PUCP

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero de Minas
 ALUMNO : Francisco Javier Ferrer Calderón
 CÓDIGO : 19992067
 PROPUESTO POR : Ing. Adolfo Pillihuaman Zambrano
 ASESOR : Ing. Manuel Villanueva Bullón
 TEMA : Planeamiento de Minado de Largo Plazo para Proyecto Minero No Metálico. ± 132
 No. TEMA :
 FECHA : San Miguel, 24 de Agosto del 2015.



OBJETIVOS :

Objetivo principal:

Elaborar el planeamiento de minado de largo plazo para la cantera Atocongo, la misma que provee la caliza para la planta industrial en el proceso de elaboración del cemento. Identificando oportunidades de recuperación de calizas de baja ley con la finalidad de alargar la vida del proyecto, demostrándose su viabilidad operativa y económica.

Objetivos secundarios:

Identificar oportunidades en el minado de nuevas zonas que puedan recuperarse, que siguiendo la nueva metodología de recuperación aplicada en la tesis, puedan incrementar reservas.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto es referido a la Cantera Atocongo, perteneciente a la empresa UNACEM, ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo, con su respectiva planta para la producción de Clinker y envase de cemento. Siendo esta la sede principal de la empresa.

En la cantera se desarrollan las actividades de explotación de caliza y desmonte, teniendo además aporte de caliza de terceros al proceso (otras canteras). Tenemos además fuera de canteras, en el límite, las canchas de agregados (provenientes de otras canteras) donde son almacenados para su uso, siendo entonces la caliza y los agregados la materia prima en la elaboración del cemento.

PLAN DE TRABAJO:

Recopilar la información existente de modelo de bloques y pit económico realizado por la consultora, luego elaborar los nuevos diseños de pit, con la finalidad de ganar tonelaje, con la inclusión de zonas de calizas antes no aptas para el proceso.

Luego describir el proceso de explotación en la cantera, con la nueva metodología a aplicar que genera la recuperación de material de baja ley.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
 Av. Universitaria 1801, San Miguel
 Lima 32 - Perú
 T: 626 2000 anexos 5000, 5001
 F: 626 2852

www.pucp.edu.pe/secc/minas

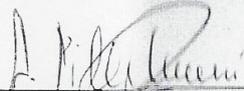
DEPARTAMENTO
DE **INGENIERÍA**
SECCIÓN INGENIERÍA DE MINAS



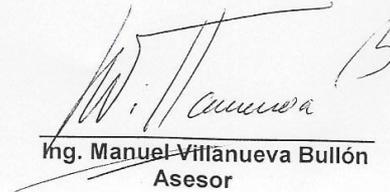
PUCP

Generar el planeamiento de largo plazo con este nuevo diseño de minado y la metodología operativa nueva, demostrando el incremento en las reservas, además de la viabilidad económica.

Máximo 100 páginas



Ing. Adolfo Pillihuaman Zambrano
Coordinador
Especialidad de Ingeniería de Minas



Ing. Manuel Villanueva Bullón
Asesor

Pontificia Universidad
Católica del Perú
Sección Ingeniería de Minas



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Av. Universitaria 1801, San Miguel
Lima 32 - Perú
T: 626 2000 anexos 5000, 5001
F: 626 2852

www.pucp.edu.pe/secc/minas

2

RESUMEN:

El presente trabajo de tesis es desarrollado acerca del planeamiento de minado para la cantera Atocongo, perteneciente a la Compañía UNACEM, compañía especializada en la producción y comercialización de cemento.

El planeamiento de minado elaborado es de largo plazo, empleando en el mismo la información del estudio de reservas elaborado por la consultora Core Mining Studies, en lo que respecta al modelo de bloques. Se ha realizado nuevos diseños de pit de la cantera, dado que el objetivo es incrementar la cantidad de reservas, debido a la inclusión en el nuevo diseño de materiales marginales, de baja ley, pero recuperables debido a la incorporación en el minado de materiales de alta ley provenientes de otras canteras.

En el desarrollo del trabajo se demuestra la viabilidad operativa de incluir en el minado los materiales marginales, demostrándose además mediante evaluación financiera la rentabilidad de la alternativa propuesta. El ciclo de vida es alargado, siendo un aporte importante en la compañía, además la alternativa propuesta significa una variación en la metodología del minado, significando un cambio en la manera tradicional que se tenía en la cantera.

El presente trabajo consta también de la descripción del proceso productivo con los respectivos permisos legales. El planeamiento elaborado contiene todo el secuenciamiento de minado para los nuevos diseños, incluyendo costos y las tablas de ingresos, egresos y evaluación financiera.

CONTENIDO:

1	INTRODUCCIÓN	6
1.1	Alcance de la Tesis	7
2	ANTECEDENTES DEL PROYECTO	9
2.1	Permisos, licencias y autorizaciones	10
3	GEOLOGIA	12
3.1	Marco Geológico regional	12
3.2	Marco Geológico local	12
3.3	Estratigrafía	13
3.4	Calidad del yacimiento	16
3.5	Recursos y Rervas de Caliza	18
4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	21
4.1	Infraestructura y/o componentes de la extracción de caliza	21
4.2	Descripción del Proceso Productivo	22
4.3	Lista de Equipos	29
4.4	Diagrama de flujo del proceso	32
4.5	Insumos de Canteras	33
4.6	Estabilidad de Taludes	35
4.7	Parámetros de Diseño de la Cantera y Botaderos	39
4.8	Hidrología	45
5	PLANEAMIENTO	46
5.1	Diseño de Pit Final	46
5.2	Modelo de Bloques del Yacimiento	49
5.3	Fases de Minado	53
5.4	Planeamiento de Minado	60
5.5	Ciclo de vida del Proyecto	64
5.6	Plan de descargas	65
6	COSTOS	66
6.1	Costos de Perforación y Voladura	66
6.2	Costos de Carguío y Acarreo	67
6.3	Tabla de Costos Unitarios y Costos Totales Materias Primas	69
7	PLAN DE CIERRE CONCEPTUAL	70
7.1	Cierre Temporal	70
7.2	Cierre Progresivo	71
7.3	Cierre Final	72
8	CONCLUSIONES	75
9	BIBLIOGRAFIA	79

1 INTRODUCCION:

Unión Andina de Cementos S.A.A. - UNACEM S.A.A. (en adelante UNACEM), compañía especializada en la producción y comercialización de cemento, posee cuatro plantas de cemento, Atocongo y Condorcocha en Perú, Lafarge en Ecuador Y Drake en EEUU. El 2013 se da la fusión de las Empresas Cementos Lima y Cemento Andino, producto de esto se forma UNACEM. Para el presente estudio abarcaremos la Planta de Atocongo, que es el centro de operaciones de UNACEM, además de ser la planta con la mayor capacidad de producción.

En lo que respecta a la planta Atocongo, UNACEM es el titular de las concesiones mineras: “Atocongo Tres”, “Atocongo”, “Atocongo dos”, “San Carlos”, “Atocongo Cuatro”, “Atocongo Cinco”, “Barranco”, “San Giorgio”, “San Miguel”, “El Porvenir”, “San Miguel Dos”, “Miraflores”, “Fátima Primera”, “Luis José”, “Atocongo N°13”, “Leon”, “Atocongo Seis”, “Bertha 1”, “Bertha 1-A”, “Thaber VI”, “Thaber IV” y “Thaber IX”, que conforman la Unidad Económica Administrativa Atocongo.

La Unidad Económica Administrativa Atocongo (en adelante UEA Atocongo), que está conformada por 22 concesiones, se encuentra ubicada en el distrito de Villa María del Triunfo y Pachacamac, provincia de Lima, departamento de Lima. La UEA Atocongo se encuentra a la altura del Km 15 de la Panamericana Sur, a una altitud entre los 200 y 630 msnm. El área de emplazamiento de la UEA Atocongo corresponde a una zona desértica superarido subtropical (dS-S), dentro de la cuenca del río Lurín, específicamente en el flanco izquierdo de la quebrada Atocongo, el relieve es plano a ligeramente ondulado variando a abrupto en los cerros aislados.

Actualmente, UNACEM realiza operaciones de minería no metálica en la UAE Atocongo, en ella se explota caliza, a través de la explotación de las Canteras Atocongo, y Atocongo Norte, y puzolana, a través de la explotación de la Cantera Puzolana Norte, Centro y Sur. La explotación de las canteras está a cargo de la Contratista Minera San Martín.

La producción de Caliza en la Cantera tiene aporte externo, uno de los aportes es dado por la Cantera Pucará, que es una cantera perteneciente a UNACEM que no está dentro de la UEA Atocongo, pero a 15 km de la planta Atocongo, siendo la accesibilidad por la carretera Panamericana. El otro aporte es de la caliza denominada de terceros, que abarca todas las calizas de canteras ajenas a UNACEM que son aledañas a la operación, estas son calizas de alta ley.

Las actividades de UAE Atocongo cuenta con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de la ampliación de la Cantera Atocongo aprobado en mayo del año 2000, mediante Oficio N° 293-2000-MITINCI-VMI-DNI-DAN, y con una Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto de Explotación de la Cantera Atocongo Norte (antes cantera Quebrada Blanca), aprobado en marzo del año 2007, mediante Oficio N° 000713-2007-PRODUCE/DVI/DGI-DAAI. Así también, se cuenta con un Plan de Cierre de Minas (PCM) de canteras y botaderos de la UEA Atocongo aprobado en marzo del año 2009 mediante R.D. N° 055-

2009-MEM/AAM, el cual fue actualizado en julio del año 2012 y aprobado mediante R.D. N° 236-2012-MEM/AAM.

En la UEA Atocongo están ubicados las Canteras Atocongo y Atocongo Norte de donde se extrae caliza, (explotados actualmente), la explotación del mineral se realiza a tajo abierto, Las actividades que se desarrollan son: perforación, remoción, voladura, carguío y transporte de materiales. Luego el material extraído es transportado desde los frentes de disparos a la Chancadora primaria y a los botaderos de desmonte. La caliza dispuesta en la chancadora primaria pasa luego al proceso de producción para la generación del Clinker y su posterior envase y venta.

En UNACEM tenemos la División de Materias Primas Atocongo (DMPA), que es la que tiene a cargo la explotación en la cantera, la zona industrial donde se almacenan los agregados y las calizas de terceros, y el manejo de la Chancadora Primaria. La División de Producción Atocongo (DPA) tiene a cargo La Planta Industrial, es decir está a cargo del proceso productivo después de que DMPA abastece caliza en la chancadora primaria, hasta la elaboración de Clinker y envase del cemento, y está encargada del manejo de la energía y el combustible para la planta. En el proceso de elaboración del Cemento, también se involucra DMPA abasteciendo los agregados.

La vida útil de la Cantera Atocongo es hasta el año 2043, considerando las reservas existentes, todo esto de acuerdo al Estudio de Reservas último.

La Cantera Puzolana (material de préstamo), se ubica al noroeste de la cantera Atocongo. Su explotación se efectúa por campañas de acuerdo a los requerimientos de la planta. Abarca una extensión aproximada de 3.6 ha en su lado Sur y de 41 ha su lado Norte.

1.1 Alcance de la Tesis:

El desarrollo de la presente tesis es la elaboración del planeamiento de largo plazo de la cantera Atocongo, siendo el desarrollo del mismo enfocado a la optimización del empleo de calizas para incrementar las reservas en la cantera, aplicaremos para tal un minado por proporciones denominado “Diseño de Mezcla”. La idea fue desarrollada a partir de la fusión de Cementos Lima con Cemento Andino, en este último el minado que se aplica en las canteras es por proporciones.

La División de Materias Primas al estar encargado de la Cantera tenemos por ende responsabilidades ante el ministerio, como son presentar anualmente el plan de minado, en este caso estoy involucrado en los trabajos de planeamiento. Los informes elaborados al ministerio son para un planeamiento anual, por ende se ha generado la oportunidad para el desarrollo de la tesis en paralelo para poder dar un aporte a la División.

Como punto base para el desarrollo de la tesis tenemos el Estudio de Reservas elaborado el presente año por la Consultora Core Mining, el estudio consta de la elaboración del modelo de bloques con las leyes de caliza, y los pit económicos de los tajos Atocongo y Atocongo Norte.

Estos diseños de pit óptimo generados son contornos que se generan en las corridas con los optimizadores, faltando desarrollar un pit final operativo y el planeamiento de minado de largo plazo.

La estructura de la tesis consta de la parte introductoria, un resumen de la parte legal, la parte geológica que incluye información del estudio de reservas, descripción del proceso productivo, información de estabilidad de taludes, planeamiento y costos.

La parte legal es correspondiente a la cantera Atocongo, objeto de estudio de la tesis. No se abarca la planta industrial que se rige por diferentes herramientas legales, más sí incluimos datos de producción de planta y demanda de insumos dado que la División de Materias Primas como su nombre lo indica abastece la materia prima para la elaboración del cemento.

En la parte del planeamiento elaboramos los nuevos diseños de pit final de las canteras en Atocongo, luego el planeamiento de minado de largo plazo, siendo la propuesta de la tesis variar el diseño de pit final actual en Atocongo y Atocongo Norte y luego demostrar que mediante optimizaciones en la metodología de minado se da un incremento en las reservas, en el cambio de diseño hacemos crecer el pit. Operativamente también se dan cambios en los parámetros de diseño de pit, debido al cambio de flota grande a pequeña, en el desarrollo del trabajo se demostrarán las ventajas del mismo.

En la Descripción del proceso, se detallan las actividades de explotación, también contiene la demanda de equipos e insumos.

En lo que respecta al planeamiento para el caso de la cantera Pucará no se han elaborado nuevos diseños o cambios en el estudio de reservas realizado por La Consultora, dado que la estructura de la presente tesis está elaborada en base a la Cantera Atocongo donde se ha identificado oportunidades de recuperación de calizas. Dado que el costo de explotación de caliza está conformado por los aportes de calizas propias de cantera y externas, en el presente trabajo incluiremos la descripción de equipos en operación, producción de caliza y desmonte y consecuentemente los costos respectivos de la cantera Pucará y también incluimos los costos del aporte de caliza de terceros.

La información empleada en el desarrollo de la tesis no incluye los gastos administrativos, gastos bancarios, etc. dado que se quiere cierta confidencialidad al respecto, así mismo no incluimos el monto total de los recursos, solo las reservas para un caso específico sin incluir el potencial total del yacimiento. La tesis fue desarrollada con el software minero Vulcan, disponiendo en la División de la licencia respectiva.

2 Antecedentes del proyecto

UNACEM es la principal y más grande empresa productora de cementos en el Perú, propietaria y titular de la planta de fabricación de clinker y cemento ubicada en la Av. Atocongo N° 2440, distrito de Villa María del Triunfo y Pachacamac, en la provincia y departamento de Lima y la planta de cemento y clinker ubicada en Condorcocha en la Provincia de Tarma, Departamento de Junín. Como parte de sus actividades, a través de su división de materias primas, UNACEM viene gestionando y operando actividades de minería no metálica debidamente autorizadas por las autoridades sectoriales correspondientes.

La nueva planta Industrial inicia sus operaciones en el año 1967, luego de adquirirla a la Compañía Peruana de Cemento Portland. En dicho año se lleva a cabo la primera Modernización de la Planta Industrial, implementándose la Línea 1 con una capacidad de producción de clinker de 3 500 t/día, que consistió en operar un nuevo horno rotatorio en reemplazo de los once antiguos hornos, nuevos molinos e instalaciones conexas. En el año 1998-1999 se llevó a cabo la implementación de la línea 2 de producción con una capacidad de producción de clinker de 7 500 t/día instalándose otro horno rotatorio, 3 prensas de rodillos para la molienda de crudo y 3 prensas de rodillos para la molienda de clinker e instalaciones afines que han permitido mejorar la eficiencia energética y medioambiental en el proceso de fabricación de cemento.

UNACEM es una empresa privada constituida como sociedad anónima, tiene operaciones industriales, portuarias y mineras.

Actualmente, en la UEA Administrativa se encuentran los siguientes componentes: Cantera Atocongo, Cantera Atocongo Norte, 03 áreas para material de préstamo: Cantera Puzolana Norte, Centro y Sur, 04 Botaderos de desmonte (Quebrada Blanca, Quebrada Puquio, Quebrada El Guayabo y Puzolana), 01 polvorín, instalaciones auxiliares y los accesos necesarios hacia cada uno de los componentes.

2.1 Permisos, licencias y autorizaciones:

A continuación se detallan los permisos y licencias de funcionamiento de la UEA Atocongo.

2.1.1 Derechos mineros:

La UEA Atocongo está conformada por 22 Concesiones. La UEA Atocongo, de código N° 010000171U, la cual ocupa una extensión de 1924.43 ha; fue aprobada bajo la **R.M. N° 2984-1995-RPM el 31/05/1995**. La Tabla 1 muestra las coordenadas de los vértices que definen sus límites.

Tabla 1: Vértices que definen la UEA Atocongo

numero	Coordenadas de UEA Atocongo (WGS 84)	
	Este	Norte
1	294625.23	8649491.24
2	290076.18	8649958.62
3	290225.49	8651453.06
4	290916.05	8651388.24
5	291083.93	8652998.47
6	291107.22	8652997.41
7	291156.96	8653424.98
8	291533.98	8653375.23
9	291726.92	8655143.23
10	293018.55	8655002.95
11	292940.24	8654304.20
12	293935.15	8654197.48
13	293913.98	8653974.18
14	295117.33	8653818.61

Coordenadas UTM proyectadas con WGS 84, zona 18S

2.1.2 Derechos sobre el terreno superficial

La UEA Atocongo es de propiedad de CLSAA (actualmente UNACEM) y del estado, según Partida N° 02060008 - Ficha 044277 DERECHOS MINEROS. En la Tabla 2.1 se adjunta la información sobre la Propiedad del Terreno Superficial del área de emplazamiento del Proyecto.

Tabla 2.1: Información sobre la propiedad de terreno superficial de canteras

Cantera	Datos de Propiedad del Terreno Superficial
Atocongo	Propiedad de CLSAA y el Estado
Atocongo Norte	Propiedad de CLSAA y el Estado
Puzolana	Propiedad de CLSAA y el Estado

2.1.3 Certificaciones ambientales

La UEA Atocongo cuenta con los instrumentos ambientales: Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de la ampliación de la Cantera Atocongo aprobado en mayo del año 2000, mediante Oficio N° 293-2000-MITINCI-VMI-DNI-DAN y una Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto de Explotación de la Cantera Atocongo Norte (antes cantera Quebrada Blanca), aprobado en marzo del año 2007, mediante Oficio N° 000713-2007-PRODUCE/DVI/DGI-DAAI. Así también cuenta con un Plan de Cierre de Minas (PCM) de canteras y botaderos de la UEA Atocongo aprobado en marzo del año 2009 mediante R.D. N° 055-2009-MEM/AAM, el cual fue actualizado en julio del año 2012 y aprobado mediante R.D. N° 236-2012-MEM/AAM.

2.1.4 Otros permisos:

- Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del Sistema de Tratamiento de efluentes de Cementos Lima (actualmente UNACEM), aprobado mediante oficio N° 01690-2008-PRODUCE/DVI/DGI-DAAI.
- Declaración de Impacto Ambiental del Sistema de Almacenamiento y distribución de efluentes tratados dentro de las instalaciones de Cementos Lima.
- Autorización de Reuso de las aguas residuales domésticas tratadas provenientes de la PTAR, aprobado bajo R.D. N° 0003-2013-ANA-DGCRH.
- Permiso de Manejo de explosivos el cual se sustenta en el Certificado de Operación Minera N° COM 005-2006 (ver Apéndice 2.6), el cual involucra a todas sus canteras; cantera Atocongo, Cantera Atocongo Norte (antes Quebrada Blanca) y Cantera de Puzolana (Puzolana Norte, Centro y Sur).
- Licencia de funcionamiento del polvorín.

3 Geología regional y local:

La ubicación de la cantera se encuentra en una zona central, la cual consta de estribaciones montañosas de la Cordillera Occidental y de planicies de piedemonte; asimismo estas unidades incluyen depósitos aluviales y eólicos. Las rocas que componen el área son de naturaleza intrusiva y sedimentaria, de depósitos cuyas edades varían del Cretáceo inferior al Cuaternario.

3.1 Marco Geológico Regional:

La geología del área de operaciones de Cementos Lima se enmarca dentro del lito estratigráfico el cual se encuentra representado por formaciones rocosas, tanto ígneas (intrusivas y volcánicas) como sedimentarias y depósitos inconsolidados.

3.2 Marco Geológico Local:

En el área de estudio se reconoce el Complejo Volcánico Fisural Atocongo, que es un conjunto de estructuras asociadas a una fisura volcánica, reconocida por más de 1,5 km de longitud, de rumbo N40°W, relacionada probablemente a una fractura profunda y antigua, a través de la cual se han generado magmatismos post batolíticos de naturaleza intrusiva, seguidos de actividad hidrotermal posterior. Verticalmente casi toda la longitud del cuello volcánico está taponada por afanitas, lava que superficialmente apenas se alejó algunos centenares de metros hacia los costados. La parte central está ocupada en parte por una chimenea de brecha (breccia pipe) y otra parte adyacente a ésta por un anillo de andesita, que juntos alcanzan 200 m de diámetro.

Los cuerpos intrusivos e hipabisales se encuentran afectados por sistemas de fracturas de frecuencia moderada. El fracturamiento menor se presenta más conspicuamente en el área del depósito mineral.

3.3 Estratigrafía:

La estratigrafía se encuentra representada por formaciones rocosas, tanto ígneas (intrusivas y volcánicas) como sedimentarias y depósitos inconsolidados, las cuales están representadas en el Tabla 3.3, donde sus edades van del Cretáceo inferior al Cuaternario, cuyas características y relaciones litoestratigráficas se detallan a continuación:

Tabla 3.3: Unidades Cronoestratigráficas

Cronoestratigrafía			Litoestratigrafía				
Era	Sistema	Serie	Unidades Estratigráficas			Rocas Intrusivas	
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Depósitos	eólicos	Qr-e		
		Pleistoceno	Depósitos	eólicos	Qp-e		
				aluviales	Qp-al		
Mesozoico	Cretáceo	Superior				Atocongo	Ks-a-at
						Adamelita	
						Patap	Gabrodi-orita
			Andesita	Ks-a			
	Inferior	Fm. Atocongo	Ki-at				

A continuación se describen las características más resaltantes de cada uno de los depósitos que se encuentran en el área de estudio:

3.3.1 Cretácico:

Formación Atocongo (Ki-at):

Esta formación recibe este nombre por las calizas compactas que se encuentran en la localidad de Atocongo, donde presenta su mejor desarrollo. Sobreyace a la Formación Pamplona, la cual no presenta afloramientos en el área de estudio, pero aparece en la base. La fase de la Formación Atocongo es definitivamente calcárea y su mayor afloramiento se presenta en la quebrada Guayabo.

La Formación Atocongo se encuentra constituida de abajo hacia arriba por las siguientes capas:

- Calizas margosas en capas delgadas finamente laminadas.
- Calizas afaníticas gris plomizas en capas de 10 a 30 cm en la parte inferior, pasando hacia arriba a capas más gruesas de 50 a 80 cm.
- Skarn gris afanítico.
- Calizas metamorfizadas con tonalidades oscuras en capas moderadas.
- Bancos gruesos de calizas silicificadas masivas de tres tonos verdosos a grises.
- Intercalaciones de calizas grises beige a gris oscuras.
- Calizas metamorfizadas y areniscas en paquetes gruesos interpuestos con paquetes delgados.

Estas rocas son altamente competentes, aunque en el extremo norte de la cancha de prehomogeneización de la fábrica, hay un pequeño horizonte de tufos yaciendo encima de

las calizas, que podría ser el límite superior de las calizas Atocongo. Esta formación ha sido considerada de edad albiana y se encuentra intruída por dioritas, granodioritas y gabrodioritas del Batolito Costanero.

3.3.2 Cuaternario:

Depósitos cuaternarios pleistocénicos:

Eólicos (Qp-e): Están formados por acción eólica antigua, actualmente estabilizados formando lomadas o cerros de arena, mayormente cementados por estas acumulaciones. El proceso de estabilización ha sido producto de la humedad y la formación de cobertura vegetal temporal o de lomas.

Aluviales (Qp-al): Son depósitos conglomerádicos cuaternarios regularmente sueltos que contienen cantos de litología diversa; de formas subangulosas debido a su escaso transporte; contienen también arenas finas a gruesas y en menor proporción limos y arcillas. Estos depósitos ocurren en las diferentes quebradas secas formando pampas, como en la que se emplaza el poblado de Tablada, que fueron depositadas por corrientes aluviónicas antiguas, en las fases cuaternarias lluviosas antiguas del actual desierto. Estos depósitos sobreyacen con discordancia erosional a las formaciones geológicas del substrato mesozoico y aparecen sobre todo hacia la parte baja de la cuenca del río Lurín.

Depósitos cuaternarios recientes:

Eólicos (Qr-e): En el área de estudio estos depósitos se presentan cubriendo pequeñas laderas, depresiones y algunas llanuras aluviales. Estos depósitos están compuestos de arena fina y son desplazados continuamente por la acción del viento.

Rocas Intrusivas:

En el área de estudio se han identificado rocas intrusivas de diferente naturaleza, las cuales forman parte del Batolito de la Costa y cuerpos menores hipabisales de naturaleza andesítica.

3.3.3 Batolito de la Costa:

Gabrodiorita Patap (Ks-gbdi-pt):

Este cuerpo intrusivo presenta color gris, es de grano grueso, estructura masiva y bastante resistente. Macroscópicamente se observa cristales de plagioclasa y hornblenda. El intrusivo se emplaza en forma de un pequeño stock cuyo contacto es irregular con moderada silicificación a la roca que le rodea. Esta subunidad pertenece a la Superunidad Patap del Batolito de la Costa y se le asigna una edad del Cretáceo superior.

Adamelita Atocongo (Ks-a-at):

Este intrusivo adamelítico es de color gris claro, textura porfirítica con fenocristales de cuarzo y ortosa sobre una matriz afanítica de cuarzo, ortosa y plagioclasa con un fracturamiento moderado y resistencia media a alta. Es un plutón de forma semicircular, algo elongado de considerable variación litológica, con granodiorita hornbléndica y monzogranito en su composición central, en rocas de grano muy variable. Esta subunidad pertenece a la Superunidad Jecuán del Batolito de la Costa y se le asigna una edad del Cretáceo superior. Es la unidad de mayor exposición en el área de estudio, sobre todo en los Cerros Zorritos y Lúcumo.

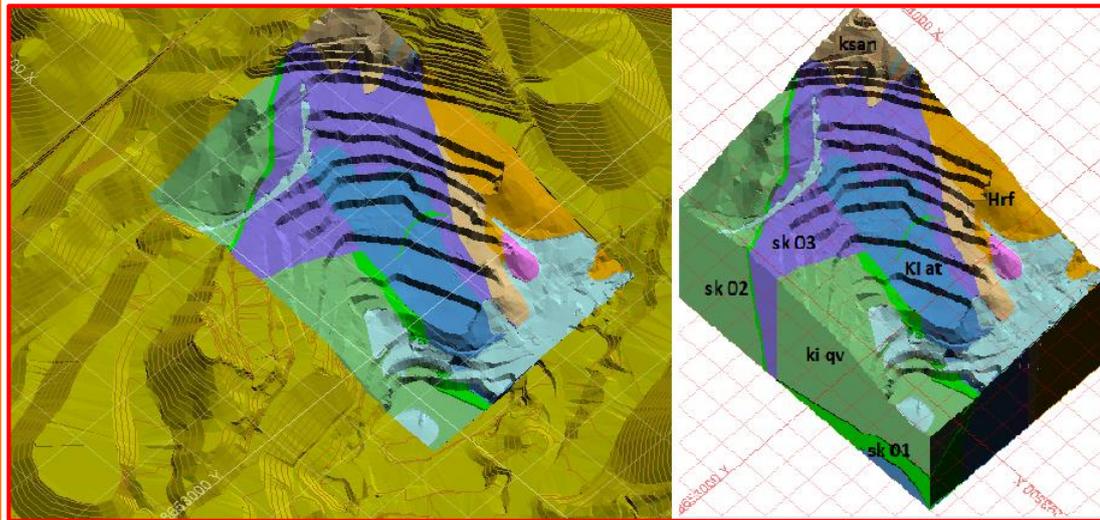
3.3.4 Cuerpos menores hipabisales:

Andesita (Ks-a):

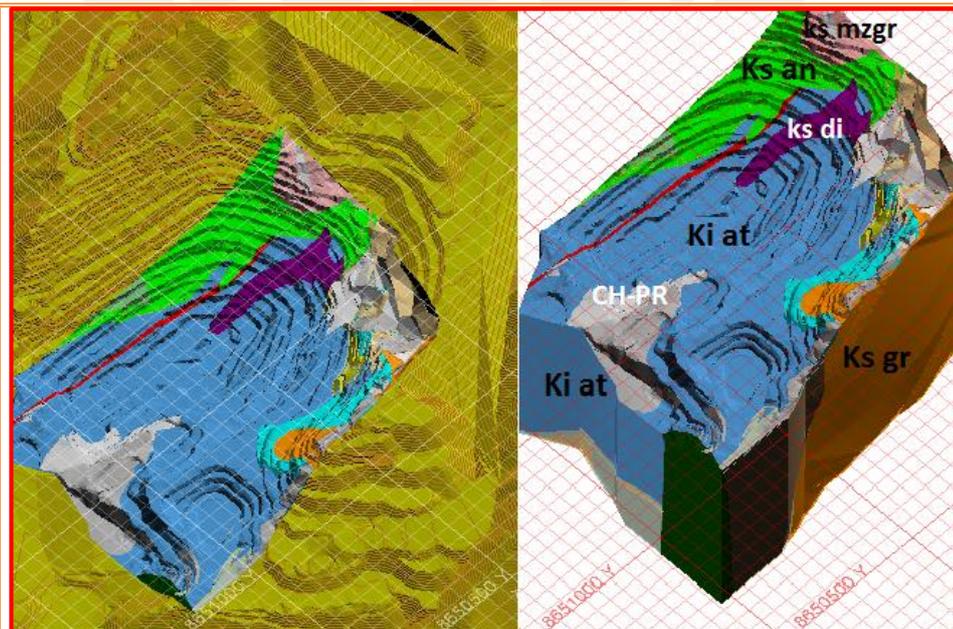
Estas intrusiones hipabisales de naturaleza volcánica son de composición andesítica y afloran en forma de pequeños stocks, diques y sills irregulares, cortando a las unidades anteriores. A esta unidad se le asigna una edad del Cretáceo superior.

Imágenes 3.3-a y 3.3-b: Geología Atocongo Norte y Atocongo:

La estratigrafía representada en la imagen doble para la cantera Atocongo Norte, nos muestra la tipificación por tipo de roca, en la zona central del tajo tenemos el cuerpo de caliza (Ki-at), envuelto por andesita (Ks-a ó Sk) sin contenido de calcio, siendo un desmonte propiamente. La zona de celeste corresponde a la capa de afirmado



previo a los niveles inferiores.



La estratigrafía en el Tajo Atocongo nos muestra de manera similar el cuerpo de caliza (Ki-at) central en el tajo, con el desmonte contiguo de roca andesita (Ks-a). El corte nos muestra también en la zona debajo de CH-PR el potencial de caliza a recuperar de moverse la misma. La caliza sigue manifestándose en dirección de la Planta Industrial.

3.4 CALIDAD DEL YACIMIENTO

3.4.1 Criterio De Evaluación

Control de Calidad en la Cantera:

La División de Control de Calidad DCA es la sección encargada de auditar la calidad de la caliza extraída en la cantera, los parámetros de calidad pedidos para la caliza se dan en función de las propiedades físicas de resistencia y trabajabilidad que se quiere llegar en el cemento elaborado, los parámetros también son importantes en el momento de la generación del Clinker debido a que busca evitarse los encostramientos y caídas de ladrillo en las paredes de los hornos, estos suceden en el momento de la fase líquida del Clinker y son generados por los altos contenidos de aluminio. Las propiedades físicas de resistencia y trabajabilidad del cemento, son definidas en los ensayos de DCA. El Área de Producción encargada de la producción de los hornos monitorea el desempeño del mismo en el momento del calcinado.

Para lograr los objetivos de resistencia, trabajabilidad y facilidad en el quemado, las variables a auditar por parte de DCA son: Cao (Calcio), SO₃ (Azufre), Al₂O₃ (Aluminio), Fe₂O₃ (Fierro) y Mgo (Magnesio) y su contenido adecuado nos permitirá llegar a los objetivos expuestos.

De acuerdo a los valores DCA distingue tres tipos de caliza: Caliza Baja, Caliza Media y Caliza Alta, siendo el parámetro principal a monitorear el Cao, dado a que los demás parámetros dependen del mismo, a contenidos altos de calcio, el Aluminio, Azufre, fierro y magnesio son bajos, así mismo a bajos contenidos de calcio se elevan nuestros otros contenidos.

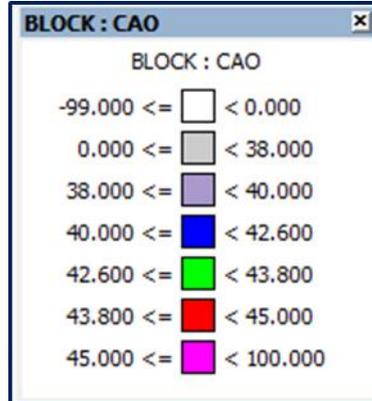
Tabla 3.4.1-a: Parámetros de Calidad de la División de Control de Calidad

Variables	Caliza Baja	Caliza Media	Caliza alta
	Tolerancia %	Tolerancia %	Tolerancia %
CaO	38.0 - 42.6	42.7 – 43.9	>44
SO ₃	≤1.3	<1.3	≤1.0
Al ₂ O ₃	≤5	≤4.4	≤4.0

Estos tres tipos de materiales provienen de nuestras canteras, se elaboran los polígonos de minado para caliza baja, media y alta, con los datos de los blastholes o muestreo de taladros de perforación, que son analizados en el laboratorio de DCA. Luego se plantean en campo los límites de los polígonos con la respectiva señalización por tipo de material. En la cantera se distingue otro tipo de material que cobra importancia para la presente tesis, que es la caliza marginal, esta caliza tiene parámetros que difieren de los objetivos de DCA, y cuya recuperación es posible por un adecuado diseño de Mezcla. Este criterio de mezclar se aplica dado que por un tema de adecuado bleanding es posible recuperar la caliza marginal y convertirla en una caliza apta para el proceso.

Código de Colores: Se plantean en campo los respectivos banderines con los colores respectivos por tipo de material.

Imagen 3.4.1-b: Código de Colores para caliza



BLOCK : CAO	
-99.000 <=	< 0.000
0.000 <=	< 38.000
38.000 <=	< 40.000
40.000 <=	< 42.600
42.600 <=	< 43.800
43.800 <=	< 45.000
45.000 <=	< 100.000

Caliza Marginal, Cao < 40

Caliza Baja, Cao: 40-42.6

Caliza Media, Cao: 42.6-43.8

Caliza Alta, Cao: 43.8-45

Caliza Muy Alta, Cao: 45 a más

La caliza en la cantera es llevada hacia la Chancadora Primaria, la misma que reduce la caliza volada a un tamaño menor de 4 pulgadas. La caliza chancada es depositada en una tina que tiene una capacidad de almacenamiento de 320000 Toneladas, dividida en zonas que se denominan vibradores del 3 al 15, para los tres tipos de material: caliza media, caliza baja y caliza alta y la cantidad de vibradores asignadas para cada tipo de material se muestra en la figura 3 que muestra una sección de la tina de caliza chancada. Los vibradores se reparten para caliza baja: 3-5, caliza media: 6-13, caliza alta: 14-15. En la base de la tina tenemos 15 compuertas correspondientes a cada vibrador. La razón de ser de la tina es que por intermedio de la combinación de vibradores obtener una caliza media, dado a que la caliza de la tina es transportada a un Pre Homogeneizador.

Todas las compuertas de los vibradores desembocan en dos fajas, que a su vez llevan el material a la Chancadora Secundaria, y posteriormente la caliza es depositada en la cancha de almacenamiento del pre homogeneizador. En el pre homogeneizador se buscará tener una ley media. La capacidad de almacenamiento de la PH es de 280000 Toneladas.

LEY DE PH (PRE HOMOGENEIZADOR):

$$\text{CAO} = 43.8 \pm 0.2$$

$$\text{AL}_2\text{O}_3 = 4.0 \pm 0.2$$

$$\text{SO}_3 = 1 \pm 0.2$$

Imagen 3.4.1-c: Tina de Caliza Chancada

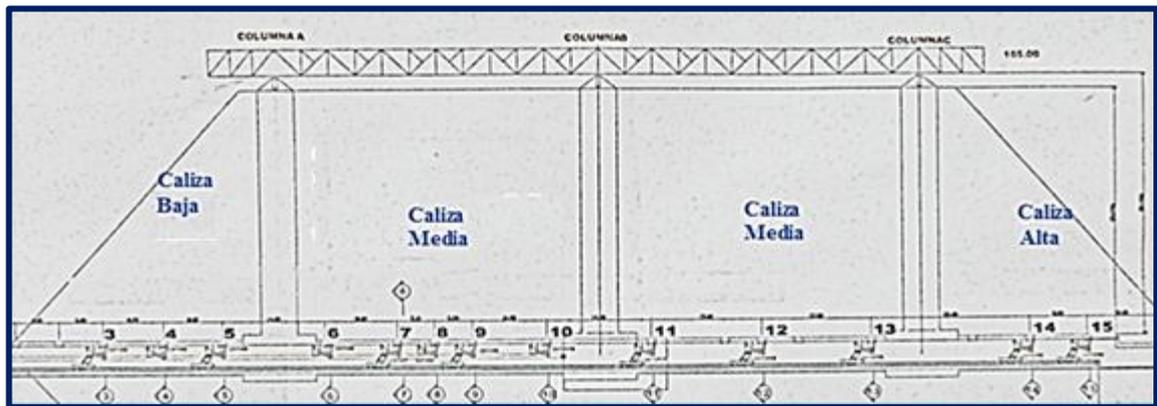
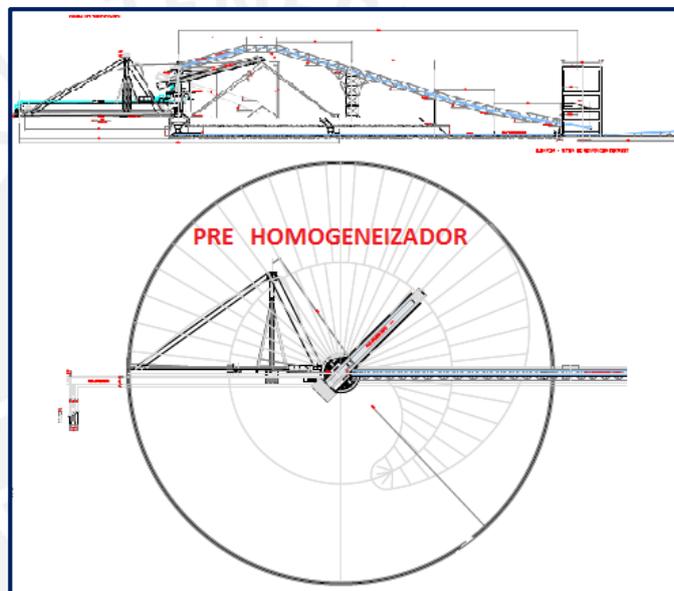


Imagen 3.4.1-d: Pre Homogeneizador



3.5 Recursos y Reservas:

Durante Enero y Febrero del año 2015, Unacem solicitó a través de Eddy Vicharra, Jefe de Geología, a Core Mining Studies (CORE), el estudio de recursos y reservas remanentes de los Proyectos de calizas Atocongo, Atocongo Norte y Pucara. La estimación de recursos, tiene el propósito de definir el potencial de recursos y reservas del grupo UNACEM en Lima.

Para la realización del trabajo encomendado, UNACEM ha entregado a CORE información de sondajes, 64 pozos con un total de 10928 metros en Atocongo, 22 Pozos con un total de 4195m en Atocongo Norte y 69 pozos con un total de 9011m en Pucara, de los cuales, 22,10 y 8 pozos son nuevos en los respectivos proyectos y pertenecientes a las campañas comprendidas entre el año 2012 al 2014. Además, como parte de la información requerida para este proceso, UNACEM proporciono a CORE los datos de los blastholes que se han recopilado durante los años de explotación de los tajos. Este proyecto contemplo la

actualización de los modelos geológicos de cada proyecto, restringido a los cuerpos de calizas, la revisión de las bases de datos, análisis estadísticos de los dominios de estimación, interpolación de las unidades de impurezas y posterior estudio de mezclas para determinar el tamaño máximo de reservas remanentes.

El resumen de la estimación de recursos realizada se detalla en las siguientes tres tablas donde se muestra las reservas remanentes en pit final actual distribuidos por categoría y por proyecto.

En los tres cuadros tenemos la clasificación de probado y probable con la ley respectiva, que lo define como caliza baja, media o caliza alta, es decir al hacer el cálculo de reservas no lo hacemos con una ley de corte económica, lo que se hace es dar los rangos de ley respectivos para los tres tipos de caliza, y se hace la corrida dando como resultado la ley media en ese rango con su tonelaje respectivo.

Lo que incluiremos en la tesis son las calizas marginales (no incluidas por la consultora), por tanto en el nuevo cálculo de reservas se incluirá el rango que define a la caliza marginal y se hallará el tonelaje respectivo asociado.

	cao	Tonnage Kton	al2o3	fe2o3	mgo	so3	Ratio
Probado	43.62	68,673	4.22	2.13	2.15	1.01	0.63
Poblable	42.84	466	4.78	2.34	2.16	0.83	
Otros	-	-	-	-	-	-	
Total Parcial		69,139					
	cao	Tonnage Kton	al2o3	fe2o3	mgo	so3	
Probado	45.32	14,835	3.89	1.95	2.10	0.96	
Poblable	44.49	-	5.94	2.14	2.20	0.96	
Otros	-	-	-	-	-	-	
Total Parcial		14,835					
Total Reservas Remanente Pit actual					83,973		

Tabla 3.5-a: Reservas Remanente Atocongo en pit final Actual

Tabla 3.5-b: Reservas Remanente Atocongo Norte en pit final Actual.

	cao	Tonnage Kton	al2o3	fe2o3	mgo	so3	Ratio
Probado	43.64	13,263	4.02	1.76	1.87	0.95	1.13
Poblable	43.65	9,927	4.05	1.67	1.87	0.93	
Otros	43.61	1,404	3.35	1.60	2.00	0.79	
	Total Parcial	24,594					
	cao	Tonnage Kton	al2o3	fe2o3	mgo	so3	
Probado	46.13	3,825	3.36	1.55	1.84	0.78	
Poblable	46.12	2,552	3.61	1.56	1.87	0.77	
Otros	45.76	749	3.22	1.50	2.06	0.69	
	Total Parcial	7,127					
Reservas Pit 2009					31,720.3		

Tabla 3.5-c: Reservas Remanente Pucará en pit final Actual.

	cao	Tonnage Kton	al2o3	fe2o3	mgo	so3	Ratio	
Probado	43.60	28,310	3.94	1.76	1.80	0.99	0.16	
Poblable	43.67		21,468	3.93	1.69	1.76		1.02
Otros	43.36		15,418	3.14	1.65	1.79		1.01
	Total Parcial	65,196						
	cao	Tonnage Kton	al2o3	fe2o3	mgo	so3		
Probado	46.46	8,921	3.34	1.57	1.74	0.85		
Poblable	46.37	1,608	3.54	1.58	1.72	0.89		
Otros	45.93	-	3.15	1.55	1.80	0.95		
	Total Parcial	10,529						
Reservas remanentes Pit Actual					75,725			

La presente tesis es desarrollada en base al potencial que tenemos en la cantera, sabiendo de antemano que existe la posibilidad de mover la Chancadora Primaria de su ubicación actual hacia la zona industrial, lo que nos permitiría ganar reservas. El nivel en el que se encuentra las descarga de la chancadora es el 260, zona de caliza desde esta cota hasta el nivel más inferior.

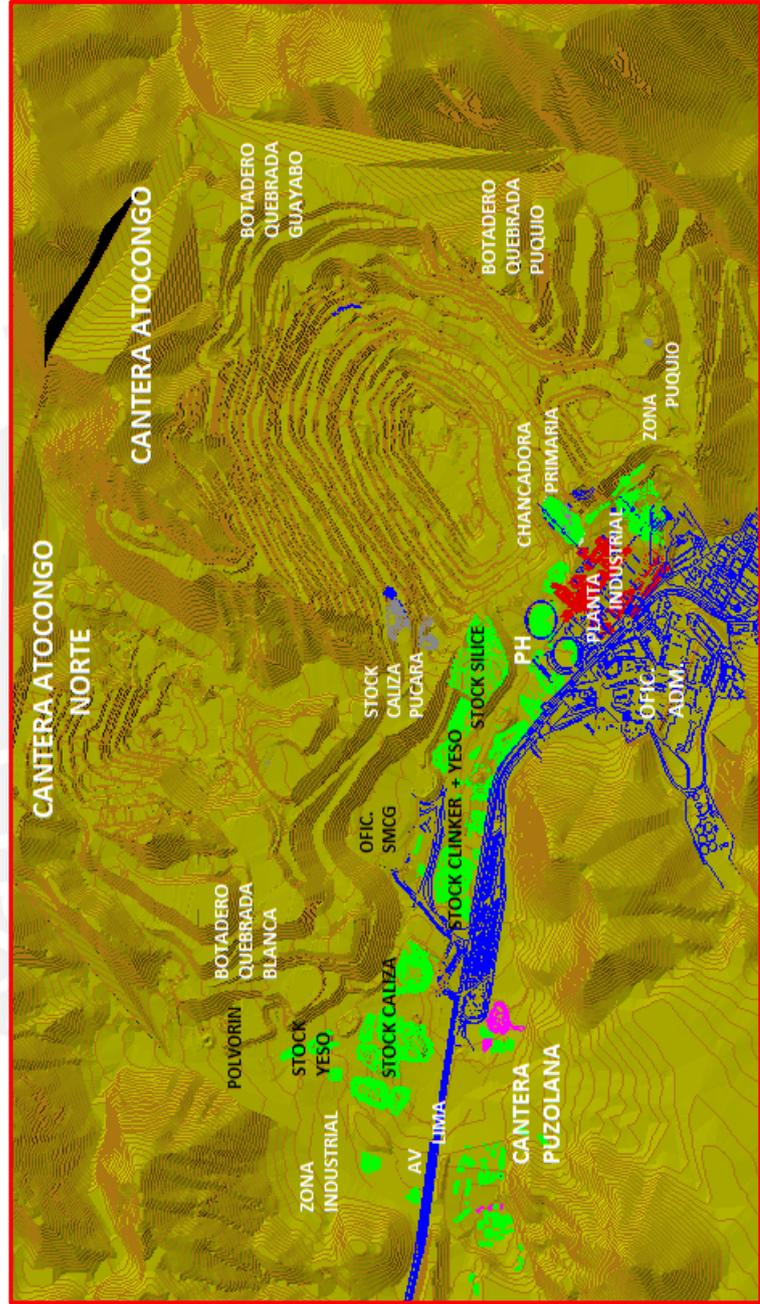
En lo que respecta a los recursos, en el yacimiento se sigue manifestando la caliza más allá del pit final, justo por debajo de la planta industrial, no siendo una prioridad próxima algún traslado en esta zona, tan sólo la factibilidad se da por el lado de la Chancadora Primaria.

4 Descripción del Proyecto:

4.1 Infraestructura y/o Componentes de Extracción de caliza y Agregados:

La UEA Atocongo cuenta con 2 canteras para la extracción de caliza Atocongo y Atocongo Norte y 1 cantera para la extracción de puzolana, con tres zonas: Puzolanas Norte, Centro y Sur. También tenemos 4 botaderos: Botadero Quebrada Blanca, Botadero Quebrada Picapiedra, Botadero Puquio y Botadero guayabo. Dentro de la cantera tenemos el stock de Pucará. La Cantera limita con la zona industrial donde se disponen los agregados y también limita por el oeste con la planta industrial. La Chancadora primaria como observamos está ubicada dentro de la zona de la explotación de la cantera, el desarrollo del minado no contempla el traslado. La Cantera Atocongo está ubicada en la coordenada central UTM Este 293 303 y Norte 8 651 436, y ocupa un área aproximada de 111 ha. Tanto al norte como al sur limita con zona urbana.

Imagen 4.1: Componentes de la Cantera



4.2 Descripción del Proceso Productivo:

4.2.1 Producción de Planta:

En Junio del 2013 empezó la producción del horno 1 a su máxima capacidad, después de una parada importante para realizar trabajos con la finalidad de aumentar la producción de Clinker en dicho horno.

A partir de ese momento los dos hornos estaban a su máxima capacidad, (horno I y horno II) teniendo en cuenta que esta etapa corresponde a la última ampliación de capacidad de la planta, sería el momento que tenemos la mayor capacidad de producción en planta. Los hornos a su máxima capacidad producen 15000 toneladas diarias de Clinker (7500 toneladas c/u). Con la producción de chancadora de 25000 toneladas diarias podemos suplir el requerimiento de planta. La relación de Caliza – Clinker es de 1.6: Por cada 1.6 toneladas de caliza se produce 1 tonelada de Clinker.

El Año 2014 trabajaron los dos hornos desde el inicio del año, por ende la producción alcanzada ese año nos sirve de referencia para hacer las proyecciones respectivas en la elaboración del planeamiento de largo plazo.

Imagen 4.2.1: Producción de Clinker Años 2013-2014.

Producción Clinker Horno 1 y Horno 2								
	Fecha		HORNO 1	HORNO 2	PROD. MENSUAL	PROM. DIA	Disponibilidad	Prom. DIA
2013	ENE	31	0.00	172,523.00	172,523.00	5,574.94	74%	
	FEB	28	0.00	105,141.00	105,141.00	3,790.75	51%	
	MAR	31	0.00	157,551.00	157,551.00	5,414.55	72%	
	ABR	30	0.00	152,454.00	152,454.00	5,415.13	72%	
	MAY	31	0.00	157,174.00	157,174.00	5,392.71	72%	
	JUN	30	4,325.00	101,075.00	105,404.00	3,513.47	23%	
	JUL	31	102,575.00	155,525.00	258,303.00	3,554.94	55%	
	AGO	31	154,277.00	150,524.00	344,501.00	11,122.51	74%	
	SEP	30	157,941.00	155,922.00	343,553.00	11,452.10	75%	
	OCT	31	215,723.00	101,959.00	317,712.00	10,243.77	55%	
	NOV	30	220,799.00	44,320.00	255,119.00	8,537.30	59%	
	DIC	31	157,255.00	0.00	157,255.00	5,073.15	55%	
TOTAL 2013			1,073,011.00	1,505,932.00	2,578,943.00		64%	7,041.79

Producción Clinker Horno 1 y Horno 2								
	Fecha		HORNO 1	HORNO 2	PROD. MENSUAL	PROM. DIA	Disponibilidad	Prom. DIA
2014	ENE	31	209,759.00	123,243.00	333,002.00	10,742.00	72%	
	FEB	28	205,005.00	205,155.00	413,193.00	14,755.00	95%	
	MAR	31	179,155.00	197,242.00	377,007.00	12,161.52	51%	
	ABR	30	90,553.00	151,504.00	242,357.00	5,075.93	54%	
	MAY	31	20,355.00	135,104.00	155,459.00	5,112.55	34%	
	JUN	30	180,073.00	153,605.00	333,551.00	11,119.37	74%	
	JUL	31	179,055.00	215,415.00	397,454.00	12,522.05	55%	
	AGO	31	213,755.00	223,120.00	435,555.00	14,053.15	94%	
	SEP	30	211,522.00	119,514.00	331,135.00	11,037.57	74%	
	OCT	31	225,059.00	212,155.00	437,275.00	14,105.55	94%	
	NOV	30	153,335.00	195,574.00	350,012.00	12,557.07	54%	
	DIC	31	175,549.00	210,755.00	387,314.00	12,494.00	53%	
TOTAL 2014			2,077,284.00	2,150,484.00	4,227,748.00		77%	11,599.25

4.2.2 Producción en La Cantera:

En la organización de Unacem, la División de Materias Primas en la que laboro, se encarga del control de la Explotación de la Cantera, esto también abarca el manejo de agregados para el Clinker y recepción de calizas de terceros. Para las Operaciones tenemos a la Empresa SMCG (San Martín Contratistas Generales) como la ejecutora tanto en la cantera como en la zona industrial, donde se da el manejo de los agregados. Las Canteras de Atocongo, Atocongo Norte y Pucará. La explotación del yacimiento se realiza bajo el método de minado a cielo abierto, el cual comprende las siguientes operaciones:

- Perforación
- Voladura
- Remoción
- Carguío
- Transporte

Concluidos los procesos de perforación, muestreo de taladros, voladura y remoción u homogeneización, los polígonos de minado son tractoreados para bajar a la carga a la vez que se uniformiza las leyes. La caliza uniformizada será transportada hacia la Chancadora Primaria, la misma que tiene una capacidad de producción diaria de 25000 toneladas de caliza chancada. Tenemos una disponibilidad de la Chancadora de 20 horas diarias, la producción horaria de alimentación de caliza está en el rango de 1250 a 1400 ton/hora.

4.2.2.1 Carguío y Transporte:

La manera tradicional de alimentar caliza a la CH-PR era a través de tres frentes de minado, distribuidos en la Cantera de Atocongo, Atocongo Norte, Stock de Pucará y Caliza de Terceros, en proporción de 60%, 20%, 15% y 5% respectivamente. La ley media que llega a CH-PR depende de la producción horaria de cada frente, por el aporte de leyes de cada uno.

La implementación actual del **Diseño de Mezcla** ha mejorado la manera tradicional en el tema del control de la calidad. La alimentación de caliza desde los frentes hacia la Chancadora Primaria se da de igual manera a partir de tres frentes de minado, la combinación de frentes es denominada ahora diseño de mezcla, toma esta denominación debido a que los frentes son cargados siguiendo un diseño con proporciones, es decir nos regimos por el número de paladas con las que se carga el camión en cada frente. Por ejemplo si minamos tres frentes, y en cada frente tenemos un cargador de tipo Cat 988, este llena en tres pases el camión, por ende la proporción por frente sería 3-3-3. Al igual que la manera tradicional, la ley media alimentada depende de la producción de cada frente, donde es necesario que todos produzcan lo mismo, de esa manera se cumple la proporción de diseño.

En la **tabla 4.2.2.1-a** se exponen los proyectos, y los resultados del promedio de sus leyes respectivas, los resultados deben cuadrar dentro de los objetivos de DCA.

MEDIA		OPCION2		3	
Punto	Proyectos	proporción	Análisis	Resultado	
25	3690-Baja	3.00	SiO2	11.03	
19	3687_Media	3.00	Al2O3	4.21	
1	399_Alta	3.00	Fe2O3	1.90	
			CaO	43.89	
			MgO	2.11	
			SO3	1.12	
			Na2O	0.00	
			K2O	0.00	
MEDIA					
SUMA		✓	9.00		
CaCO3=		✓	82.80		

En el diseño de mezcla tenemos la posibilidad de hacer combinaciones, por ende las calizas de terceros al ser altas nos ofrecen la posibilidad de elevar leyes de calizas bajas con la proporción adecuada. La ley promedio de la cantera es de una caliza media, la cantera tiene tres tipos de caliza: baja, media y alta, la caliza media es apta para proceso por ende las bajas y altas en bleanding adecuado se vuelven a ley media.

En el yacimiento tenemos además una caliza más baja con parámetros fuera de lo especificado denominados caliza marginal, la misma que tiene un CaO por debajo de 41% y el aluminio y sulfato elevados. Antes manejado como desmonte ahora puede manejarse como caliza apta mediante un correcto diseño de mezcla. De esta manera al incluir calizas de terceros nos ayuda a levantar las leyes en los puntos donde sea necesario, por el alto contenido de calcio de la caliza de terceros, bordeando en promedio 50% de CaO, con el aluminio y sulfato cercanos al 0, lo que es ideal. Los frentes de caliza marginal por ende son mezclados en combinación con calizas altas de terceros y caliza de Pucará.

Las Calizas Altas de Terceros son descargadas en el stock en la zona industrial, estos camiones no tienen acceso a la Zona Minera, luego son llevadas por los camiones de SMCG al frente de caliza marginal. Los camiones de Pucará son de Minera San Martín y descargan en la Cantera, en este caso la descarga es directa cercana al proyecto de marginal en los stocks intermedios que se encuentran en puntos en el trayecto a la chancadora. El camión es cargado en el frente con caliza marginal más terceros y recibe su última carga en el stock de Pucará antes de ir a CH-PR. En este proceso se emplean tres equipos de carguío.

Como se ha mencionado en chancadora se abastecen tres tipos de caliza, caliza baja, caliza media y caliza alta. DCA regula los vibradores debajo de la tina para la obtención de la caliza media en la PH (Pre homogeneizador):

Para la caliza media, nos abastecemos con aporte de las canteras, tanto en Atocongo como Atocongo Norte, aporte de externos como Pucará y Caliza Alta de Terceros.

La Caliza Baja, es abastecida con caliza de las canteras y Pucará. No entra Caliza de Terceros.

La Caliza Alta, es abastecida tan solo con caliza de terceros.

Los porcentajes de consumo se muestran en las tablas **4.2.2.1-b** y **4.2.2.1-c**, para los períodos 2013 y 2014, el mayor consumo de caliza se da en Atocongo para ambos casos. El mayor

porcentaje de consumo de caliza marginal se registra en el período 2014, también en ese período tenemos mayor consumo de caliza de terceros, que fue empleado para mezcla en los frentes de caliza marginal. A fines del 2013 se empezaron con las pruebas para recuperar calizas de muy baja ley, siendo todo el 2014 el período de seguimiento a la implementación. En un inicio se dieron correcciones con el fin de mantener la ley media sin incurrir en mucha variación, con el tiempo y ajustes respectivos tenemos actualmente en operaciones el adecuado control y manejo para la calidad.

En las Tablas 4.2.2.1-b y 4.2.2.1-c se muestran los valores de los porcentaje de consumo de calizas dependiendo la procedencia.

TABLAS 4.2.2.1-b y 4.2.2.1-c: PORCENTAJE DE CONSUMO DE CALIZA.

PORCENTAJE % CONSUMO DE CALIZAS 2013					
MES	Caliza Atocongo Total	Caliza Atocongo Norte Total	Caliza Pucará	Caliza Terceros	Caliza Marginal Total
ENE	62.40	8.69	26.75	2.16	
FEB	55.93	8.17	31.60	4.30	
MAR	50.22	15.76	30.49	3.53	
ABR	62.00	8.46	25.51	4.03	
MAY	55.27	7.53	33.72	3.48	
JUN	54.01	17.31	23.41	5.27	
JUL	52.38	12.62	31.15	3.13	0.72
AGO	61.21	5.17	30.55	1.51	1.57
SEP	72.79	11.73	12.33	2.56	0.59
OCT	56.43	12.06	25.12	4.28	2.12
NOV	71.52	4.84	18.62	5.02	
DIC	72.06	9.13	15.06	3.75	
Promedio	61%	10%	25%	4%	1%

PORCENTAJE % CONSUMO DE CALIZAS 2014					
MES	Caliza Atocongo Total	Caliza Atocongo Norte Total	Caliza Pucará	Caliza Terceros	Caliza Marginal Total
ENE	59.95	17.21	21.10	1.74	0.00
FEB	54.15	12.62	27.18	2.35	3.71
MAR	69.70	15.96	10.21	3.23	0.89
ABR	50.25	7.02	12.90	26.69	3.14
MAY	41.34	21.20	13.00	16.91	7.02
JUN	41.83	18.22	18.93	12.80	8.22
JUL	43.69	16.20	18.26	13.84	8.02
AGO	41.72	26.41	14.39	8.42	9.07
SEP	48.23	23.98	8.62	7.56	11.61
OCT	49.89	24.45	11.91	8.37	5.38
NOV	43.17	20.33	18.88	11.36	6.25
DIC	53.43	25.14	2.56	12.25	6.62
Promedio	50%	19%	15%	10%	6%

En la tabla 4.2.2.1-d se muestran los valores de los porcentajes de formación de rumas de la PH (pre homogeneizador). La razón de ser de formar la ruma de la PH a partir de la ruma de la tina en La CH-PR, es debido a que ese material proviene directamente de la cantera donde se pueden presentar variaciones en las leyes, teniendo un proceso que es sensible a cualquier pequeña variación en algunos de los parámetros en la caliza.

El consumo mayor es de caliza media, en un 80% en promedio.

TABLA 4.2.2.1-d: PORCENTAJE FORMACION DE RUMAS.

PORCENTAJE FORMACIÓN RUMAS - PH				
AÑO	MES	% CALIZA BAJA	% CALIZA MEDIA	% CALIZA ALTA
2013	ENE	11.93	86.07	2.00
	FEB	22.23	77.77	0.00
	MAR	15.07	83.18	1.76
	ABR	22.42	77.58	0.00
	MAY	13.66	84.32	2.03
	JUN	6.68	93.32	0.00
	JUL	7.66	78.74	13.60
	AGO	6.93	85.82	7.26
	SEP	2.41	86.86	10.72
	OCT	8.39	81.60	10.01
	NOV	4.82	73.24	21.94
	DIC	5.24	77.51	17.25
% PROMEDIO		11	82	7
2014	ENE	7.23	65.03	27.75
	FEB	5.69	69.81	24.50
	MAR	8.74	74.51	16.75
	ABR	13.72	57.75	28.53
	MAY	4.40	85.77	9.84
	JUN	5.52	84.06	10.41
	JUL	2.82	85.53	11.65
	AGO	6.00	85.23	8.77
	SEP	8.02	88.02	3.96
	OCT	13.90	81.63	4.47
	NOV	12.22	81.15	6.63
	DIC	10.20	79.86	9.93
% PROMEDIO		8	78	14

4.2.2.2 Perforación:

Los taladros de producción se realizan con perforadoras DML, cuyo diámetro de broca empleado en la cantera es de 6 3/4", tanto para caliza como para desmorte, las longitudes de barra van asociadas a los siguientes de parámetros por Cantera:

Tabla 4.2.2.2-a: Alturas de Perforación en las Canteras:

CANTERA	ATOCONGO	ATOCONGO NORTE	PUCARA
Altura de Banco	14m.	10	10
Sub-Perforación	1-1.2 m.	1 – 1.2 m.	1 m.
Longitud del Taladro	15-15.5 m.	11-11.5 m.	11 m.

Los taladros de precorte se realizan con la perforadora furukawa con un diámetro de 4 1/2. La inclinación del ángulo de talud operativo para el límite de pit final es de 70°, el precorte se aplicará con espaciamentos de 2 a 2,5 m en el límite de banquetta.

El espaciamiento de 2 metros se da en Atocongo Norte donde tenemos la roca de mayor dureza.

La geometría de la malla de perforación, varía según material (caliza, desmorte), siendo la dureza la roca la define las dimensiones de la malla de perforación, la roca caliza tiene una dureza menor en general en todas las canteras respecto al desmorte, constituido en todos los casos por roca andesita. La caliza de Atocongo Norte presenta una mayor dureza que en el caso de Atocongo.

Parámetros de Perforación:

CALIZA ATOCONGO:

- DIÁMETRO: 6 ¾.
- BURDEN: 6.3-7.2
- ESPACIAMIENTO:7.2
- TIPO: TRIANGULAR, CUADRADA
- SALIDA: ECHELÓN, EN “V”.

CALIZA ATOCONGO NORTE:

- DIÁMETRO: 6 ¾.
- BURDEN: 5.5
- ESPACIAMIENTO:6.3
- TIPO: TRIANGULAR
- SALIDA: ECHELÓN, EN “V”.

DESMONTE:

- DIÁMETRO: 6 ¾.
- BURDEN: 5.5
- ESPACIAMIENTO: 6.3
- TIPO: TRIANGULAR.
- SALIDA: ECHELÓN, EN “V”.

4.2.2.3 Voladura:

El material volado en la cantera tiene diferentes granulometrías, el desmonte tiene en promedio un P80 de 17 pulgadas, la roca caliza tiene un P80 de 11.5 pulgadas. En contraposición a lo que en minería metálica tenemos, en la cantera no tenemos la necesidad de tener un material muy fragmentado debido a que la Chancadora Primaria reduce el material de manera más efectiva cuando el material es más grueso. Por ende desde 2014, se plantearon cambios en los parámetros de las voladuras, se amplió la malla en caliza, y se ajustaron las densidades lineales de carga por taladro, reduciéndose en un 25% la carga. El factor de potencia en caliza que tenemos actualmente en un rango 0.16-0.18 kg/t. El Explosivo empleado en la operación es una Emulsión Gasificada, con los accesorios respectivos para voladura no electrónica.

Imagen 4.2.2.3-a: Malla Típica en zona de caliza. Los diseños de disparo priorizan tener doble cara libre.

**Parámetros de Voladura:**

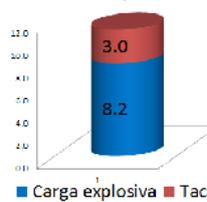
En las tablas siguientes tenemos los parámetros de voladura para ambos tipos de material: caliza y desmonte, en ambas canteras. Para ambos casos trabajamos con la misma densidad del explosivo.

TABLAS 4.2.2.3-b y 4.2.2.3-c: Parámetros de Voladura Atocongo y Atocongo Norte.

	AT	ATN
	CALIZA	CALIZA
Taco Inicial (m)	3.0	4.7
Taco Final (m)	2.0	4.0
Carga explosiva	Fondo	Fondo
Longitud (m)	8.2	10.5
Explosivo	SAN-G	SAN-G
Dens. Exp (gr/cm ³)	1.02	1.02
Ensanchamiento (%)	10.0%	10.0%
Dens. Lineal (Kg/m)	25.9	25.2
Carga (Kg)	212	264
FACTOR POTENCIA (Kg/Tm)	0.16	0.17

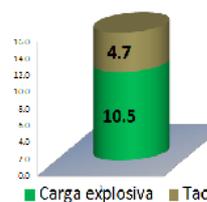
	AT	ATN
	DESMONTE	DESMONTE
Taco Inicial (m)	4.5	6.2
Taco Final (m)	3.9	5.0
Carga explosiva	Fondo	Fondo
Longitud (m)	6.7	9.0
Explosivo	SAN-G	SAN-G
Dens. Exp (gr/cm ³)	1.02	1.02
Ensanchamiento (%)	0.0%	0.0%
Dens. Lineal (Kg/m)	23.5	23.5
Carga (Kg)	157	220
FACTOR POTENCIA (Kg/Tm)	0.17	0.17

AT NORTE, H=10m



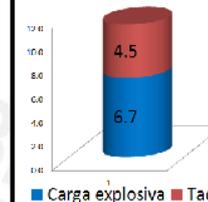
■ Carga explosiva ■ Taco

ATOCONGO, H=14m



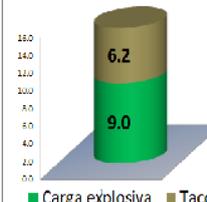
■ Carga explosiva ■ Taco

AT NORTE, H=10m



■ Carga explosiva ■ Taco

ATOCONGO, H=10m



■ Carga explosiva ■ Taco

La carga explosiva que se utilizará dentro de los taladros previamente perforados está compuesta por Emulsión (SANG), Iniciador o Booster de 1 libra, además de un detonador no eléctrico.

La detonación de las cargas explosivas se realizará amarrando los tubos plásticos de los detonadores de los taladros. Estos serán iniciados mediante fulminantes de tipo común y una guía de seguridad, cuya longitud será de 5 pies o 1.5m. Este sistema dará el tiempo necesario para que el personal de disparo alcance un lugar seguro. La lista de accesorios y explosivos incluye el Polvorín de Pucará. **TABLA 4.2.2.3-d:** Lista de explosivos y accesorios de voladura.

POLVORIN ATOCONGO			
TIPO	Nombre Sistema Almacen	Nombre Breve	Unidad
EXPLOSIVOS	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO GASIFICABLE	San G	Kgs.
EXPLOSIVOS	NITRATO DE AMONIO TIPO ANFO	Nitrato de Amonio	Kgs.
EXPLOSIVOS	EMULSION SENSIBIL. A GRANEL FAMEPLAST	Fameplast	Kgs.
EXPLOSIVOS	FAMECORTE S 2" X 8 M	Famecorte	Kgs.
ACCESORIOS	CORDON DETONANTE 5 GR	Cordón Detonante	Mts.
ACCESORIOS	LINEA SILENCIOSA DE ENCENDIDO FANEL	Línea Silenciosa	Mts.
ACCESORIOS	MECHA DE SEGURIDAD	Mecha Lenta	Mts.
ACCESORIOS	MECHA RAPIDA	Mecha Rápida	Mts.
ACCESORIOS	BOOSTER HDP 1 LIBRA	Booster HDP	U
ACCESORIOS	FULMINANTE # 8 - ATOCONGO	Fulminante # 8	U
ACCESORIOS	DETONADOR NO ELECTRICO DUAL 23 M 17/500	Fanel Dual 17/500	U
ACCESORIOS	DETONADOR NO ELECTRICO DUAL 23 M 42/800	Fanel Dual 42/800	U
ACCESORIOS	FANEL DUAL CTD 8 M RS 25	Fanel Dual RS 25	U
ACCESORIOS	FANEL DUAL CTD 8 M RS 42	Fanel Dual RS 42	U
ACCESORIOS	FANEL DUAL CTD 8 M RS 65	Fanel Dual RS 65	U
ACCESORIOS	FANEL DUAL CTD 8 M RS 109	Fanel Dual RS 109	U
ACCESORIOS	ARMADA MECHA LENTA 7" (2.10M) 300 UND	Carmex (Armada Mecha Lenta)	U
POLVORIN PUCARA			
Codigo	Nombre Sistema Almacen	Nombre Breve	Unidad
EXPLOSIVOS	SOLUCION ACUOSA DE NITRATO GASIFICABLE	San G	Kgs.
EXPLOSIVOS	NITRATO DE AMONIO TIPO ANFO	Nitrato de Amonio	Kgs.
EXPLOSIVOS	EMULSION SENSIBIL. A GRANEL FAMEPLAST	Fameplast	Kgs.
EXPLOSIVOS	FAMECORTE S 2" X 8 M	Famecorte	Kgs.
ACCESORIOS	CORDON DETONANTE 5 GR	Cordón Detonante	Mts.
ACCESORIOS	LINEA SILENCIOSA DE ENCENDIDO FANEL	Línea Silenciosa	Mts.
ACCESORIOS	MECHA DE SEGURIDAD	Mecha Lenta	Mts.
ACCESORIOS	BOOSTER HDP 1 LIBRA	Booster HDP	U
ACCESORIOS	FULMINANTE # 8 - ATOCONGO	Fulminante # 8	U
ACCESORIOS	DETONADOR NO ELECTRICO DUAL 20 M 25/600	Fanel Dual 25/600	U
ACCESORIOS	DETONADOR NO ELECTRICO FANEL 15.0 M N° 4	Fanel 4	U
ACCESORIOS	DETONADOR NO ELECTRICO FANEL 15.0 M N° 8	Fanel 8	U
ACCESORIOS	FANEL DUAL CTD 8 M RS 25	Fanel Dual RS 25	U
ACCESORIOS	FANEL DUAL CTD 8 M RS 42	Fanel Dual RS 42	U
ACCESORIOS	FANEL DUAL CTD 8 M RS 65	Fanel Dual RS 65	U
ACCESORIOS	FANEL DUAL CTD 8 M RS 109	Fanel Dual RS 109	U

4.3 Lista de Equipos:

Para el desarrollo de la operación de las Canteras Atocongo se requerirá de equipos y maquinarias, las cuales se describen a continuación:

4.3.1 Carguío y Acarreo:

En Atocongo el carguío y acarreo de caliza se empleaba flota de perfil alto, siendo a fines del 2013 cuando se iniciaron las primeras pruebas del cambio hacia el diseño de mezcla que se vió la factibilidad de emplear equipo de bajo perfil como volquetes debido a la facilidad para trabajar con mezclas cuando tenemos un equipo más pequeño. De la flota grande antes manejada de 8 camiones ahora mantenemos solo 2 para emplearlo en desmonte.

En operación empleamos de 16 a 20 volquetes para el transporte de caliza, siendo la distancia ponderada hacia la Chancadora Primaria de 2.2 Km. Tenemos disponibles 4 camiones para desmonte. El ratio de desmonte mineral en la cantera es bajo. Tenemos disponibles 8 a 10 camiones para transporte externo de caliza desde Pucará.

El resto de equipos involucrados en la operación se detallan a continuación:

CANTERAS ATOCONGO Y ATOCONGO NORTE:

Tabla 4.3.1-a: Listado de maquinaria para los trabajos de Carguío y Acarreo empleada en las canteras

Cantidad	Máquina	Características	Capacidad
03	Cargador Frontal (Cantera)	CAT 988 H	6.3-7 m ³
02	Cargador Frontal (Cantera)	CAT 988 C	6.3-7 m ³
01	Cargador Frontal (Cantera)	KOMATSU WA 500	6.3 m ³
01	Excavadora (Cantera)	CAT 374DL	3.6 m ³
02	Camión fuera de carretera (Cantera)	CAT 775 E (60t)	60 t
22	Camión Volquete (Cantera)	VOLVO FM 8x4R	22m ³

Tabla 4.3.1-b: Listado de maquinaria auxiliar empleada en las canteras

Cantidad	Máquina	Características	Capacidad
01	Tractor	CAT D8R	8,68 m ³
01	Tractor	D9R	10 m ³
01	Motoniveladora	VOLVO G940	
02	Cargador	CAT 966 H	4.5 m ³
03	Cisterna	Capacidad: 5000 gal	

Tabla 4.3.1-b: Listado de maquinaria auxiliar empleada en las movimiento de agregados y trabajos de planta

Cantidad	Máquina	Características	Capacidad
03	Cargador Frontal	K CAT 966 H	4.5 m ³
06	Camión Volquete	VOLVO FM 6x4R	17 m ³
01	Retroexcavadora	CAT 416E	0.76 m ³

CANTERA PUCARÁ:
Tabla 4.3.1-c: Listado de maquinaria empleada en las canteras

Cantidad	Máquina	Características	Capacidad
01	Cargador Frontal	CAT 988 H	6.3-7 m ³
01	Cargador Fontal	CAT 988 C	6.3-7 m ³
01	Excavadora	CAT 374DL	3.6 m ³
06	Camión Volquete	VOLVO FM 6X4R	17m ³
10	Camión Volquete	VOLVO FM 8X4R	22m ³

Tabla 4.3.1-d: Listado de maquinaria auxiliar empleada en las canteras

Cantidad	Máquina	Características	Capacidad
01	Tractor	CAT D8R	8,68 m ³
01	Motoniveladora	VOLVO G940	
01	Cargador	CAT 966 H	4.5 m3
01	Cisterna	Capacidad: 5000 gal	

4.3.2 Perforación y Voladura:

De acuerdo a la magnitud de nuestras operaciones necesitamos una perforadora de producción para las operaciones de ambas canteras Atocongo y Atocongo Norte, además de una perforadora Ranger para los taladros inclinados de precorte. La perforadora de precorte pude trasladarse a Pucará, siendo la misma la que abastece ambos puntos. En el caso de la cantera en Pucará también nos abastecemos con una perforadora de producción. Tanto en Atocongo y Pucará para cada caso nos abastecemos con un camión fábrica.

CANTERAS ATOCONGO Y ATOCONGO NORTE:

Tabla 4.3.2-a: Listado de equipos para perforación y voladura canteras Atocongo

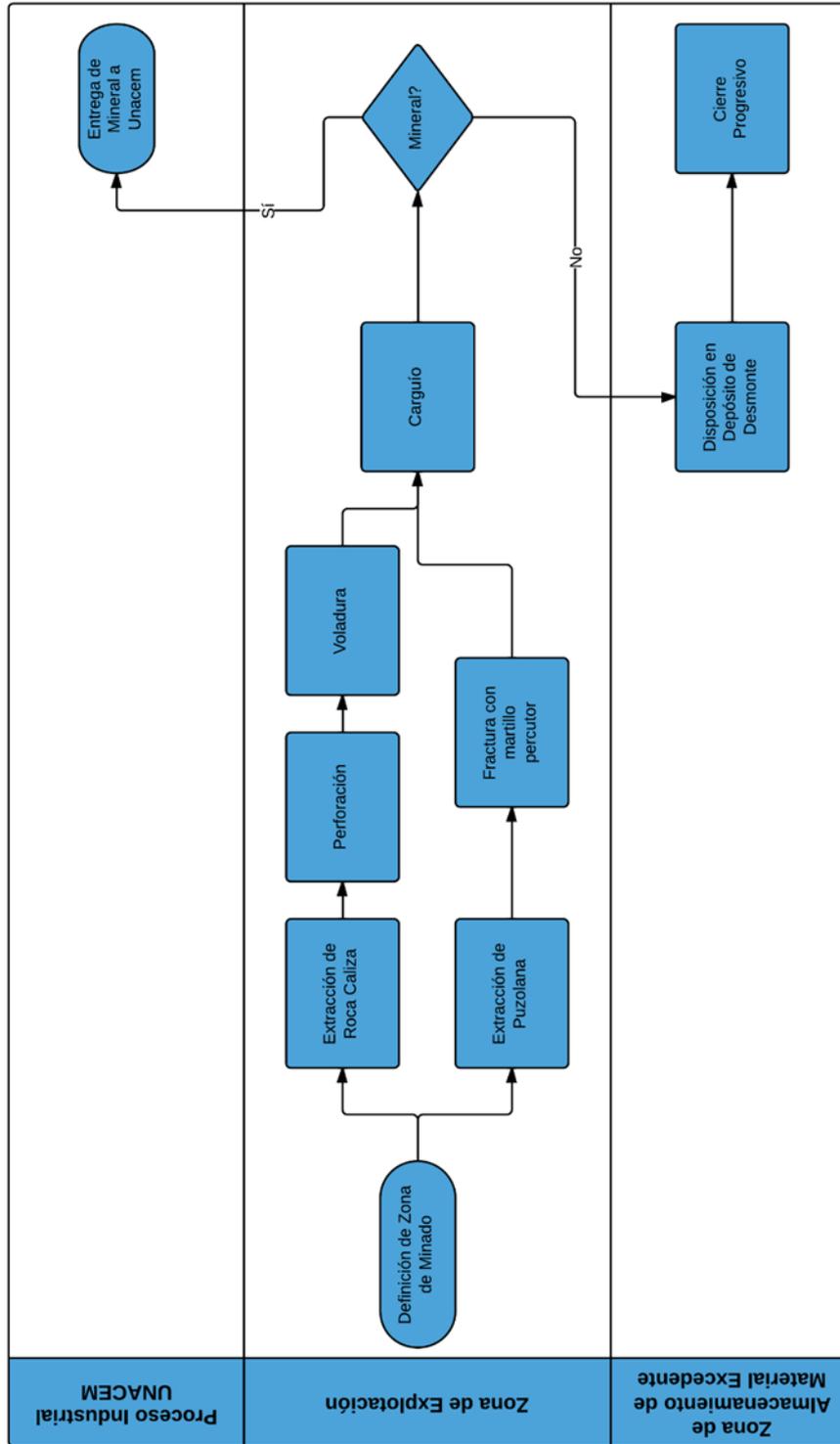
Cantidad	Equipo	Características
01	Equipo de Perforación	Atlas Copco DML-EP33
01	Equipo de Perforación	Atlas Copco DML-EP17
01	Equipo de Perforación	Sandvick DX 800-EP26
01	Camión Fábrica	Camión Fábrica de Famesa con PLC

CANTERA PUCARÁ:

Tabla 4.3.2-b: Listado de equipos de perforación y voladura

Cantidad	Equipo	Características
01	Equipo de Perforación	Atlas Copco DML-EP37
01	Camión Fábrica	Camión Fábrica de Famesa con PLC

4.4 Diagrama de Flujo del proceso:



4.5 Insumos en Canteras:

4.5.1 COMBUSTIBLE:

El requerimiento de combustible Diesel 2 (o equivalente), aceites y grasas se da en función al funcionamiento de maquinarias y equipos. En la Tabla 4.5.1 se muestran los valores de consumo anuales referenciales.

Tabla 4.5.1: Consumo de combustibles y grasas

Año	Diesel 2 (galones)	Aceltes (galones)	Grasas (cilindros)
2013	12,096,700	326,715	1,199
2014	12,381,326	334,402	2,046

4.5.2 AGUA:

Para la actividad de extracción de caliza y puzolana de Canteras Atocongo no se requiere agua. Asimismo, la planta industrial Atocongo si tiene un consumo de agua importante. Las medidas de mitigación, del Plan de manejo Ambiental, tales como riego de caminos y áreas verdes también consumen agua. En tal sentido, el consumo total mensual es de aproximadamente 64 641 m³, de los cuales 17 904 m³ son para uso en campamento, 14 718 m³ para consumo doméstico y 24 540 m³ para uso industrial, entre los consumos mayores. El volumen total señalado también incluye el consumo de agua para regadío de caminos y jardines de un aproximado de 5 212 m³, correspondiendo a riego de caminos de la cantera, 404 m³.

El agua usada proviene de 2 pozos ubicados en la zona de “Las Palmas” a 5 km del área del Canteras Atocongo. Cabe mencionar que a partir de la aprobación del reuso de agua residual tratada por la PTAR de la planta industrial Atocongo se cuenta hasta con 6.65 lps de agua que puede ser usada para regar caminos y áreas verdes de Canteras Atocongo.

El agua que abastece a las instalaciones auxiliares ubicados en la zona de Canteras Atocongo procede de la red de la empresa Sedapal y el área de operaciones cuenta con agua proveniente de los pozos de la zona de “Las Palmas”, además de agua adquirida de camiones cisterna. En la Tabla 4.5.2 se muestra la demanda de agua en las canteras Atocongo.

Tabla 4.5.2: Consumo de agua – Canteras Atocongo

2014	Uso industrial	Uso doméstico	Campamento	Consumo Total
m3/mes	24 540	14 718	17 904	64 641

4.5.3 ENERGIA ELECTRICA:

El Proyecto se encuentra conectado a la red interconectada nacional y la operación minera en la UEA Atocongo realiza un consumo aproximado de **287895 MWH** para el funcionamiento de sus instalaciones.

4.5.4 DEMANDA DE EXPLOSIVOS:

Tabla 4.5.4: Consumo de explosivos, Pedido de explosivos para el COM (Certificado de Operación Minera) y Autorización Global de Explosivos del primer semestre, correspondientes al 2014.

Granetes		
Emulsión Matriz (SANG-G)	KG	1767109
Fame Plast	KG	375
Fame Corte	CAJA	155
Nitrato de Amonio	KG	78094
N-20	KG	26472
Iniciadores		
Booster 1 lb	PZA	14743
Cordones y Mechas		
Cordon Detonante 5p	M	2075
Guía de Seguridad	M	468
Carmex 7'	M	136
Mecha Rapida Z-18	M	39
Fulminante		
Fulminante Comun N°8	PZA	282
Fulminante Iniciación	PZA	0
Linea Iniciación		
Linea Iniciación 500 m	PZA	5
Fanel Dual		
Fanel Dual 23 m 500/17	PZA	465
Fanel Dual 23 m 600/25		0
Fanel Dual 23 m 800/42		10567
Fanel CTD		
Fanel CTD 8m RS42 ms	PZA	39
Fanel CTD 8m RS65 ms	PZA	475
Fanel CTD 8m RS109 ms	PZA	57
Fanel CTD 8m RS25 ms	PZA	418
Ton Ejecutado(caliza)	TON	1819349
Ton Ejecutado(Desmonte)	TON	1395276

COM 2014					
3 EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS					
NOMBRE GENERICO	Unidad de Medida	AUTORIZADO ANTERIOR	SALDO EN STOCK A LA FECHA	SOlicitud ACTUAL	AUTORIZADO ACTUAL
ARMADA DE MECHA LENTA	Unid.	600	236	600	500
CEBO (INICIADOR) ESPECIAL	Unid.	18,600	3,812	35,109	35,100
CORDON DETONANTE	m	--	1,340	8,000	7,000
DETONADOR	Unid.	800	270	300	200
DETONADOR ELECTRONICO	Unid.	1,000	--	1,000	1,000
DETONADOR NO ELECTRICO	Unid.	18,900	3,074	36,279	36,300
DINAMITA	kg	100	--	100	75
EMULSION ENCARTUCHADA	kg	20,000	--	12,000	12,000
EMULSION MATRIZ	kg	3,060,000	80,530	5,361,985	5,361,985
LINEA SILENCIOSA DE ENCENDIDO	m	4,000	1,000	4,000	4,000
MECHA LENTA	m	2,000	840	2,600	1,500
MECHA RAPIDA	m	3,000	1,468	3,000	2,500
NITRATO DE AMONIO	kg	210,000	29,700	210,000	210,000

AUTORIZACION GLOBAL DE EXPLOSIVOS - 2014 - I		
EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS	CANTIDAD	MEDIDA
ARMADA DE MECHA LENTA	250	UNIDADES
CEBO (INICIDOR) ESPECIAL	17,550	UNIDADES
CORDON DETONANTE	3,500	METROS
DETONADOR	100	UNIDADES
DETONADOR ELECTRONICO	500	UNIDADES
DETONADOR NO ELECTRICO	18,150	UNIDADES
DINAMIITA	39	KILOS
EMULSION ENCARTUCHADA	6,000	KILOS
EMULSION MATRIZ	2680,993	KILOS
LINEA SILENCIOSA DE ENCENDIDO	2,000	METROS
MECHA LENTA	750	METROS
MECHA RAPIDA	1,250	METROS
NITRATO DE AMONIO	105,000	KILOS

ES COPIA FIEL DEL ORIGINAL

[Firma] ...//

ABOG. GISELA E. BRIONES ZEVALLOS
FEDATARIA DE SUZCAMP

4.6 Estabilidad de taludes:

4.6.1 Estabilidad en Canteras:

Para hacer el estudio de estabilidad física de los taludes en Atocongo, Atocongo Norte y Puquio se ha realizado una evaluación e interpretación de los estudios geológicos anteriores, inspección geológica del talud Sur del tajo abierto Atocongo, mapeos de detalle mediante registros lineales y ventanas para caracterizar las familias de las discontinuidades, ejecución de ensayos geotécnicos en el laboratorio, caracterización y clasificación geomecánica del macizo rocoso involucrado con el tajo sur, zonificación geomecánica del macizo rocoso en dominios estructurales y finalmente evaluación de la estabilidad del talud del tajo.

Para el análisis de la estabilidad de los bancos de explotación se consideró un talud de 75° habiéndose encontrado que las diferentes familias de fracturas presentes no comprometen la estabilidad del talud; sin embargo es probable que se presenten pequeños bloques de roca sueltos de manera aislada en los bancos de explotación que tendrán que ser eliminados (desquinchados) durante la explotación. Se han determinado cinco dominios estructurales, en la tabla 4.6.1-a se muestra la clase de macizo rocoso por cada una de ellas.

Tabla 4.6.1-a Tabla de Dominios estructurales

Dominio Estructural	Indices del macizo rocoso				Clase de macizo rocoso	
	RQD	RMR ₈₉	RMR ₈₉ '	Q	RMR	Q
Zona SE	75%	71	71	6.25	II (buena)	Regular
Zona SW	75%	73	73	9.38	II (buena)	Regular
Zona C	75%	71	71	6.25	II (buena)	Regular
Zona NW	75%	72	72	9.38	II (buena)	Regular
Zona NE	75%	71	71	5.00	II (buena)	Regular

Del análisis de estabilidad en los sectores de taludes críticos se muestra un resumen en la tabla 4.6.1-b. Es práctica común utilizar un valor de factor de seguridad mínimo de 1.5 para la mayoría de análisis de estabilidad en condiciones estáticas y de 1.3 para condiciones pseudo estáticas, con lo cual se puede concluir que los valores de factor de seguridad obtenidos en los análisis de estabilidad resultan aceptables.

Tabla 4.6.1-b Factores de seguridad

Sector	Altura Máxima (m)	Inclinación Promedio	Factor de Seguridad	
			Estático	Pseudoestático
SE – 3	115	25°	5.98	3.84
SW – 3	57	25°	8.81	5.63
C – 2	215	30°	3.70	2.52
NE – 1	141	32°	4.25	2.98
NE – 2	141	32°	4.32	2.83

Tabla 4.6.1-c Factores de seguridad del análisis de la estabilidad del talud sur del Pit Atocongo.

Condición	Factor de Seguridad	
	Calculados	Admisibles
Estático	4.0	1.5
Seudo-estático	3.0	1.1

Las propiedades físicas y mecánicas del macizo rocoso se estudiaron tomando en cuenta sus discontinuidades (fallas, fisuras, diaclasas, etc.). La metodología utilizada en el estudio fue el criterio de Mohr-Coulumb y el criterio de fallamiento de Hoek-Brown (Hoek, 1995) que toman en consideración la resistencia de la roca intacta y el grado de fracturación y alteración del macizo rocoso. Los resultados del estudio del macizo rocoso indican que todos los dominios estructurales tienen propiedades de resistencia similares. La Tabla 4.6.1-d resume las propiedades de resistencia promedio de los dominios estructurales.

Tabla 4.6.1-d: Propiedades de Resistencia Promedio de los Cinco Dominios Estructurales

M6	S	a	σ_{cm} (MPa)	c(MPa)	Φ (°)
2,97	0,023	0,5	27,80	7,18	35,4

M6, S, a parámetros de resistencia del macizo de acuerdo al criterio de fallamiento de Hoek-Brown

σ_{cm} : Resistencia a la compresión uniaxial, c: cohesión, Φ ángulo de fricción

Fuente: Estudio de Estabilidad de Taludes de la Cantera de Atocongo, SVS 1998

4.6.1.1 Naturaleza del Basamento:

El yacimiento calcáreo Atocongo está constituido por rocas sedimentarias, rocas ígneas y depósitos inconsolidados, con edades que van desde el Cretáceo inferior al Cuaternario reciente. La formación Atocongo es identificada como Caliza Atocongo y dividida en tres miembros, inferior, medio y superior, diferenciados por su estructura y por el contenido de sílice, azufre y calcita.

La roca generalmente está gobernada por la presencia de discontinuidades que pueden generar bloques potencialmente inestables por la intersección entre estos y la cara del talud. Se han encontrado cinco dominios estructurales o zonas geotécnicas con características típicas las cuales se han denominado por su ubicación dentro de la cantera en zona SE, SW, C, NW y NE con calidad similar con un valor de RMR1, de aproximadamente 71 (buena) y un valor de Q2 de aproximadamente 5 (regular a buena).

En la zona de la UEA afloran rocas sedimentarias (Formación Atocongo), rocas volcánicas pseudo estratificadas (Volcánicos Quilmaná) ambas del Cretaceo inferior – medio. Además afloran rocas hipabisales e intrusivas pertenecientes al Batolito de la Costa que intruyen a las formaciones antes indicadas. Cubriendo parcialmente a los afloramientos rocosos se encuentran depósitos inconsolidados del cuaternario.

La Cantera de puzolana, está constituido por afloramientos de rocas sedimentarias del Cretáceo inferior-medio, compuestos básicamente por calizas, calizas margosas, margas y niveles lutáceos, así como por cuerpos intrusivos y materiales volcánicos de naturaleza andesítica. Estas últimas bastante conspicuas en las partes altas, que corresponden a las estribaciones de la Cordillera Occidental. Cubriendo esta secuencia de rocas se encuentran los depósitos inconsolidados del cuaternario.

4.6.1.2 Análisis del Riesgo Sísmico:

El análisis de riesgo sísmico realizado en la UEA Atocongo (1998), utilizó el Método de los Valores Extremos, la distribución de probabilidad de Gumbel, y la metodología de Lomnitz y Glass para determinar la aceleración sísmica de diseño para la estabilidad de taludes para la explotación. Para el caso de la cantera Atocongo, la aceleración sísmica de diseño que se debería emplear sería de 0,32 g (aceleración sísmica para un periodo de retorno de 400 años, con una probabilidad de excedencia de doce por ciento para una vida del proyecto de 50 años).

4.6.2 Estabilidad de Botaderos:

Se tienen cuatro (4) lugares para el almacenamiento de los desmontes de las canteras Atocongo, los cuales han sido identificados como Quebrada Blanca, Quebrada Blanca Sur, Guayabo y Puquio. Desde el punto de vista topográfico, todos estos sitios presentan condiciones favorables para la construcción de los botaderos y disponen de una gran capacidad de almacenamiento.

El medio geológico de los sitios investigados para la colocación de los botaderos está conformado por depósitos del cuaternarios de origen coluvial, eólico y aluvial, una secuencia sedimentaria representada por el Grupo Morro Solar de naturaleza clástica, el Grupo Lima que es una secuencia arcillo calcárea, la secuencia volcánica – clástica del Grupo Casma, y el monzogranito Atocongo. Las fallas son muy antiguas, están parcialmente cubiertas por depósitos aluviales y no representan peligro alguno para la seguridad de los botaderos. La roca tiene una corteza moderadamente meteorizada y fracturada con índice RMR estimado en 50, una densidad de 2.30 g/cm³, cohesión de 250 kPa y ángulo de fricción interna de 30° Para la roca sana y ligeramente fracturada se le ha asignado un índice RMR de 80, densidad de 2.6 g/cm³, cohesión de 400 kPa y ángulo de fricción interna de 45°.

Sondeos perforados en la zona hasta una profundidad de 200 m por debajo el nivel de mar no han reportado la presencia de la napa freática. En la zona existen depósitos aluviales con características favorables para almacenar agua, pero los aportes hídricos para la recarga son prácticamente nulos.

El análisis probabilístico del peligro sísmico con una excedencia de 10 %, una exposición de 50 años y un periodo de retorno de 500 años ha permitido definir una aceleración sísmica máxima de 0.31 g. El coeficiente sísmico para el análisis pseudo-estático se ha considerado como 2/3 de la aceleración sísmica máxima, lo que corresponde a un valor de 0.20 g ($g=9.81$ m/s²).

La calidad del material rocoso de los botaderos es muy diversa. La heterogeneidad litológica de estos materiales depende de la zona de procedencia y de la intensidad de la voladura aplicada para la explotación. Sus tamaños son variables, estos pueden ser desde tamaños de bloques hasta el tamaño de gravillas, con cierta fracción de finos. Los depósitos se localizan enteramente dentro del perímetro de las concesiones de UNACEM, al norte (Q. Blanca) y Sur (Q. El Puquio) de la cantera. Estos modificarán el relieve de las mencionadas quebradas. Ambas quebradas tienen cuencas pequeñas, secas y sin uso actual.

Las labores desarrolladas sobre formaciones de caliza o rocas sedimentarias con poco contenido de piritita no generan ácido, el material de los botaderos son inertes, por lo que no existe lixiviación de metales o generación de ácido.

Tabla 4.6.2: Tabla de Factor de Seguridad por Botadero.

Depósitos de Desmontes	Factor de seguridad	
	Estático	Pseudo-estático
Qda. Blanca	1.85	1.21
Guayabo	2.08	1.33
Puquio	1.85	1.21
Qda. Blanca Sur	1.84	1.20

4.7 Parámetros de diseño de la Cantera y Botaderos:

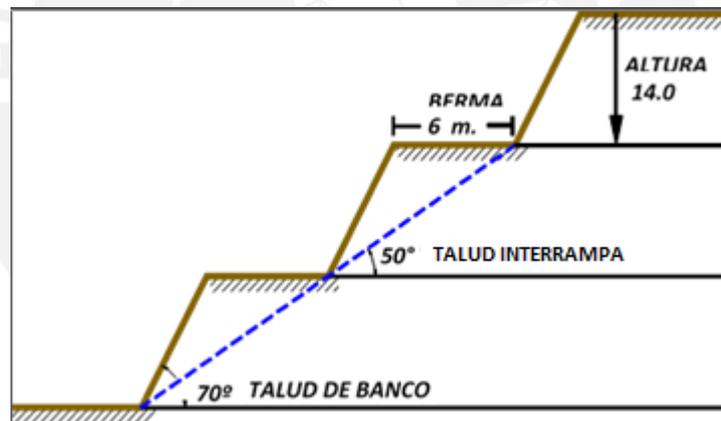
4.7.1 Cantera Atocongo:

Los parámetros de diseño del tajo para esta cantera están basados en prácticas estándar. La imagen 4.7.1 muestra la configuración de los bancos de la cantera Atocongo.

Tabla 4.7.1: Parámetros de diseño - Cantera Atocongo

Altura de Banco	14 m
Talud de Banco	70°.
Bermas	6m
Talud Interrampa	50°.
Gradiente de Rampas	Hasta 12%

Imagen 4.7.1: Configuración del Tajo Atocongo



4.7.2 Cantera Atocongo Norte:

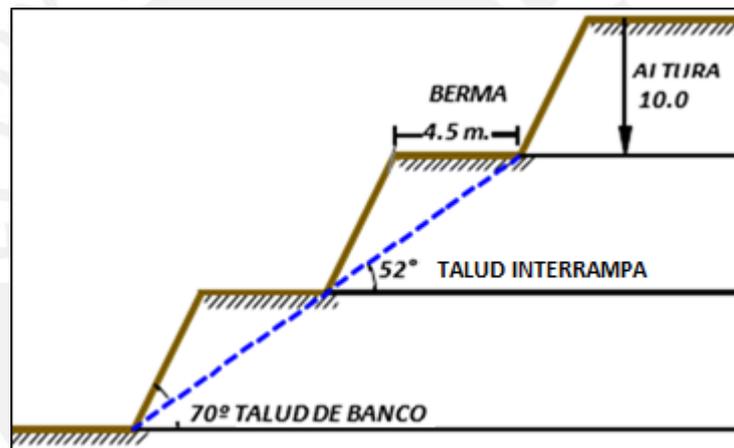
La Cantera Atocongo Norte está ubicada en las coordenadas centrales UTM E 293 595 y N 8 652 915, y ocupa un área aproximada de 11,05 ha. El depósito de caliza de Atocongo Norte, de propiedad de UNACEM S.A.A., se ubica al norte de la cantera Atocongo dentro de las concesiones “Atocongo” y “San Miguel Dos”, en el flanco derecho de la quebrada Blanca. Ambas canteras están en el flanco izquierdo de la quebrada Atocongo, que es parte de la cuenca inferior del valle del río Lurín. En el distrito de Villa María del Triunfo, provincia y departamento de Lima.

En el gráfico 4.7.2 se muestra la configuración de los bancos de la Cantera Atocongo Norte. La Tabla 4.7.2 presenta los parámetros de diseño de la cantera.

Tabla 4.7.2: Parámetros de diseño – Cantera Atocongo Norte

Bermas	4 – 4.5 metros
Ancho de carreteras	10
Gradiente máxima	Hasta 12%
Talud Interrampa	52°
Altura de Banco	10 metros

Imagen 4.7.2: Configuración del Tajo Atocongo Norte



4.7.3 Cantera de Puzolana:

Se ubica al noroeste de la cantera Atocongo. Está flanqueado por el oeste por el cerro Tres Marías y el poblado de Tablada de Lurín, al este por la Av. 26 de Noviembre y al norte por el pueblo joven Virgen de Lourdes, y al sur con el cerro Castilla.

Este yacimiento está relacionado con cuerpos volcánicos andesíticos y se extiende en dirección NW-SE. Su explotación se efectúa por el método de cielo abierto, utilizando retroexcavadora con martillo hidráulico, cargadores frontales con capacidad de cuchara de 3.0 m³ y volquetes de 17 a 22 m³ de capacidad. Esta cantera abarca una extensión aproximada de 18.54 ha. Esta superficie limita con una zona arqueológica, donde se ubica el Museo de Sitio a cargo de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Tabla 4.7.3-a: Ubicación de Canteras de Puzolana

Ítems	Descripción	Coord. UTM (E)	Coord. UTM (N)
01	Cantera de Puzolana – Norte	291 297	8 653 176
02	Cantera de Puzolana – Sur	291 702	8 652 880
03	Cantera de Puzolana – Este	291 930	8 652 473

Los parámetros de diseño de la cantera están basados en la práctica estándar de la industria y son consistentes con otras operaciones que usan equipo de similar tamaño y condiciones de terreno. En la Tabla 4.7.3-b se presentan los parámetros de diseño de la cantera.

Tabla 4.7.3-b: Parámetros de diseño de cantera

TABLA	
Talud desbroce arena	13°
Talud general puzolana	45°
Talud de trabajo	35°
Ancho de carreteras	10 metros
Gradiente máxima	12%
Altura de Banco	10 metros

4.7.4 Botaderos de Desmonte:

El diseño de los botaderos mantiene los siguientes parámetros de diseño, el mismo que se aplica para todos los botaderos en operación exceptuando el botadero de Guayabo donde la altura de banco es de 18 metros. Tenemos tres botaderos en operación Botadero Quebrada Blanca, Botadero Quebrada Blanca Sur y Botadero Quebrada Puquio.

Imagen 4.7.4-a: Parámetros aplicado a botaderos

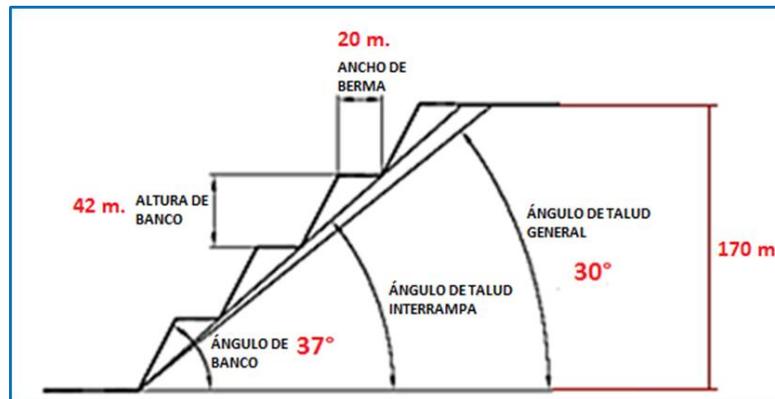


Tabla 4.7.4-b: Volúmenes y Tonelaje de almacenamiento

Depósito de Desmonte	Volumen (m3)	Peso (TM)
Quebrada Blanca	92 772 330	194 821 893
Quebrada Blanca Sur	4 079 700	8 567 370
Quebrada Blanca Picapiedra	31 110 680	65 332 428
Guayabo	1 271 550	2 670 255
Puquio	38 470 520	80 788 092

4.7.4.1 Botadero - Quebrada Blanca:

El botadero Quebrada Blanca está ubicado en la parte norte con respecto a la Cantera Atocongo en las coordenadas centrales UTM Este 293,250 y Norte 8,652,750 y ocupa un área aproximada de 58.96 ha, con un volumen actual de 92,772,330 m³. Actualmente el depósito se encuentra en operación y recibe los desmontes producidos por la extracción de la materia prima en tres sectores actualmente separados pero que tiene la posibilidad de formar parte de la misma estructura. Estos sectores son: Quebrada Blanca, botadero Quebrada Blanca Sur. Las Tablas 4.7.4.1 presentan los parámetros de diseño y volumen total esperado para cada sector del depósito.

Tabla 4.7.4.1-a: Parámetros botadero Quebrada Blanca.

Botadero Quebrada Blanca Proyectado			Actual																							
Berma	20		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel</th> <th>Ángulo</th> <th>Altura (m)</th> <th>Berma (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>264</td> <td>29°</td> <td>52</td> <td>104</td> </tr> <tr> <td>308</td> <td>26°</td> <td>64</td> <td>190</td> </tr> <tr> <td>336</td> <td>36°</td> <td>28</td> <td>299</td> </tr> <tr> <td>384</td> <td colspan="3">Sin ejecutar</td> </tr> </tbody> </table>				Nivel	Ángulo	Altura (m)	Berma (m)	264	29°	52	104	308	26°	64	190	336	36°	28	299	384	Sin ejecutar		
Nivel	Ángulo	Altura (m)					Berma (m)																			
264	29°	52					104																			
308	26°	64					190																			
336	36°	28	299																							
384	Sin ejecutar																									
Altura	42																									
Ángulo	37°																									
Volumen total	92 772 330																									
Bancos/ volumen (m3)	Nivel 258	9 838 800																								
	Nivel 300	25 479 650																								
	Nivel 342	29 955 460																								
	Nivel 384	27 498 420																								

Tabla 4.7.4.1-b: Parámetros botadero Quebrada Blanca Sur.

Botadero Quebrada Blanca Sur Proyectado			Actual																							
Berma	20		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel</th> <th>Ángulo</th> <th>Altura (m)</th> <th>Berma (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>258</td> <td>36°</td> <td>30</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>288</td> <td>42°</td> <td>26</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>305</td> <td>32°</td> <td>20</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>305</td> <td>43°</td> <td>20</td> <td>78</td> </tr> </tbody> </table>				Nivel	Ángulo	Altura (m)	Berma (m)	258	36°	30	30	288	42°	26	32	305	32°	20	78	305	43°	20	78
Nivel	Ángulo	Altura (m)					Berma (m)																			
258	36°	30					30																			
288	42°	26					32																			
305	32°	20	78																							
305	43°	20	78																							
Altura	43																									
Ángulo	37°																									
Volumen total	4 079 700																									
Bancos/ volumen (m3)	Nivel 317	4 079 700																								

4.7.4.2 Botadero Quebrada Puquio:

El depósito Quebrada Puquio está ubicada en la parte sur con respecto a la Cantera Atocongo en las coordenadas centrales UTM Este 292,173 y Norte 8,650,716, y ocupa un área aproximada de 25.05 ha, con un volumen actual de 38 470 520 m³. La Tabla 4.7.4.2 presenta los parámetros de diseño.

Tabla 4.7.4.2: Parámetros botadero Quebrada Puquio.

Botadero Puquio Proyectado			Actual			
Berma	20		Nivel	Ángulo	Altura (m)	Berma (m)
Altura	42		200	48°	50	0
Ángulo	37°		210	36°	10	131
Volumen total	38 470 520		240	27°	28	60
Bancos/ volumen (m3)	Nivel 198	5 833 720	268	28°	28	48
	Nivel 240	8 241 160	276	23°	8	78
	Nivel 282	11 375 090	302	34°	26	38
	Nivel 324	13 020 550	330	28°	20	12
			360	35°	18	42

4.7.4.3 Botadero - Quebrada El Guayabo:

El depósito El Guayabo está ubicado en la parte sureste con respecto a la Cantera Atocongo en las coordenadas centrales UTM Este 294,504 y Norte 8,652,660, y ocupa un área aproximada de 25.63 ha, con un volumen actual de 5,000,000 m³.

El desmonte producido en la explotación de la cantera de calizas es transportado y dispuesto en los botaderos de Quebrada El Puquio, Quebrada Blanca. El botadero de la Quebrada El Guayabo no se se emplea dado que por el este tenemos zona urbana, algo alejada pero se prefiere evitar observaciones por ruidos en la descarga, y dado a que tenemos mayor capacidad en otros botaderos. El material estéril producto de la ampliación de la cantera de caliza se deposita principalmente en los botaderos de Quebrada Blanca y El Puquio. La Tabla 4.7.4.3 presenta los parámetros de diseño.

Tabla 4.7.4.3: Parámetros botadero Quebrada el Guayabo.

Botadero Guayabo Proyectado			Actual	
Berma	20		Nivel	388
Altura	18		Ángulo	35°
Ángulo	37°		Altura (m)	26
Volumen total	1 271 550		Berma (m)	24
Bancos/ volumen (m3)	Nivel 402	993 950		
	Nivel 420	277 600		

4.8 Hidrología:

4.8.1 Infraestructura para el manejo de aguas de Canteras: No se han realizado obras hidráulicas ni pluviales debido a que la napa freática está por debajo del nivel de profundidad alcanzado en el pit final, debido a que en la zona la precipitación pluvial es muy escasa. Sin embargo se realizan estudios hidrogeológicos para evaluar el nivel de la napa freática.

4.8.2 Infraestructura para el suministro de agua y desagüe: Se cuenta con reservorios de agua y lavaderos. El agua de las instalaciones auxiliares se abastece a través de la red de la empresa Sedapal y el área de operaciones cuenta con agua proveniente de los pozos de la zona de “Las Palmas”, además de agua adquirida de camiones cisterna. Los efluentes domésticos provenientes de las instalaciones auxiliares son captados por una red de desagüe derivada a la PTAR de la planta Atocongo donde es tratada hasta cumplir con los estándares ambientales para poder realizar su reuso.

4.8.3 Nivel Máximo de Inundación Pronosticado de la Cantera: La Cantera Atocongo se ubica en una zona desértica, alejada de un cuerpo de agua superficial. Además, la actividad no genera efluentes y tampoco algún tipo de agua de mina a lo largo de sus actividades de explotación.

4.8.4 Lixiviación de metales y potencial de generación de ácidos: En el proceso de explotación de la cantera no se realizan actividades de procesamiento de metales, por lo tanto no se generan lixiviación de metales ni ácidos. Las labores desarrolladas sobre formaciones de caliza o rocas sedimentarias con poco contenido de pirita no generan ácido, en cambio las rocas volcánicas con bajo contenido de carbonatos y alto contenido de pirita sí generan ácido. La formación Atocongo es identificada como Caliza Atocongo, por tanto no se genera ácido.

5 PLANEAMIENTO:

5.1 Diseño de Pit Final: La importancia de la elaboración del Planeamiento de Largo Plazo de la Cantera se da en un principio con la finalidad de conocer el potencial que tiene el yacimiento de poder aumentar sus reservas, debido a emplear criterios de recuperación y cambios en los diseños de pit final actuales. El objetivo propuesto se da en base al criterio de recuperación de calizas marginales presentes en el yacimiento de bajo contenido de calcio, pero al incluir en la mezcla de frentes de minado la caliza alta en calcio de terceros nos permite llevar a cabo la recuperación, dejando así este material de tener un destino al botadero.

El Estudio de Reservas 2015 elaborado por la empresa consultora Core Mining Studies, consta de un diseño de pit final óptimo en ambas canteras y la actualización del modelo de bloques como se mencionara en el capítulo de las reservas, al identificarse la oportunidad de minar calizas marginales, cobran importancia aquellas zonas de los contactos de la caliza con el desmonte, donde encontramos variedad de marginales, en esas partes el diseño puede crecer debido a que serían incluidas en el minado. Banco a Banco vamos ganando tonelaje de caliza, dado que al crecer desde los niveles altos nos permite en el diseño ser selectivo en los bancos inferiores. En las imágenes se muestran los diseños de pit de la consultora y el propuesto en la presente tesis, para la cantera Atocongo se da la mayor recuperación de marginales. La variación del diseño se puede notar en la pared Sur de la cantera (Zona de Puquio) en esta zona ganamos tonelaje por aprovechamiento al tener una menor inclinación, en la pared norte no se presentan mayores cambios.

Imagen 5.1-a y 5.1-b: Vistas Diseño Pit Final de la Consultora vs diseño propuesto Atocongo.

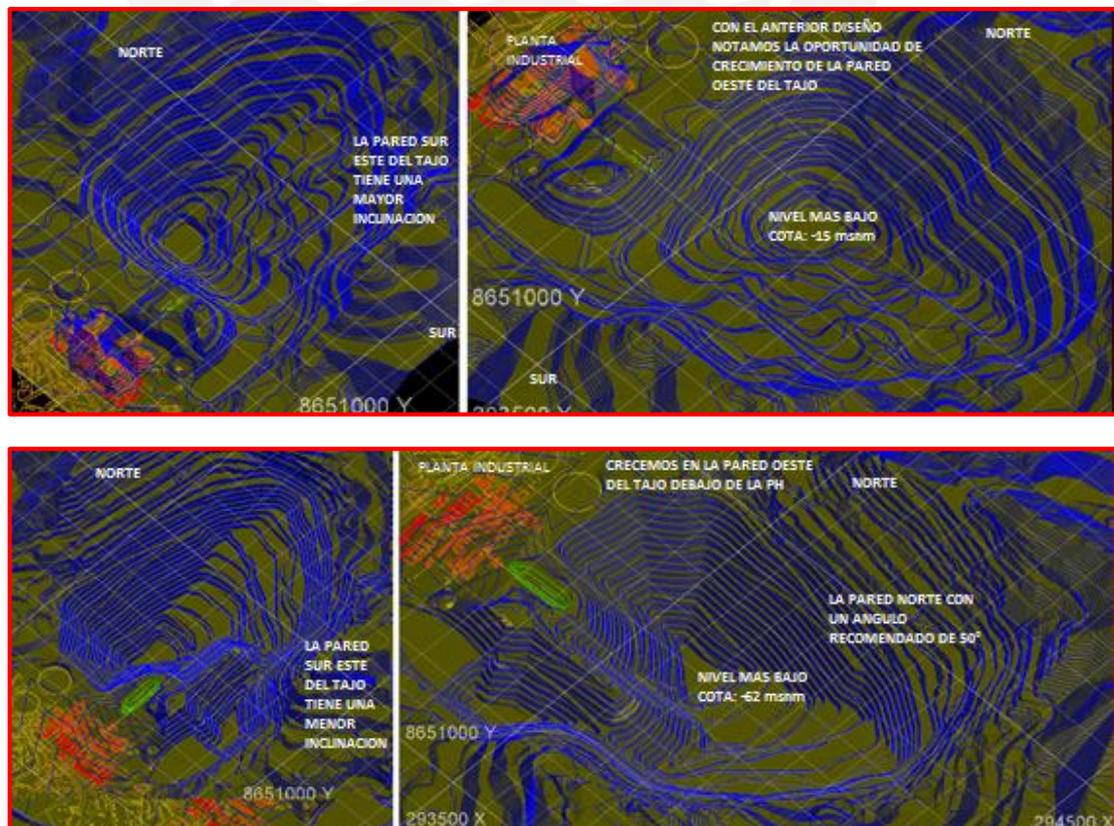
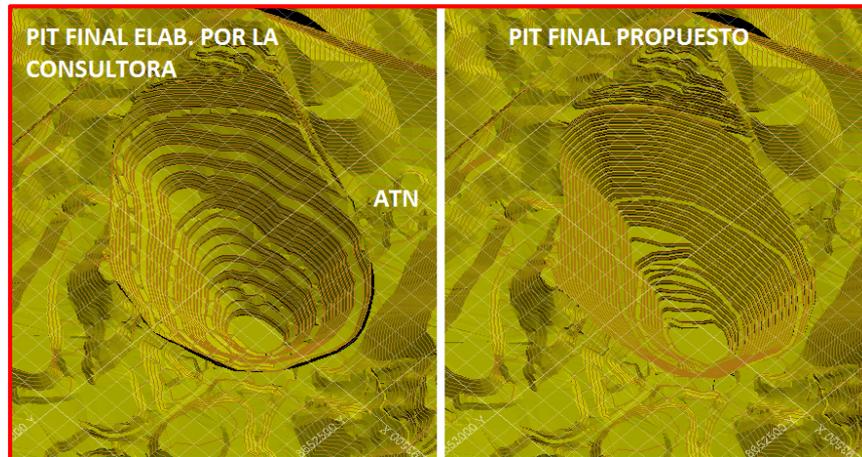


Imagen 5.1-C: Vistas Diseño Pit Final de la Consultora vs diseño Pit Final propuesto Atocongo Norte

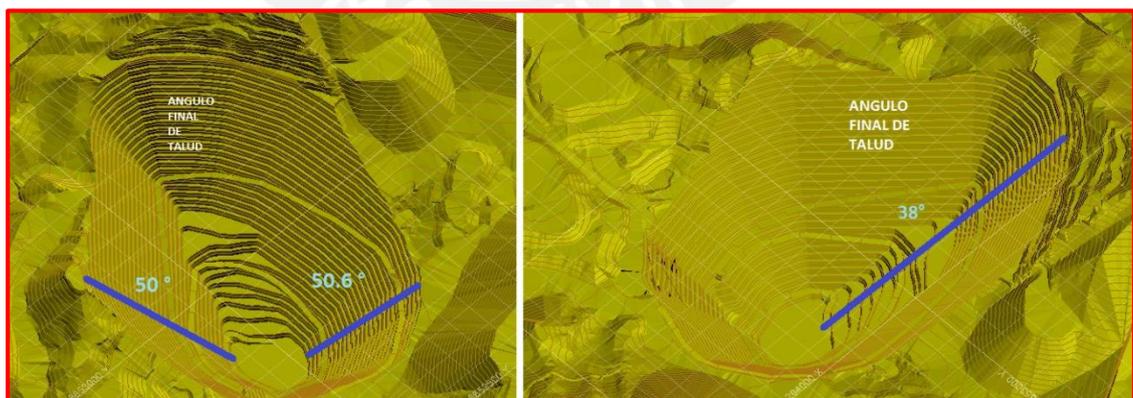


En el caso de Atocongo Norte en el diseño propuesto se ha optimizado los taludes y el sistema de rampas elaborado nos brinda una mayor selectividad al tener una mayor ángulo y por ende una mayor recuperación, también hemos optimizado en recuperar aquellas zonas que tiene Caliza marginal. El diseño propuesto tiene un tonelaje mayor respecto a la consultora en un 20%.

5.1.1 Diseño de Taludes Finales:

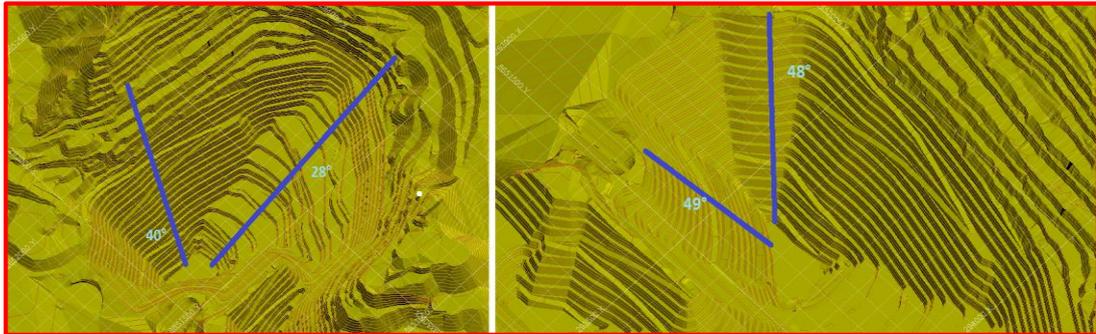
5.1.1.1 Atocongo Norte: Las paredes finales cumplen con los parámetros de estabilidad, dado que el ángulo de talud final recomendado es de 51° . Siendo la pared Noroeste la de menor ángulo (38°).

Imagen 5.1.1.1: Diseño de taludes Finales en la cantera Atocongo Norte.



5.1.1.2 Atocongo: Las paredes finales cumplen con los parámetros de estabilidad, dado que el ángulo de talud final recomendado es de 50°. Siendo la pared Este la de menor ángulo (28°).

Imagen 5.1.1.2: Diseño de taludes Finales en la cantera Atocongo.



5.1.2 Cálculo de Reservas del Nuevo Diseño de Pit:

Los cálculos realizados confirman el tonelaje ganado por incluir calizas marginales en un 17%.

Tabla 5.1.2: Cálculo de Reservas nuevo diseño.

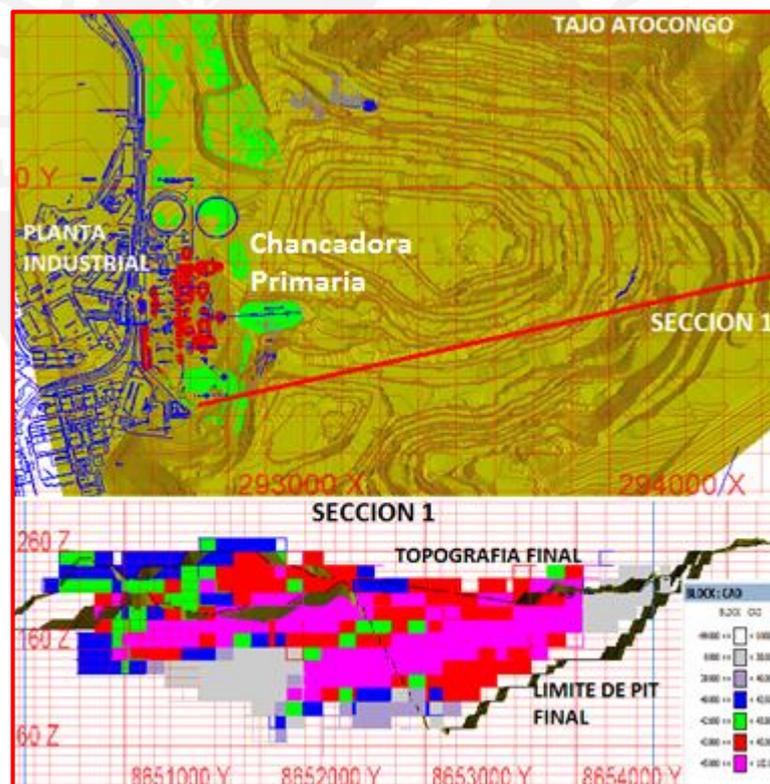
PRODUCT <input type="text"/>	Valores					TONELAJE
	%CAO	%AL2O3	%SO3	%FE2O3	%MGO	
caliza alta	45.67	3.78	0.88	2.11	2.00	63,816,944.64
caliza baja	41.12	5.52	1.26	3.01	2.10	25,960,428.38
caliza marginal	34.48	8.18	1.16	4.06	1.96	18,886,223.60
caliza media	43.16	4.39	1.07	2.20	2.07	21,054,788.69
desmonte	0.00	1.82	0.31	1.06	0.44	74,920,678.64
unknown product	39.05	3.14	0.31	0.54	1.32	1,030,734.65
PROM MARGINAL						
Total general						205,669,798.58
Ratio D/M						0.58
Total Caliza						111,862,896.35
Total Marginal a Recuperar						18,886,223.60
Reservas inc Marginal						130,749,119.95
Incremento de Reservas						17%

5.2 Modelo de Bloques del Yacimiento:

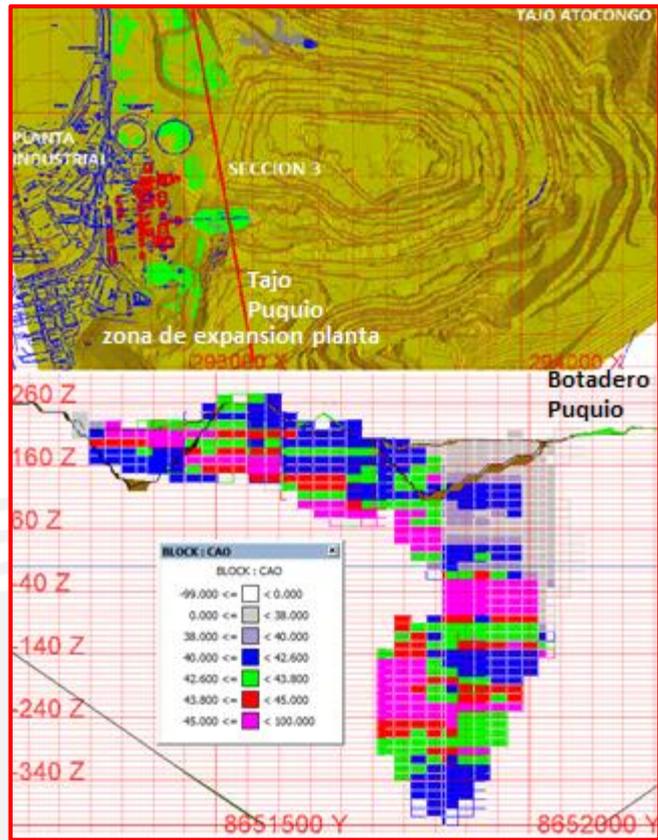
5.2.1 Atocongo:

El cuerpo de caliza en la cantera lo tiene una orientación definida hacia el sur oeste, y el buzamiento se manifiesta también justo por debajo de la planta industrial, conforme bajamos los bancos la caliza va perdiéndose en el sentido mencionado. El presente estudio de tesis no considera el traslado de la chancadora primaria, en el diseño del pit final tan solo nos hemos limitado a no afectar ninguna zona de la planta industrial. Potencialmente tenemos la posibilidad de mover la chancadora primaria para crecer en reservas.

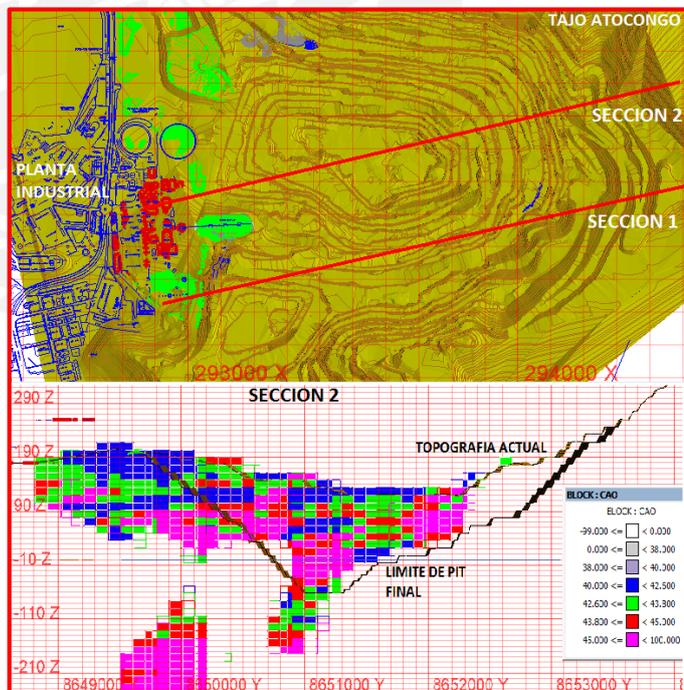
SECCION 1: La presente sección atraviesa la zona de descarga de camiones en la chancadora primaria. Al observar el límite del pit final se ratifica la presencia de caliza por debajo de planta. También se ratifica la presencia de calizas marginales en los extremos del cuerpo, lo que asegura su recuperación durante el minado de la cantera.



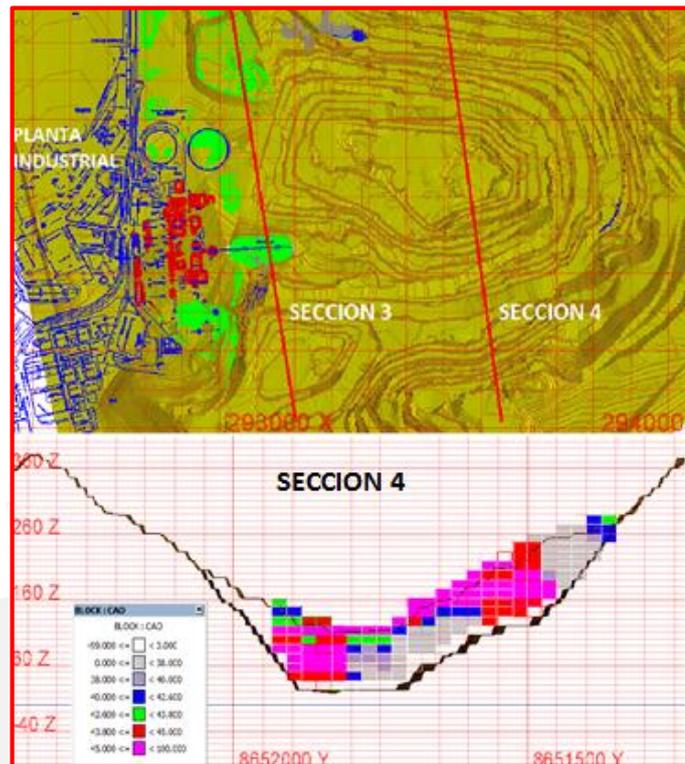
SECCION 2: La sección 2 atraviesa la parte central del tajo Atocongo y la zona de la planta industrial. Hacia el este no tenemos permanencia de caliza, la caliza confirma la presencia por debajo de planta en la parte más al norte de la sección 1. El cuerpo de caliza sigue profundizando debajo de planta, de darse el traslado de la CH PR podemos crecer en ambos extremos lo que nos permitiría llegar a recuperar caliza en las zonas más bajas del modelo.



SECCION 3: La sección 3 se prolonga desde el sur donde tenemos el botadero de Puquio hacia el norte pasando por la CH-PR. En la pared sur del pit se mantiene la presencia de caliza marginal. La tendencia en el sur es de un buzamiento casi vertical del cuerpo de caliza. El pit final en el límite con el botadero de Puquio tiene también una oportunidad de expansión. Es posible hallar desmonte de campañas anteriores donde se halla botado caliza marginal en el botadero de Puquio, lo que podría hacer más rentable un posible desbroce.



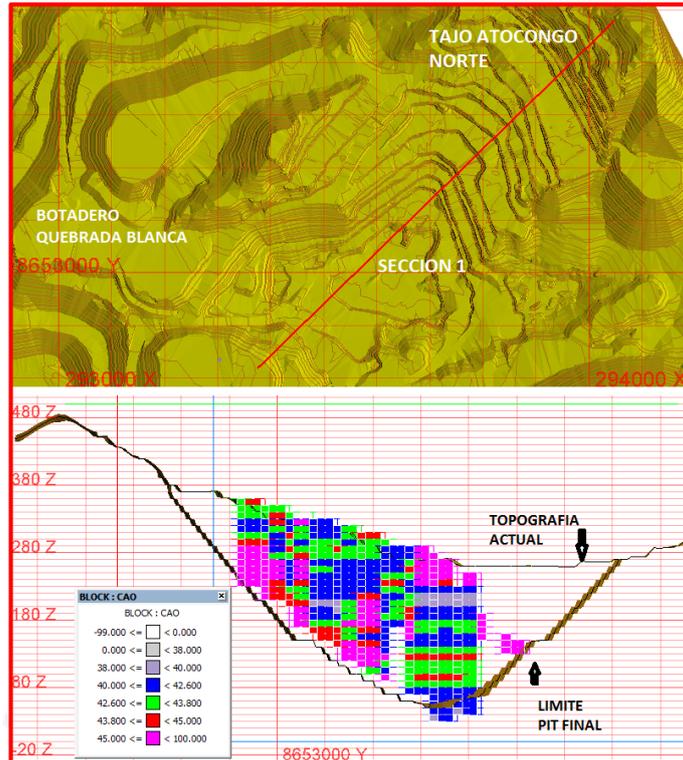
SECCION 4: El cuerpo de caliza pierde profundidad además de mantenerse la presencia de caliza marginal en los extremos del pit final, como se mencionó el buzamiento del cuerpo de caliza es hacia la zona industrial. El nivel más alto que podemos venir minado es el 260. En la imagen también podemos notar que las paredes de los bancos más elevados corresponden al minado de años anteriores donde fue consumido todo el desbroce. El contenido de desmonte de ahora en adelante es bajo.



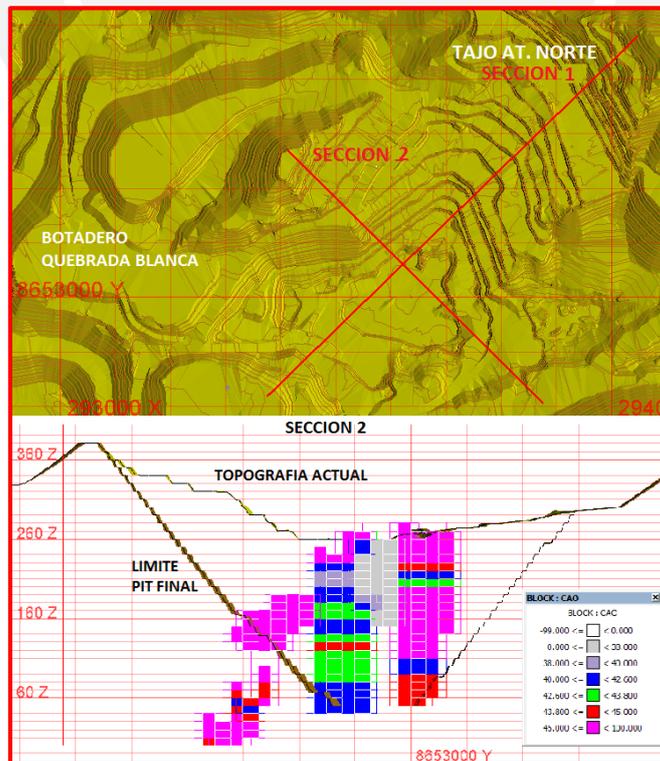
5.2.2 Atocongo Norte:

En Atocongo Norte el cuerpo de caliza tiene una orientación Norte 20° Este, en este caso no tenemos limitantes para el desarrollo del pit en toda su expansión por razones de cercanía a alguna instalación importante, tenemos tan solo al suroeste contacto con el botadero Quebrada Blanca pero tal como se observa en la sección 1 no se observa que por debajo del botadero se profundice la caliza. En cuanto al buzamiento del cuerpo de caliza el buzamiento del mismo se da hacia el suroeste. El cuerpo de caliza tiene un buzamiento casi vertical, en la sección 1 nos muestra más claramente.

SECCION 1: En la sección 1 tenemos la disposición de la caliza, el diseño de pit final es selectivo y la recuperación se dará hasta los últimos bancos. En los bancos superiores es mínimo el desbroce hasta empezar el minado de la caliza, son tres bancos a partir del nivel 380 hasta llegar al contacto. Tenemos presencia de caliza marginal en el modelo, inclusive se mantiene hasta los bancos inferiores.



SECCION 2: El cuerpo de caliza también mantiene la continuidad de caliza marginal al igual que en el tajo Atocongo pero en menor proporción.



5.3 Fases de Minado:

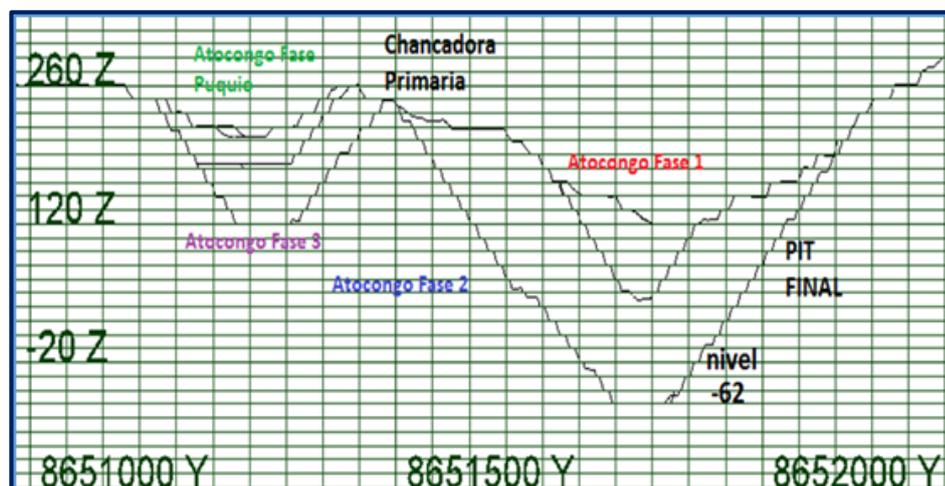
5.3.1 Atocongo:

Actualmente en el minado de la cantera nos encontramos minando el nivel 120 que es el más bajo de la cantera Atocongo, teniendo para bajar como punto más alto desde el nivel 260 en el repliegue respectivo hasta el límite de pit final. Desde el nivel 260 venimos con caliza, a este nivel ya se ha concluido el desbroce.

El desarrollo que se ha dado en el tiempo en la cantera ha sido de tal manera que hemos profundizado los bancos con cierta inmediatez, es decir ir bajando en el minado de los bancos priorizando la parte central de la cantera para seguir abasteciéndonos de caliza alta, dado a que esta zona central tiene mayor concentración de caliza alta. Las banquetas generadas en cada profundización son mayores a la banqueta de diseño debido a esta inmediatez de conseguir caliza alta en el siguiente banco, así se da desde el nivel 260 hasta el nivel 120, inclusive la rampa principal tiene un ancho de 30 metros que era para la flota mayor antes empleada.

Planteamos entonces la aplicación de un secuenciamiento de minado por fases. La diferencia entre el orden de minado anterior y el propuesto en la tesis, es que en el orden anterior podíamos minar todas las zonas disponibles en la cantera, dado las zonas altas, zonas bajas como la zona de Puquio. La estrategia para el manejo de la cantera es mantenernos operando en los niveles más bajos de la cantera, donde estamos cercanos a los límites finales y por ende manteniendo en marcha el objetivo de recuperación de calizas marginales, por tanto esta correspondería a la primera fase, la fase 2 sería bajar desde los bancos de los niveles medios, llevando a diseño todos los bancos cuyas banquetas son más amplias para abrir más la cantera y seguir profundizando, la fase 1 es corta dado a que requiere efectivamente el repliegue de los niveles medios. La Fase 3 es el último repliegue desde el nivel 260, incluyendo también paralelamente el minado de la fase de Puquio la cual llega hasta el nivel 176. Por otro lado la imagen 5.3.1 es clara acerca de la oportunidad que se generaría la mover la Chancadora Primaria, de poder ganar reservas.

Imagen 5.3.1: Fases de Minado en la cantera Atocongo



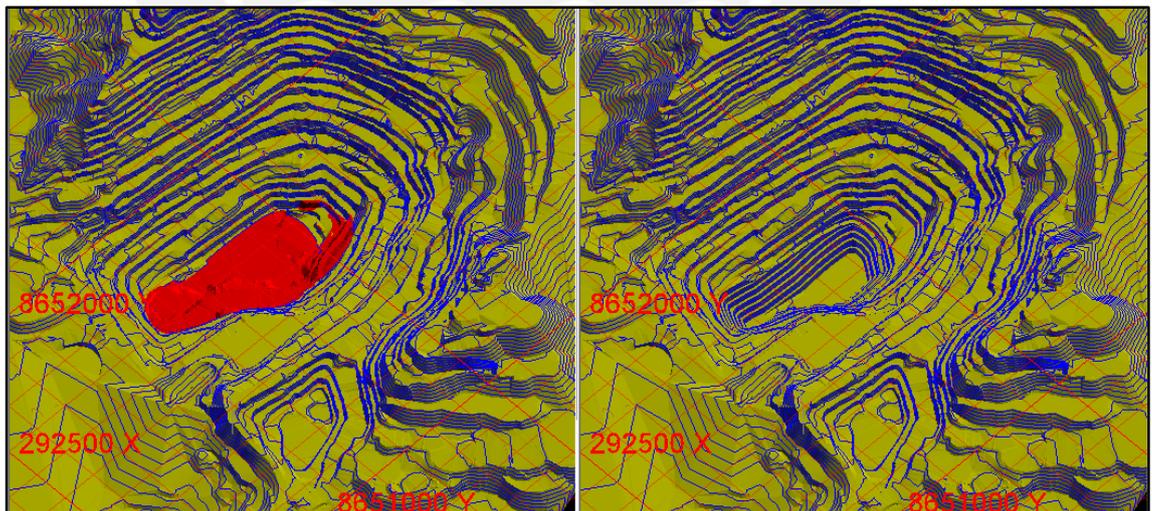
5.3.1.1 FASE 1 - ATOCONGO:

Esta fase abarca desde el nivel 162 hasta el nivel 36, abarcando un total de 9 bancos, donde el contenido de desmonte es casi mínimo, tenemos presencia de caliza marginal recuperable, como en todo el yacimiento, en porcentaje un 6 %. La caliza media está conforme para el proceso, en esta fase tenemos caliza de alta calidad en un tonelaje importante, que en combinación con la baja nos permite lograr la media requerida. La caliza alta también interviene en la mezcla con marginal de acuerdo al diseño de mezcla que manejamos. En esta fase por tanto tendremos un consumo de terceros para elevar las leyes de la marginal.

Tabla 5.3.1.1, Cálculo de reservas en la fase 1 Atocongo, se especifica por tipo de material con leyes y tonelaje.

PRODUCT	Valores					TONELAJE
	%CAO	%AL2O3	%SO3	%FE2O3	%MGO	
caliza alta	45.68	3.58	0.81	1.81	2.18	6,590,095.84
caliza baja	41.29	4.67	1.02	2.74	2.30	2,794,183.12
caliza marginal	35.26	7.36	1.11	4.26	2.01	820,319.85
caliza media	43.05	4.29	0.99	2.21	2.31	3,028,960.83
desmonte				2.40		2,010.25
Total general Tn						13,235,569.88
Ratio D/M						0.0002

Imagen 5.3.1.1, Minado de la Fase 1, Disposición final de los bancos.



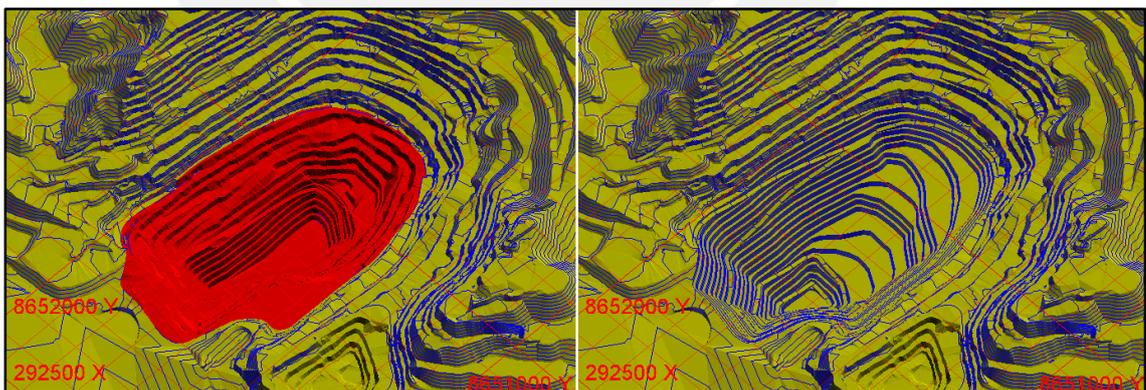
5.3.1.2 FASE 2 – ATOCONGO:

El minado en esta fase abarca los bancos del nivel 232 al nivel -62, que es el último banco de acuerdo al pit final elaborado. Tal como se observaba en la secciones del cuerpo de caliza, esta empieza a buzar hacia debajo de la zona de la planta industrial, por ende operativamente en el diseño evidencia al tener un menor ángulo en la pared este del tajo. En esta fase tenemos la mayor cantidad de caliza marginal a recuperar, el contenido está en un 18%, es importante también el tonelaje de caliza alta para su combinación con la marginal. En esta fase tenemos contacto con el límite de la pared norte que es límite final, este contacto por ende tiene presencia de andesita o desmote. El ratio se maneja en 0.14.

Tabla 5.3.1.2, Cálculo de Reservas en la Fase 2 de Atocongo, se especifica por tipo de material con sus leyes y tonelaje.

PRODUCT	Valores					TONELAJE
	%CAO	%AL2O3	%SO3	%FE2O3	%MGO	
caliza alta	45.58	3.66	0.88	2.04	2.16	20,204,276.84
caliza baja	41.00	5.60	1.11	3.07	2.22	12,125,538.79
caliza marginal	32.00	9.35	1.60	5.24	2.17	11,362,626.74
caliza media	43.14	4.63	0.99	2.31	2.23	8,435,562.66
desmote	0.00			4.64		7,148,262.21
Total general Tn						59,276,267.24
Ratio D/M						0.14

Imagen 5.3.1.2, Minado de la fase 2, disposición final de bancos.



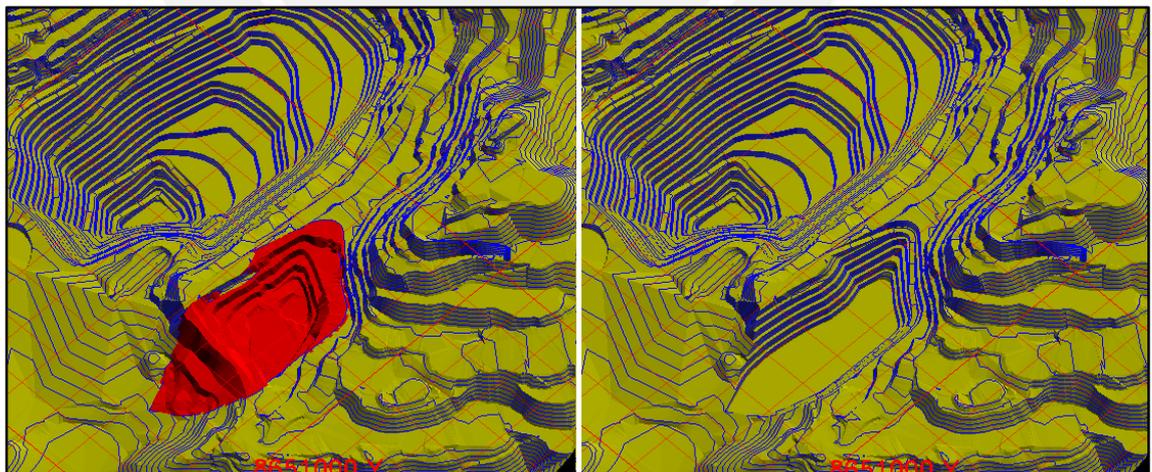
5.3.1.3 FASE PUQUIO:

El minado de la fase puquio abarca el minado de los bancos del 260 al 176. En la cantera Atocongo tenemos la Zona de Puquio, que se encuentra en la parte sur del tajo. Esta zona es parte de la cantera pero tiene su propia rampa de acceso, por lo que puede tomarse como un pequeño pit. La importancia para la compañía respecto a Puquio es debido a que al concluir el minado se genera una plataforma en la cota 176 que limita a ese nivel con la descarga del Clinker, cuya capacidad se encuentra limitada, siendo la plataforma una oportunidad para soluciones operativas. El minado en Puquio es en simultáneo con la fase 3, teniendo un tonelaje para 5 años de aporte a la producción de Clinker.

Tabla 5.3.1.3, Cálculo de Reservas en la Fase Puquio, se especifica por tipo de material con sus leyes y tonelaje.

PRODUCT	Valores					TONELAJE
	%CAO	%AL2O3	%SO3	%FE2O3	%MGO	
caliza alta	45.34	3.55	1.08	2.03	1.91	4,162,465.36
caliza baja	41.40	6.93	2.26	4.44	2.26	877,158.09
caliza marginal	34.69	10.95	2.12	7.19	2.27	88,524.98
caliza media	43.28	4.00	1.41	2.74	2.08	810,505.98
desmonte	0.00	5.2		3.36	2.15	2,610,291.47
Total general Tn						8,548,945.87
Ratio D/M						0.44

Imagen 5.3.1.3, Minado de la fase puquio, disposición final de bancos.



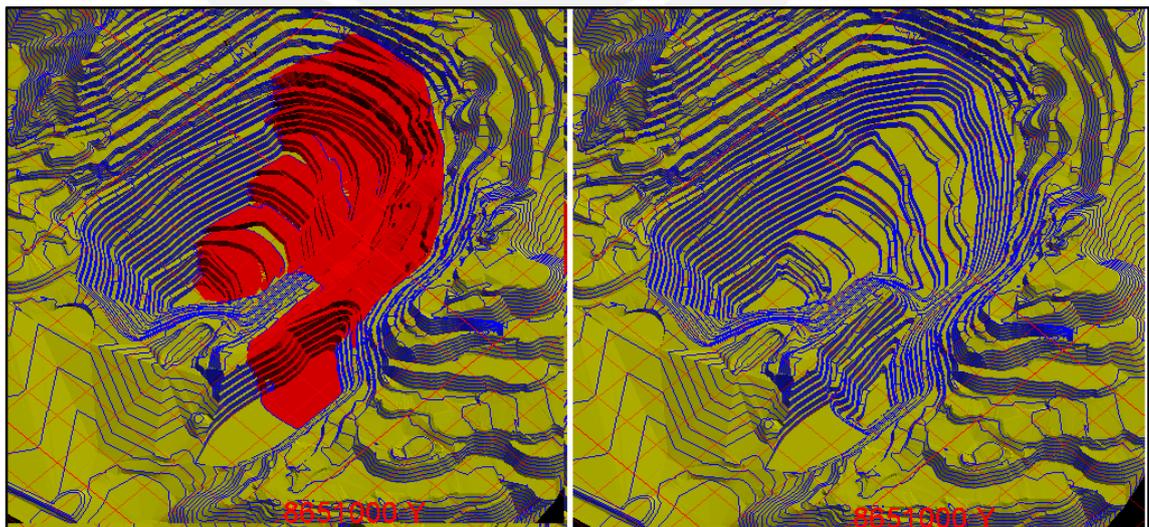
5.3.1.4 FASE 3 – ATOCONGO:

Esta fase abarca el minado de los bancos desde el 274 al banco -62, que es el último banco de acuerdo al pit final. En este caso tenemos el contacto con la andesita o el desmonte correspondiente a la pared este de la cantera, razón por la cual tenemos el mayor ratio desmonte mineral en esta fase. Tenemos caliza marginal en un porcentaje del 23%. Tenemos más del 50% de caliza alta, la cantidad de caliza baja es de un 9%. Como se manifestó, las fases de minado diseñadas deben optimizar el consumo de la caliza propia, dado que a un mayor contenido de marginal debe asegurarse de igual manera la caliza alta de tal manera de no dispararse en el consumo de la caliza de terceros.

Tabla 5.3.1.4, Cálculo de Reservas en la Fase 2 de Atocongo, se especifica por tipo de material con sus leyes y tonelaje.

PRODUCT	Valores					TONELAJE
	%CAO	%AL2O3	%SO3	%FE2O3	%MGO	
caliza alta	45.31	4.83	0.84	3.55	2.07	12,928,319.73
caliza baja	40.26	5.69	0.78	3.90	2.12	2,799,413.43
caliza marginal	33.47	8.43	1.03	4.51	2.06	5,427,966.42
caliza media	43.18	4.49	0.86	2.20	2.10	1,429,417.61
desmonte	0.00	6.10	0.77	4.16	2.10	14,326,480.96
unknown product (can blanco)	41.59	0.00	0.05	0.63	0.51	8,546.52
Total general Tn						36,920,144.66
Ratio D/M						0.63

Imagen 5.3.1.4, Minado de la fase puquio, disposición final de bancos.



5.3.2 Atocongo Norte:

En la cantera tenemos dos fases, nos encontramos actualmente minando la fase 1, en la fase actual se ha concluido el desbroce total del desmonte, el desarrollo de esta fase requiere del minado de la capa de afirmado que cubre la cantera por encontrarse desarrollando la cara inicial del cerro, por ende al llegar a la ladera tendremos la mayor cantidad de afirmado para limpiar, bancos más abajo se va dando la profundización del tajo.

El desarrollo de ambas fases se da en los siguientes años:

Fase1: Año 2015 al año 2024.

Fase 2: Año 2025 al año 2040.

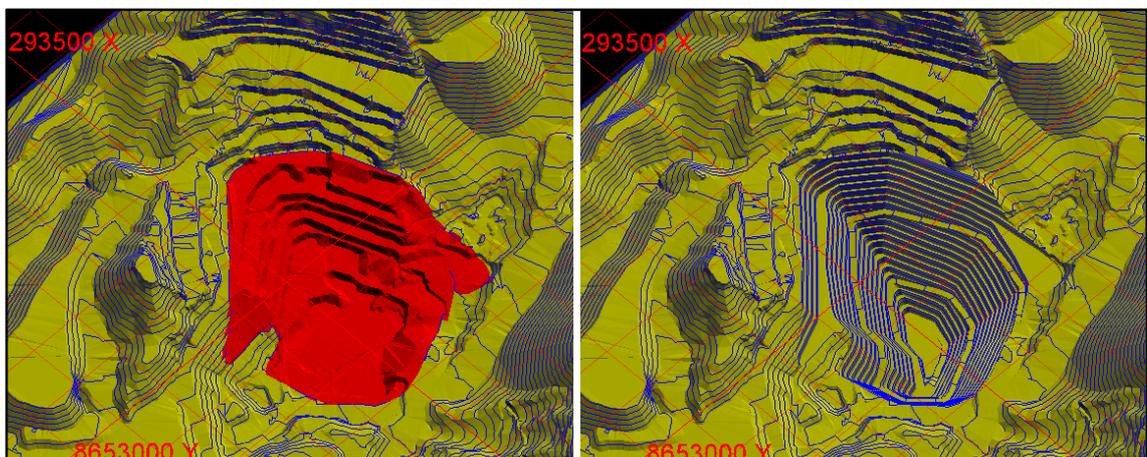
5.3.2.1 FASE 1 – ATOCONGO NORTE:

En esta fase tenemos un porcentaje de caliza marginal del 7%. El ratio desmonte mineral 0.82. En esta cantera en comparativo tenemos un mayor contenido de desmonte y un menor contenido de caliza marginal.

Tabla 5.3.2.1, Cálculo de Reservas en la Fase 1 de Atocongo Norte, se especifica por tipo de material con sus leyes y tonelaje.

PRODUCT	Valores					TONELAJE
	%CAO	%AL2O3	%SO3	%FE2O3	%MGO	
caliza alta	46.11	3.43	0.66	1.50	1.94	6,380,446.26
caliza baja	41.24	5.33	1.08	1.85	1.85	3,236,300.33
caliza marginal	36.20	6.36	0.27	1.51	1.81	1,030,239.31
caliza media	43.21	4.52	0.98	1.75	1.90	2,081,062.67
desmonte	0.00	2.22	0.33	0.92	0.30	10,885,402.62
unknown product	36.83	5.90	0.23	0.16	1.69	544,809.21
<i>(con balanceo)</i>						
Total general Tn						24,158,260.40

Imagen 5.3.2.1, Minado de la fase 1 de Atocongo Norte, disposición final de bancos.



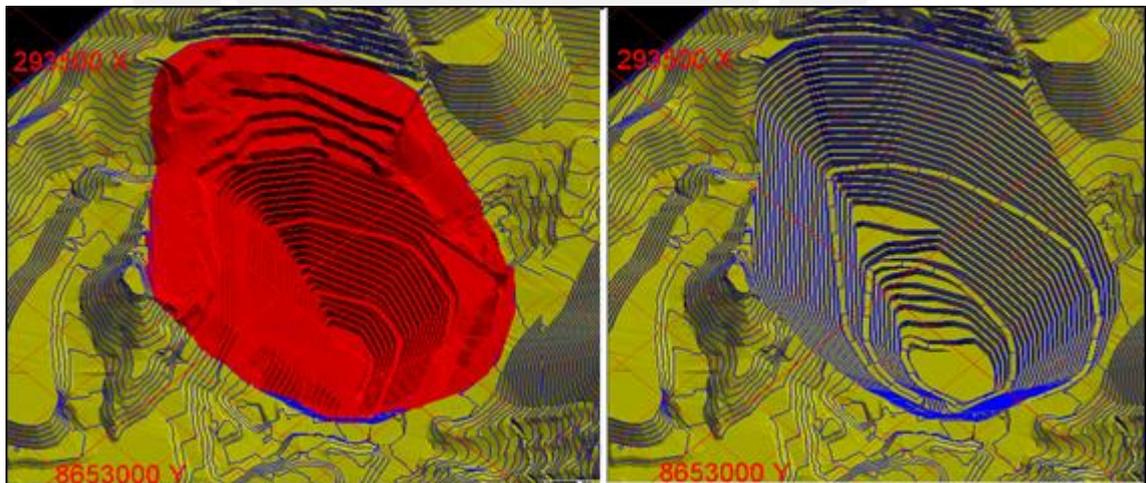
5.2.2.2 FASE 2 – ATOCONGO NORTE:

En esta fase tenemos un porcentaje de caliza marginal del 1%. El ratio desmorte mineral es mayor a la fase 1, como observamos anteriormente en las secciones, el cuerpo de caliza tiene un buzamiento casi vertical, el ultimo repliegue en esta fase trae consigo el minado de mayor contenido de desmorte.

Tabla 5.3.2.2, Cálculo de Reservas en la Fase 2 de Atocongo Norte, se especifica por tipo de material con sus leyes y tonelaje.

PRODUCT	Valores					TONELAJE
	%CAO	%AL2O3	%SO3	%FE2O3	%MGO	
caliza alta	45.99	3.61	0.99	1.75	1.72	13,551,340.61
caliza baja	41.53	4.91	1.31	2.08	1.87	4,127,834.61
caliza marginal	35.28	6.63	0.83	1.63	1.40	156,546.31
caliza media	43.08	4.38	1.20	1.99	1.80	5,269,278.95
desmorte	0.00	2.62	0.73	1.23	0.22	39,948,231.12
unknown product	38.73	3.52	0.66	0.83	1.76	477,378.92
<i>(en blanco)</i>						
Total general Tn						63,530,610.52
Ratio D/M						1.69

Imagen 5.3.2.2, Minado de la fase 2 de Atocongo Norte, disposición final de bancos.

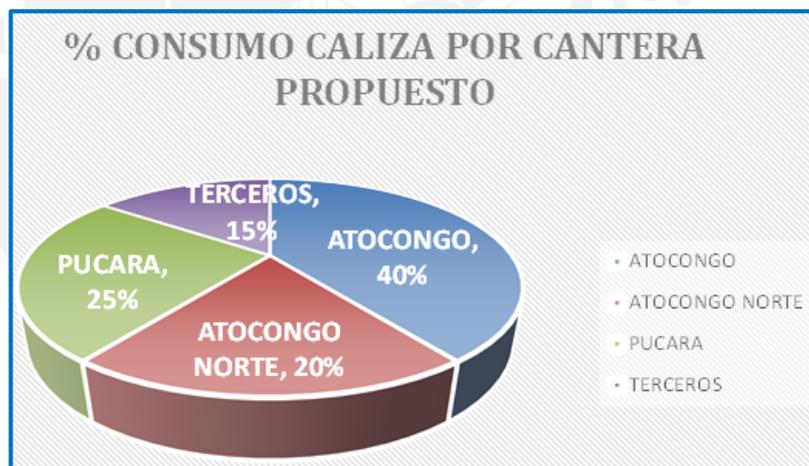


5.4 Planeamiento de Minado:

Las proporciones para el consumo de calizas por tipo de procedencia para elaborar el planeamiento de minado a largo plazo se plantea en la imagen 6.4-a, en comparación con gestiones anteriores 2013-2014, se reduce el consumo de la caliza propia de la cantera Atocongo (ambos tajos), para incrementarse el transporte externo de Pucará y el aporte de Caliza de Terceros, esto debido a que al incluir las calizas marginales estamos bajando la ley en el yacimiento, siendo el aporte externo el que nivela la ley, para este caso necesitamos un 15%.

Para el caso del consumo en Pucará tenemos un 25% que es mayor a las campañas anteriores, al aumentar el consumo en Pucará y disminuir el de caliza propia de la cantera estamos prolongando el minado de la cantera, dado que al concluirse las reservas en Atocongo seguiremos teniendo material en Pucará y Terceros para alimentar a planta, pero en esta temporada el costo de caliza será el más elevado, por ende la estrategia de alargar la cantera nos ayuda a mantener un costo operativo más bajo aplazando la llegada de esta etapa con el costo operativo más elevado. Actualmente tenemos un proceso para la recepción de calizas externas, el porcentaje de consumo de la caliza Pucará corresponde a una recepción diaria de 4500 toneladas, siendo manejable operativamente por el tema de capacidad para el pesaje en balanza, recepción de muestras y posterior procesamiento de resultados.

Imagen 5.4-a: Consumo propuesto de calizas por cantera.



Las leyes de la caliza con el aporte de los tipos de material quedarían con el siguiente promedio: **Tabla 5.4-b: Leyes promedio de caliza con la nueva estructura de mezclas.**

	TONELAJE	Cao	al2o3	fe2o3	mgo	so3
CALIZA PUCARA	75,725,000.00	43.97	3.62	1.66	1.74	0.97
CALIZA TERCEROS	32,687,279.99	49.02	1.05	0.44	0.8	0.2
CALIZA ALTA	63,816,945.00	45.66	3.77	2.11	1.99	0.87
CALIZA MARGINAL	45,877,386.62	38.34	6.56	2.31	2.02	1.2
CALIZA MEDIA	21,054,788.69	43.16	4.39	2.2	2.07	1.07
PROMEDIO TOTAL		43.96	3.94	1.78	1.76	0.89

El promedio resultante cumple con los objetivos de calidad para todos los parámetros, siendo muy positivo el nivel de aluminio que está debajo de los límites con cierta holgura, esto infiere mayor factibilidad a la propuesta de mezclas dado que este nivel de aluminio nos asegura una mejor quema de Clinker en los hornos, a niveles altos de aluminio tenemos desprendimiento en los ladrillos refractarios, que implica la parada del horno para reparación.

5.4.1 Comparativo de reservas entre los diseños de la consultora y el propuesto:

En la tabla 6.4 se presenta el comparativo de reservas entre ambos diseños, la vida útil para una producción anual de 6.5 KTon de caliza es de 29 años con el diseño de la consultora. Con el diseño propuesto se incrementan las reservas al incorporar calizas marginales en el minado y también al emplear calizas altas de terceros para subir la ley de CaO. En total se han incrementado las reservas con los dos aportes en un 28%, lo cual nos ha dado un alargue a la vida de la cantera en 9 años. Los diseños son elaborados con el software Vulcan de Maptek, disponiendo de la licencia respectiva para los módulos de trabajo.

Tabla 5.4-c: Comparativo Reservas ambos diseños.

Reservas maptek	Atocongo	83,973,000
	Atocongo Norte	31,720,000
	Pucara	75,725,000
	Total Maptek	191,418,000
	Vida Util	29
Reservas Nuevo Diseño	Atocongo	84,871,733
	Atocongo Norte	
	Pucara	75,725,000
	Marginal Recuperada	52,377,386
	Terceros	32,687,280
	Total	245,661,399
	Vida Util	38
Incremento	Tonelaje	54,243,399
	%	28%
	Vida Util	9

5.4.2 TABLA ANUAL DE PRODUCCIÓN DE CALIZA, DESMONTE Y AGREGADOS - LARGO PLAZO:

La producción de Clinker se está tomando como constante a lo largo del proyecto, por ende la producción de caliza y agregados también, de darse variaciones año a año son mínimas dado que se está proyectando la producción a su máxima capacidad.

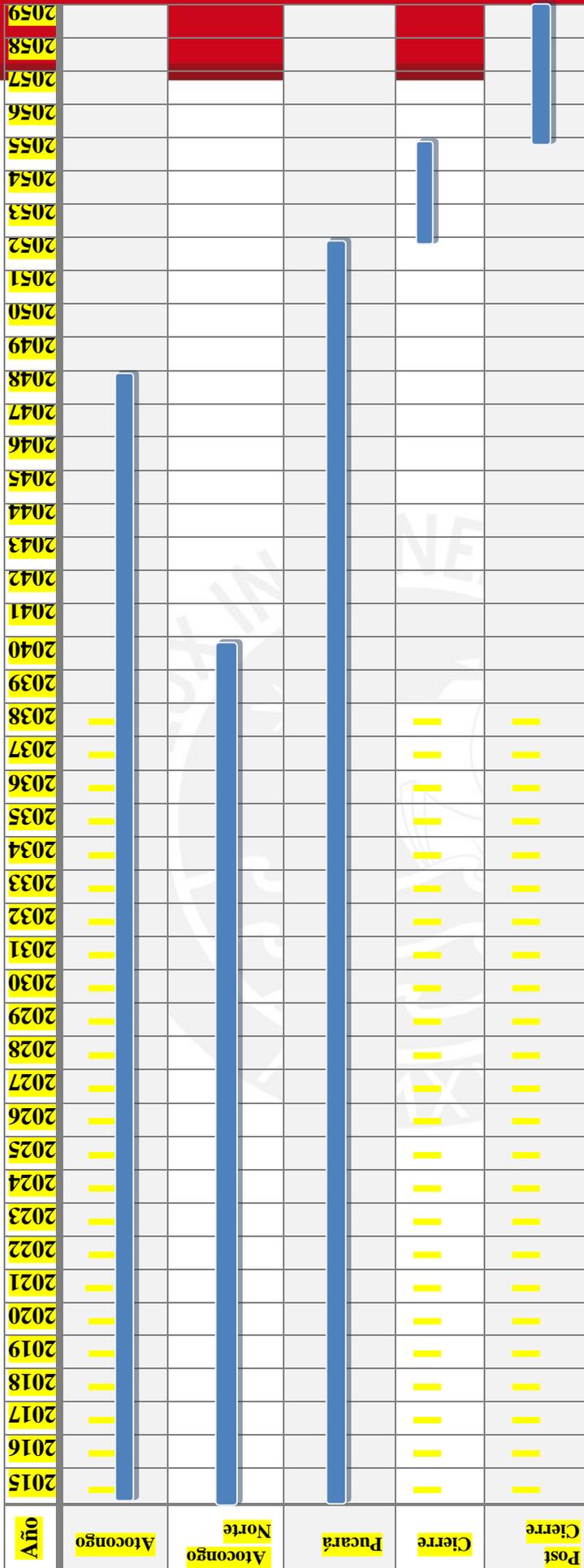
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PRODUCCIÓN CANTERAS															
FASE 1 AT															
FASE 2 AT															
FASE 3 AT															
FASE PUQUIO															
FASE 1 ATN															
FASE 2 ATN															
PUCARA															
PLAN DE MINADO ANUAL															
CALLIZA (ton)	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000
TERCEROS	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000
ATOCONGO	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000
AT	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000
0.47	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000
0.33	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000
DESMONTE (ton)															
AT	2,010	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921
ATN	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540	1,088,540
TOTAL AT	1,090,550	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461	1,413,461
PUCARA	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842
RATIO D/M	0.38	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
CONSUMO AGREGADOS (ton)															
OXIDO DE FIERRO	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727
SILICE	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135
PUZOLANA	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189
YESO NACIONAL	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576
YESO IMPORTADO	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576
PRODUCCIÓN CANTERAS															
FASE 1 AT															
FASE 2 AT															
FASE 3 AT															
FASE PUQUIO															
FASE 1 ATN															
FASE 2 ATN															
PUCARA															
PLAN DE MINADO ANUAL															
CALLIZA (ton)	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000	1,625,000
TERCEROS	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000
ATOCONGO	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000
AT	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000	2,613,000
0.47	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000	1,287,000
0.33	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000	6,500,000
DESMONTE (ton)															
AT	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921	324,921
ATN	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764	2,496,764
TOTAL AT	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685	2,821,685
PUCARA	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842
RATIO D/M	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
CONSUMO AGREGADOS (ton)															
OXIDO DE FIERRO	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727
SILICE	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135
PUZOLANA	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189
YESO NACIONAL	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576
YESO IMPORTADO	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576

	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059
PRODUCCION CANTERAS													
FASE 1 AT													
FASE 2 AT													
FASE 3 AT													
FASE PUQUIO													
FASE 1 ATN													
FASE 2 ATN													
PUCARA													
PLAN DE MINADO ANUAL													
CALIZA (ton)													
PUCARA	1,625,000	1,625,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000	5,525,000
TERCEROS	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000	975,000
ATOCONGO	3,900,000	3,900,000											
AT	2,613,000	2,613,000											
ATN	1,287,000	1,287,000											
TOTAL	6,500,000												
DESMONTE (ton)													
AT	1,302,407	1,302,407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ATN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL AT	1,302,407	1,302,407	0										
PUCARA	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842	318,842
RATIO D/M	0.45	0.45	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
CONSUMO AGREGADOS (ton)													
OXIDO DE FIERRO	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727	2,727
SILICE	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135	81,135
PUZOLANA	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189	10,189
YESO NACIONAL	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576
YESO IMPORTADO	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576	99,576

POST CIERRE

CIERRE

5.5 Ciclo de Vida del Proyecto:



5.6 Plan de Descargas:

En la cantera tenemos capacidad excedente para el almacenamiento de desmote. En ambos tajos la capacidad de los botaderos es mayor a la cantidad de desmote que tenemos en la cantera. El tonelaje total del desmote en el tajo Atocongo representa el 30% de la capacidad del botadero. El tonelaje total del desmote en Atocongo Norte representa el 19% de la capacidad del botadero.

En lo que respecta a la actualidad, estamos descargando en los niveles más bajos y bordeando el Botadero. La Contratista en años anteriores aseguró su distancia de acarreo con distancias cortas, por tal motivo nos encontramos actualmente con el botadero que ha crecido en gran medida en el límite con la Cantera más allá del pit final, teniendo aquí los bancos o lifts más altos. El plan actual a largo plazo es ir creciendo desde los bancos mas bajos hacia los bancos más altos bordeando ambos botaderos, conformando banco a banco de acuerdo a diseño.

Cuadro 5.6-a: Capacidad de Botaderos.

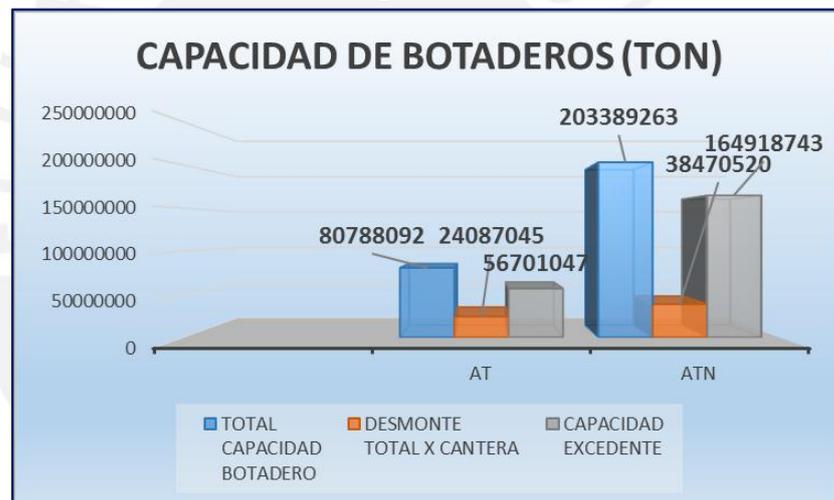
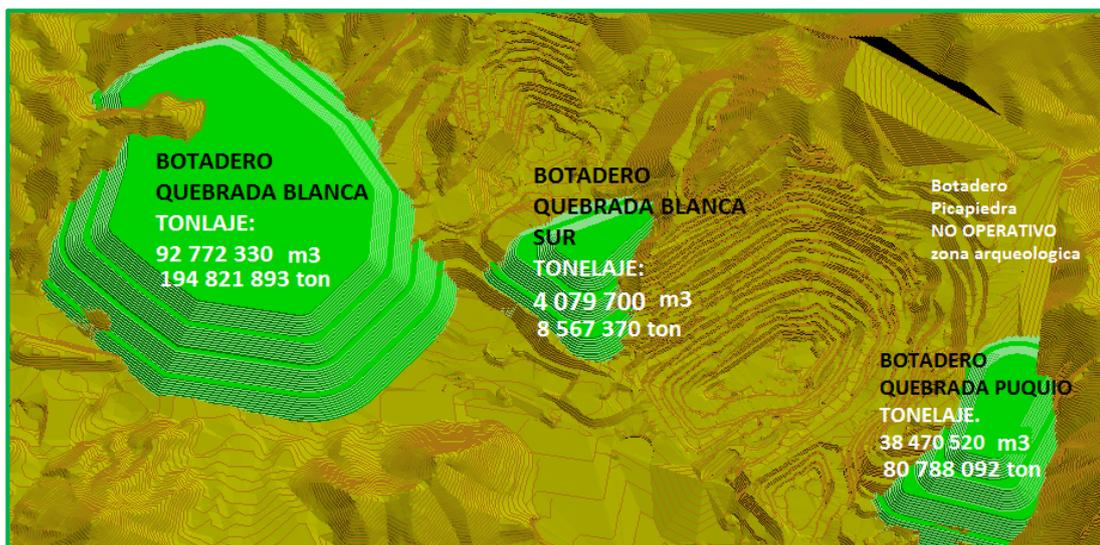


Imagen 5.6-b: Tonelajes de Capacidad de Botaderos.



6 COSTOS:

6.1 Costos de Perforación y Voladura:

En lo que respecta a la perforación y voladura La Contratista tiene a cargo la ejecución, los parámetros a seguir son concertados con La Empresa, todo esto de acuerdo a contrato. Se empezaron a fines del 2014 los ajustes en los parámetros antes manejados. Los cambios se dieron partiendo en inicio con el ajuste en la malla de perforación, manejada en un inicio en un burden por espaciamiento de 5.5 x 6.30 para Atocongo y 5 x 5.80 para Atocongo Norte que tiene una roca caliza mas dura, ambas mallas triangulares, manejado actualmente en Atocongo la malla triangular de 6.3 x 7.2 y en Atocongo Norte de 5.5 x 6.3. Las modificaciones en paralelo dieron resultado de la disminución esperada en el factor de potencia, posteriormente también se optimizó en el uso del explosivo, reduciendo la carga por taladro entre un 10 a un 15%. El resultado es un factor de potencia actual manejado en un rango de 0.15 a 0.18 para caliza.

Los costos de perforación toman en cuenta la inversión, el desgaste de aceros, la depreciación del equipo, mantenimiento, gastos administrativos, todos estos son incluidos en el costo unitario total que la contrata maneja para su presupuesto en acuerdo con UNACEM.

Tabla 6.1: Tabla de parámetros y costos unitarios de perforación y voladura.

PERFORACIÓN Y VOLADURA:									
PARÁMETROS:									
TAJO	MATERIAL	BURDEN (m)	ESPACIAMI ENTO (m)	DIÁMETRO (pulg)	ALTURA DE BANCO (m)	Ton rota/ Tal	Kg de SanG/ Tal	Factor de Carga	
ATOCONGO	CALIZA	6.3	7.2	6 3/4	14	1651	280	0.17	
	DESMONTE	ANDESITA	5.5	6.3	6 3/4	14	1310	240	0.18
		DACITA	5.5	6.3	6 3/4	14	1310	240	0.18
ATOCONGO NORTE	CALIZA	5.5	6.3	6 3/4	10	901	165	0.18	
	DESMONTE	ANDESITA	5.5	6.3	6 3/4	10	936	170	0.18
		DACITA	5.5	6.3	6 3/4	10	936	170	0.18
PUCARÁ	CALIZA	6.3	7.2	6 3/4	10	1179	200	0.17	
	DESMONTE	6.3	7.2	6 3/4	10	1179	200	0.17	

COSTOS:										
COSTO EXPLOSIVOS + ACCESORIOS					COSTO PERFORACIÓN					
EXPLOSIVO S/. TON		1708.5			COSTO DE PERFORACIÓN S/. M		46.669			
ACCESORIOS (%)		10%			COSTO DE PRECORTE S/. M		31.225			
TAJO	MATERIAL	Costo explosivo S/. Ton	Costo Accesorios S/. Ton	TAJO	MATERIAL	Costo por Taladro S/.	Costo S/. Ton			
ATOCONGO	CALIZA	0.29	0.03	ATOCONGO	CALIZA	723.4	0.44			
	DESMONTE	ANDESITA	0.31		0.03	DESMONTE	ANDESITA	746.7	0.57	
		DACITA	0.31		0.03	DESMONTE	DACITA	746.7	0.57	
ATOCONGO NORTE	CALIZA	0.31	0.03	ATOCONGO NORTE	CALIZA	536.7	0.60			
	DESMONTE	ANDESITA	0.31		0.03	DESMONTE	ANDESITA	560	0.60	
		DACITA	0.31		0.03	DESMONTE	DACITA	560	0.60	
PUCARÁ	CALIZA	0.29	0.03	PUCARÁ	CALIZA	536.7	0.46			
	DESMONTE	0.29	0.03		DESMONTE		536.7	0.46		

COSTO SERVICIO DE VOLADURA			COSTO TOTAL DE PERFORACIÓN Y VOLADURA				
TAJO	MATERIAL	Costo S/. Ton	TAJO	MATERIAL	Costo S/. Ton		
ATOCONGO	CALIZA	0.0814	ATOCONGO	CALIZA	0.84		
	DESMONTE	ANDESITA		0.0814	DESMONTE	ANDESITA	1.00
		DACITA		0.0814	DESMONTE	DACITA	1.00
ATOCONGO NORTE	CALIZA	0.0814	ATOCONGO NORTE	CALIZA	1.02		
	DESMONTE	ANDESITA		0.0814	DESMONTE	ANDESITA	1.02
		DACITA		0.0814	DESMONTE	DACITA	1.02
PUCARÁ	CALIZA	0.0814	PUCARÁ	CALIZA	0.86		
	DESMONTE	0.0814		DESMONTE		0.86	

El contrato es variado periódicamente para ajustar los costos, en el caso de perforación y voladura, no hay mayores variaciones dado a que manejamos una sola perforadora en operación constante a largo plazo, y en voladura solo empleamos un camión fábrica para la operación. Todo esto debido a la producción constante.

6.2 Costo de Carguío y Acarreo:

Los costos de acuerdo a contrato tienen una tarifa de alquiler horario por tipo de equipo. Con esta base definimos los costos en soles por tonelada para la producción de caliza en la cantera. La caliza de acuerdo al tipo de procedencia tiene su costo.

Cuando nos encontramos chancando caliza media en CH-PR: Tenemos el aporte de las calizas de manera directa de banco hacia chancadora y las calizas con mezcla. Las calizas directas sin mezcla de cantera Atocongo o Atocongo Norte hacia Chancadora tienen el tratamiento normal con el equipo de carguío y su flota de camiones tan solamente. La caliza marginal que es mezclada con aporte de terceros y pucará emplea tres equipos de carguío y una flota adicional de camiones. Un equipo de carguío con su flota lleva la caliza de terceros del stock fuera de cantera hacia el frente de marginal, luego el segundo equipo de carguío está en el frente de marginal con su propia flota, el camión carga en el frente con marginal más terceros y se dirige al stock de Pucará dentro de cantera donde está el tercer equipo de carguío para completar la carga antes de llegar a CH-PR.

Cuando estamos chancando caliza baja: En este caso tenemos el aporte de Cantera y el aporte de caliza desde el stock de Pucará, todos de manera directa hacia CH-PR.

Cuando estamos chancando caliza alta: En este caso el material que alimentamos es solo de terceros desde el stock hacia CH-PR.

Hay que distinguir los costos de caliza por aporte externo que van al stock y la caliza que llega a chancadora. Para el caso de la caliza de terceros este es costo es manejado por la División de Ventas y no por la División de Materia Primas, se ha asumido constante para el largo plazo por mantener el mismo precio desde hace 8 años. En el caso de la caliza de Pucará esta proviene de Cantera, además es recepcionada en stocks dentro la cantera, los mismos que son dinámicos y se ubican cerca de los frentes de minado de marginal, por ende es costo es variable y tiene un cálculo en función de las distancias.

La caliza que llega a chancadora desde los frentes sea baja o media tiene otro costo, el cálculo del mismo se realiza tomando en cuenta los equipos adicionales empleados en las mezclas, cuando llevamos terceros de stock al frente y cuando los volquetes hacen ruta de un punto a otro en mezcla de material. La caliza alta que llega a chancadora proviene de stock, por ende tiene otro costo que es el más bajo.

Para cálculo del costo adicionalmente en la producción de caliza de cantera tenemos el empleo de tractores para remoción u homogeneización, equipo para perfilado de taludes, equipos auxiliares para vías, cisternas y equipo para percusión de rocas o bancos grandes.

Todos los proyectos volados son homogeneizados con tractor, esta práctica es fundamental para que los polígonos de minado tengan una ley uniforme.

El costo unitario de carguío y acarreo para la cantidad de tonelaje de caliza movida a la CH-PR es alto debido a la mayor cantidad de equipos que ahora se requieren para las mezclas de calizas, todo esto asociado al consumo propuesto en la presente tesis con un 60% de aporte de caliza de canteras y un 40% de aporte externo.

Para el caso de la cantera Atocongo el costo de acarreo es variable dependiente de la distancia y los equipos empleados, tratándose de una operación con flota pequeña. La producción de caliza hacia la CH-PR se manejará con tres frentes de minado con una producción constante, por tanto los equipos de carguío se mantienen fijos, la flota de camiones en cambio irá incrementándose con el tiempo de acuerdo a como vayamos profundizando en la cantera.

El requerimiento de caliza como se mencionó va acompañado de consumo de agregados (de stock a planta), las tarifas que se manejan dependen también del Área de Ventas también, para el presente estudio en el cálculo de la hoja de costos anuales estamos proyectándolos como fijos.

Tabla 6.2, Tarifa de alquileres horarios y costos unitarios de carguío y acarreo de las calizas.

COSTO DE ALQUILER HORARIO		COSTO DE CARGUIO/TRANSPORTE		
EQUIPO	TARIFA SOLES	DISTANCIA PONDERADA HACIA CH PR (KM)	2.2	
Cargador 962G	s/. 161.30	DISTANCIA POND STOCK HACIA CH-PR (KM)	1.4	
Cargador Volvo 150C	s/. 199.80			
Cargador 988H	s/. 475.10			
Cargador 966	s/. 168.00			
Cargador L - 120E	s/. 140.00			
Cargador 980/WA500	s/. 360.00			
Motoniveladora 140H	s/. 195.00			
Volquete 16m3	s/. 98.00			
Volquete 17m3	s/. 100.80			
Volquete 20m3	s/. 126.00			
Volquete 22m3	s/. 145.00			
Excavadora CAT 320D	s/. 209.00			
Tractor D8T	s/. 335.40			
Tractor D9	s/. 445.00			
Cisterna Agua Las Palmas	s/. 145.40			
Cisterna Agua Lurín	s/. 255.90			
Rodillo	s/. 140.00			
Camión 60 TM	s/. 447.20			
Camión 90TM	s/. 510.00			
		TAJO	MATERIAL	Costo S/./ Ton
		ATOCONGO	CALIZA	4.38
			DESMONTE	4.18
		ATOCONGO NORTE	CALIZA	4.38
			DESMONTE	4.18
		STOCK CALIZA TERCEROS A CHANCADORA		2.42
		PUCARÁ	CALIZA (Pucara a Stock)	19.14
			DESMONTE	5.54
		CALIZA DE TERCEROS (Terceros a stock)		40.50

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
COSTOS UNITARIOS DE MINADO																				
CARGUIO Y TRANSPORTE + PERVOL																				
cal atonco	s/ton	5.28	5.29	5.30	5.31	5.33	5.36	5.39	5.43	5.47	5.52	5.58	5.64	5.71	5.79	5.87	5.96	6.06	6.16	6.28
des atonco	s/ton	5.19	5.20	5.21	5.22	5.24	5.27	5.30	5.33	5.37	5.42	5.48	5.53	5.60	5.67	5.75	5.84	5.93	6.03	6.14
des pucara	s/ton	6.43	6.43	6.46	6.45	6.46	6.48	6.50	6.52	6.55	6.58	6.62	6.65	6.70	6.74	6.79	6.84	6.90	6.96	7.03
caliza pucara	s/ton	20.03	20.04	20.05	20.06	20.09	20.12	20.15	20.24	20.29	20.35	20.41	20.48	20.56	20.64	20.73	20.83	20.83	20.93	21.04
caliza terceros	s/ton	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
COSTO AGREGADOS																				
oxido de fierro	s/ton	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
silice	s/ton	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
purzolana	s/ton	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
yeso las dumas	s/ton	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
yeso mexico	s/ton	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
COSTOS TOTALES DE MINADO																				
cal atonco	S.	20 592,000	20 612,498	20 653,569	20 715,360	20 798,094	20 902,072	21 027,671	21 175,351	21 345,652	21 539,204	21 756,727	21 999,034	22 267,040	22 561,766	22 884,344	23 236,027	23 618,195	24 033,364	24 480,197
des atonco	S.	5 659,956	5 742,954	5 857,159	5 993,531	6 152,782	6 336,119	6 545,786	6 781,631	7 055,653	7 369,480	7 725,535	8 127,347	8 579,416	9 082,216	9 647,016	10 276,416	10 984,175	11 776,051	12 658,239
des pucara	S.	2 050,155	2 051,215	2 053,336	2 056,523	2 060,782	2 066,119	2 072,545	2 080,072	2 088,712	2 098,482	2 109,400	2 121,485	2 134,761	2 149,250	2 164,982	2 181,984	2 200,289	2 219,932	2 240,949
caliza pucara	S.	32 548,750	32 558,081	32 576,751	32 604,177	32 642,184	32 689,006	32 745,285	32 811,072	32 886,427	32 971,417	33 066,120	33 170,622	33 285,019	33 409,414	33 543,921	33 688,664	33 843,777	34 009,401	34 185,691
caliza terceros	S.	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000
TOTAL	S.	104 725,861	106 439,748	108 215,815	110 060,259	112 003,978	114 051,907	116 214,013	118 494,126	120 901,325	123 438,106	126 116,273	128 949,671	131 942,727	135 108,042	138 458,966	141 999,924	146 740,525	151 694,056	156 974,077
COSTO TOTAL/TONELAJE CALIZA (s/ton)																				
COSTO TOTAL DE AGREGADOS																				
oxido de fierro	S.	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780
silice	S.	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505
purzolana	S.	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158
yeso las dumas	S.	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344
yeso mexico	S.	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080
TOTAL	S.	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867
COSTO TOTAL DE MATERIAS PRIMAS																				
CARGUIO Y TRANSPORTE + PERVOL																				
cal atonco	s/ton	6.40	6.53	6.68	6.83	7.02	7.28	7.59	7.95	8.35	8.84	9.45	10.20	11.12	12.24	13.60	15.25	17.25	20.00	24.00
des atonco	s/ton	6.26	6.39	6.52	6.67	6.85	7.09	7.39	7.74	8.14	8.64	9.27	10.05	11.00	12.15	13.55	15.25	17.25	20.00	24.00
des pucara	s/ton	7.10	7.17	7.25	7.34	7.43	7.52	7.62	7.73	7.84	7.96	8.08	8.21	8.35	8.49	8.65	8.81	8.97	9.15	9.34
caliza pucara	s/ton	21.15	21.27	21.40	21.54	21.68	21.83	21.99	22.16	22.33	22.51	22.70	22.89	23.10	23.31	23.54	23.77	24.01	24.26	24.52
caliza terceros	s/ton	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
COSTO AGREGADOS																				
oxido de fierro	s/ton	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
silice	s/ton	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
purzolana	s/ton	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
yeso las dumas	s/ton	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
yeso mexico	s/ton	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
COSTOS TOTALES DE MINADO																				
cal atonco	S.	24 963,517	25 484,313	26 044,762	26 647,236	27 292,000	28 000,000	28 770,000	29 610,000	30 530,000	31 540,000	32 650,000	33 870,000	35 210,000	36 680,000	38 290,000	40 050,000	42 000,000	44 150,000	46 500,000
des atonco	S.	17 662,958	18 022,554	18 409,528	18 825,519	19 272,184	19 750,686	20 259,402	20 799,688	21 371,219	21 975,760	22 613,395	23 284,212	23 987,357	24 722,928	25 491,055	26 292,848	27 128,416	28 000,000	28 912,500
des pucara	S.	2 263,382	2 287,273	2 312,669	2 339,620	2 368,179	2 398,402	2 430,351	2 464,090	2 499,688	2 537,219	2 576,760	2 618,395	2 662,212	2 708,306	2 756,775	2 807,727	2 862,274	2 919,537	2 979,643
caliza pucara	S.	34 372,811	34 570,934	34 780,247	35 000,946	35 233,239	35 477,346	35 733,501	36 001,946	36 282,942	36 576,758	36 883,681	37 204,009	37 538,057	37 886,154	38 248,646	38 626,148	39 018,043	39 414,444	39 815,000
caliza terceros	S.	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000	43 875,000
TOTAL	S.	123 137,668	124 240,074	125 422,206	126 688,321	128 000,000	129 370,000	130 790,000	132 260,000	133 790,000	135 380,000	137 030,000	138 750,000	140 540,000	142 400,000	144 330,000	146 330,000	148 400,000	150 550,000	152 780,000
COSTO TOTAL/TONELAJE CALIZA (s/ton)																				
COSTO TOTAL DE AGREGADOS																				
oxido de fierro	S.	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780	381,780
silice	S.	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505	5,111,505
purzolana	S.	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158	224,158
yeso las dumas	S.	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344	4,381,344
yeso mexico	S.	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080	7,966,080
TOTAL	S.	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867	18,064,867
COSTO TOTAL DE MATERIAS PRIMAS																				
cal atonco	S.	141 202,535	142 304,341	143 487,073	144 753,188	146 110,469	147 560,469	149 110,469	150 750,469	152 480,469	154 310,469	156 240,469	158 280,469	160 430,469	162 700,469	165 090,469	167 600,469	170 230,469	173 000,469	175 910,469
des atonco	S.	17 662,958	18 022,554	18 409,528	18 825,519	19 272,184	19 750,686	20 259,402	20 799,688	21 371,219	21 975,760	22 613,395	23 284,212	23 987,357	24 722,928	25 491,055	26 292,848	27 128,416	28 000,000	28 912,500
des pucara	S.	2 263,382	2 287,273	2 312,669	2 339,620	2 368,179	2 398,402	2 430,351	2 464,090	2 499,688	2 537,219	2 576,760	2 618,395	2 662,212	2 708,306	2 756,775	2 807,727	2 862,274	2 919,537	2 979,643
caliza pucara	S.	34 372,811	34 570,934	34 780,247	35 000,946	35 2														

7 Plan de Cierre Conceptual:

El objetivo principal de esta sección es describir las actividades que se realizarán durante el período de cierre temporal, cierre progresivo y cierre final de las Canteras Atocongo. Las actividades de cierre a ejecutarse en cualquiera de los escenarios tendrán la finalidad de lograr la estabilidad física, química e hidrológica del área del proyecto.

- **Cierre Temporal:** Conjunto de actividades que se pueden implementar cuando por circunstancias económicas, operacionales, seguridad o ambientales las actividades mineras y/o de procesamiento son temporalmente suspendidas.
- **Cierre Progresivo:** conjunto de actividades relacionadas con el cierre, que pueden implementarse simultáneamente con las operaciones mineras y /o de procesamiento, las cuales comprenden componentes de la actividad minera o parte de ellos que dejan de ser útiles.
- **Cierre Final:** conjunto de actividades relacionadas con el cierre que se implementarán luego de concluidas las operaciones mineras y/o de procesamiento. Estas comienzan a consecuencia del agotamiento de los recursos minerales económicos, ocasionando el cierre de las operaciones en la cantera y de procesamiento.

Actualmente, las actividades en las Canteras Atocongo se encuentran en etapa de operación. UNACEM no tiene planificado la suspensión parcial o total del desarrollo de algunas de sus actividades en la extracción de la caliza, así como tampoco la suspensión del uso de algunas de sus instalaciones.

7.1 Cierre Temporal:

Como resultado de los trabajos de campo realizados, la información recolectada, las apreciaciones del personal técnico de las diferentes áreas de las Canteras Atocongo, las características y evaluaciones de sus reservas, el programa de producción y el planeamiento futuro de las operaciones, no se considera la ocurrencia de un cierre temporal de la actividad de la Cantera durante el resto del periodo de vida útil. No obstante, no se descarta la opción de cierre por eventos fortuitos.

En concordancia con lo anteriormente mencionado se recomienda desarrollar un Plan de cuidado y mantenimiento, que se pueda aplicar en caso ocurra una suspensión temporal o paralización imprevista.

La suspensión temporal de las operaciones podrá ocasionar que:

- Algunas áreas superficiales requieran de mantenimiento y rehabilitación,
- Impacto potencial por remanentes de soluciones y sustancias químicas de proceso,
- Repentino desempleo de la fuerza laboral y los impactos socioeconómicos correspondientes.

Si las operaciones se suspendieran o paralizaran por más de tres (03) años, incluyendo todas sus prórrogas, la mina y la infraestructura correspondiente se cerrará de acuerdo a lo indicado en la Sección de Cierre Final, según el D.S. N° 033-2005-EM.

El titular hará los esfuerzos para garantizar que el sitio permanezca en condiciones limpias y ordenadas durante el período del cierre temporal, ejecutando las siguientes actividades:

Desmantelamiento	En el cierre temporal no se aplica
Demolición, Salvamento y disposición	En el cierre temporal no se aplica
Estabilización Física	Inspecciones mensuales en botaderos Inspección de taludes
Estabilización Geoquímica	No aplica por las propiedades de la cantera
Estabilidad Hidrológica	No se prevé su aplicación
Establecer la forma del terreno	Existen elementos para demolición
Revegetación	Existen elementos para demolición
Rehabilitación de hábitats acuáticos	No existen hábitats acuáticos ni cuerpos de agua
Programas Sociales	No se aplicarán durante el cierre temporal

7.2 Cierre Progresivo

El Cierre Progresivo es el conjunto de actividades relacionadas con el cierre de componentes que cumplieron con su ciclo de vida útil, que pueden implementarse simultáneamente con las operaciones, las cuales comprenden componentes de la actividad extractiva o parte de ellos que dejan de ser útiles. De acuerdo a la vida útil del proyecto (proyectada anteriormente al año 2043, ahora con el incremento 2052) de las Canteras Atocongo no se han establecido actividades de cierre de los componentes para ser ejecutadas simultáneamente con las actividades de operación, a excepción del Depósito Guayabo, en el que se realizarán actividades de cierre progresivo. La razón obedece a que el periodo de cierre del Depósito contemplara un tiempo de 05 años (2017-2022), periodo en el cual se aplicaran actividades de cierre progresivo reduciendo los efectos negativos que genera la presencia del Depósito.

Desmantelamiento	En el cierre progresivo no se aplica
Demolición, Salvamento y disposición	En el cierre progresivo no se presenta
Estabilización Física	Guayabo: Realizar estudio geotecnia. Rebajar pendiente, reutilización de excedentes, muro perimétrico.
Estabilización Geoquímica	No existe generación de drenaje ácido
Estabilidad Hidrológica	No existen cursos de agua superficial ni subterránea
Establecer la forma del terreno	No aplicables en el cierre progresivo
Revegetación	Botadero Guayabo, 25.9 Ha.
Rehabilitación de hábitats acuáticos	No hay actividades de cierre progresivo
Programas Sociales	Si se aplica, impacto: Villa M del Triunfo, Pachacamac, AH José Galvez. Tablada de Lurin, Guayabo, Picapiedra, Quebrada Verde.

7.3 Cierre Final:

El Cierre Final, son todas aquellas actividades de cierre, que se implementarán al término del tiempo de vida útil de la mina, sobre componentes de la actividad minera o parte de ellos que hayan estado en operación, y que puedan seguir operando hasta que ya no sea económicamente rentable.

Durante el cierre final se ejecutarán las medidas de cierre aplicada a los componentes, dichas medidas se complementarán con el programa post cierre de mantenimiento y monitoreo, las cuales permitirán realizar el seguimiento de la recuperación de las áreas disturbadas por las actividades.

Para garantizar la ejecución de las medidas de cierre y de acuerdo a la legislación vigente, el titular constituirá una garantía financiera.

7.3.1 Desmantelamiento:

La actividad de desmantelamiento corresponde al retiro de elementos estructurales, coberturas de techo y laterales, estructuras de acero como pórticos, tijerales, vigas, columnas, correas, pisos metálicos, rejillas, plataformas, escaleras, tuberías, soporte de tuberías, rieles, tanques y silos.

Tajos Abiertos	No se realizará desmantelamiento
Instalaciones de Procesamiento	No aplica
Depósito de desmonte	No hay elementos por desmantelar
Instalaciones de manejo de agua	Se aplica desmantelamiento
Cantera de Puzolana	Zona centro, norte y sur aplican
Polvorín	Existen elementos para desmantelamiento
Vías de acceso	No existen elementos para desmantelar
Infraestructura para uso de trabajadores	Existen elementos para desmantelamiento

7.3.2 Demolición, salvamento y disposición:

Esta actividad se refiere a la ejecución del fracturamiento o rotura de los elementos de concreto existente, utilizando equipo mecánico o herramientas manuales. Los procedimientos para la demolición de las estructuras de concreto han sido clasificados teniendo en cuenta si son obras de concreto simple o armado a la vez si están enterradas o expuestas también si son masivas o de dimensiones pequeñas y por último si se va a necesitar el uso de explosivos o en su defecto el martillo neumático y/o maquinaria pesada como equipo de demolición. El salvamento consistirá en la recuperación de los elementos útiles y que pueden ser reutilizados o vendido a terceros.

Los escombros provenientes de la demolición serán ubicados en una zona previamente asignada dentro de la concesión para luego ser transportados a su destino final.

Tajos Abierto	No tenemos infraestructuras instaladas
Instalaciones de Procesamiento	No aplica
Depósito de desmonte	No hay elementos por demoler
Instalaciones de manejo de agua	Se aplica desmantelamiento
Cantera de Puzolana	Zona centro, norte y sur aplican
Polvorín	Existen elementos para demolición
Infraestructura para uso de trabajadores	Existen elementos para demolición

7.3.3 Estabilidad Física:

7.3.3.1 Canteras Atocongo:

En relación a la estabilidad física del talud se ha realizado un análisis, considerando las propiedades mecánicas y físicas del material y geometría más aceptable del talud mediante el programa XSTABL v6.203, este estudio fue elaborado por la empresa SVS Ingenieros S.A.

Los Taludes en las diferentes zonas estudiadas son estables, sin embargo es posible que ocurran algunos deslizamientos localizados, durante el progreso de la explotación. Lo altamente recomendable es llevar siempre un control de la voladura y perforación, efectuando voladuras en los Bancos de Talud final.

El cierre efectuado cubre las actuales áreas en explotación. Medidas de Cierre Final:

- Desquinchado y limpieza de crestas.
- Reperfilado de las paredes del banco y nivelación de las bermas para el mantenimiento de la pendiente de acuerdo al Estudio de Estabilidad de Taludes.
- Restricción permanente a bancos y tajos inoperativos con cerco de concreto
- Señalización preventiva e informativa para restringir el acceso a los tajos.

7.3.3.2 Depósitos de Desmonte:

La estabilidad física del depósito de desmontes implica el acondicionamiento de la configuración actual a una nueva configuración generada a partir de un análisis de estabilidad, conociendo las características físicas y de resistencia del material. En la actualidad las dimensiones del depósito de desmonte han disminuido de manera considerable, esto debido al uso del material como préstamo para diversas estructuras de relleno y en otro caso debido al interés económico que aún tiene el material para el proceso.

Las actividades de cierre final de los Depósitos de desmonte; Quebrada Blanca, Puquio y de Puzolanas, se desarrollaran de la siguiente manera:

- Realizar un estudio de Geotecnia, a fin de determinar y establecer la configuración y geometría final de los Depósitos de desmonte
- Rebajar la pendiente de los Depósitos actuales mediante reconfiguración de los taludes.

- Reutilización de los excedentes no aprovechables como rellenos en algunos sectores del tajo de explotación.
- Compactación de las capas de desmontes (los desmontes serán apisonados con el uso de equipos mecánico pesado (p.e. Tractores).
- Construcción de un muro perimétrico a fin de restringir el acceso al Depósito una vez conformado.
- Colocar señalización restrictiva en las zonas de posibles accesos.

7.3.3.3 Instalaciones para manejo de agua:

El área de emplazamiento de las instalaciones de manejo de agua (tanques) son áreas planas y estables físicamente.

7.3.3.4 Otras infraestructuras relacionadas con el proyecto:

El área de emplazamiento de Otras Infraestructuras son áreas planas y estables físicamente. Las actividades y/o medidas de cierre indicadas en el presente ítem, corresponden a las mismas que fueron aprobadas en el Plan de Cierre de Minas aprobado en el año 2009.

7.3.3.5 Estabilidad Geoquímica:

No se ha considerado las acciones de estabilidad geoquímica por las propiedades de las formaciones de caliza que contiene la mineralogía. No existe presencia de agua y tampoco de precipitaciones, y el nivel de reacción de acidez del mineral es muy bajo, debido a su pH neutro a alcalino.

7.3.3.6 Estabilidad Hidrológica

No se ha considerado actividades de estabilidad hidrológica por la ausencia de cuerpos de agua superficial y subterránea. La actividad no genera efluentes y tampoco algún tipo de drenaje a lo largo de sus actividades de explotación.

7.3.3.7 Establecimiento de la forma del terreno y rehabilitación de hábitats:

Tajo Abierto:

No es posible restablecer la forma del terreno original, por lo tanto se ha considerado la restricción permanente de bancos y tajos inoperativos con cerco perimétrico. Se realizarán acciones de nivelación y perfilados en las áreas adyacentes al tajo.

Depósitos de Desmonte:

La forma del terreno de los Depósitos sufrirá una alteración irreversible. Se realizará un replanteo menor de los taludes para obtener una pendiente general 2,5H: 1,0V y para hacer que los relieves sean más naturales, haciéndolos compatibles con el paisaje natural.

En los Depósitos Guayabo y Puquio se realizará el replanteo que se refiere a la re nivelación y perfilamiento de áreas afectadas (material inerte) por la actividad minera, de tal manera de evitar la erosión de la superficie.

El Depósito Quebrada Blanca se acondicionará su relieve con acciones de rasgado, afloje y perfilado, de manera tal que permita procesos de revegetación natural (herbáceas).

7.3.3.8 Revegetación:

Tabla 7.3.3.8: Principales características de los sitios a revegetar por sector

Sector	Altitud (msnm)	Superficie a revegetar (ha)	Medida asociada a la revegetación	Sitio
1	200 - 500	147,44	Acondicionamiento del terreno	Cantera Caliza
2	180 - 300	50,97	Acondicionamiento del terreno	Depósito de desmonte Puquio
3	280 - 360	25,92	Acondicionamiento del terreno	Depósito de desmonte Guayabo
4	240 - 260	241,75	Acondicionamiento del terreno	Depósito de desmonte Quebrada Blanca

8 CONCLUSIONES:

- Se confirma que con una adecuada proporción de mezclas es posible recuperar proyectos con parámetros fuera de especificación, de acuerdo a la metodología planteada de trabajar por paladas.
- El aporte de caliza de terceros es primordial por sus leyes, altas en calcio y bajas en aluminio y sulfatos (Al_2O_3 y SO_3) por ende es importante un adecuado y estricto control de la recepción de estos materiales y que cumpla con los parámetros, dado que a un calcio bajo no ayuda en el promedio general.
- El minado por mezclas significa un incremento en el costo operativo debido al mayor empleo de equipos y mayor consumo de calizas altas de terceros, siendo una inversión adicional que nos permitirá incrementar reservas que es el objetivo después de la inversión realizada para que la planta esté operando a su máxima capacidad.
- En el orden antiguo que teníamos en el minado podíamos abarcar todas las zonas de la cantera en búsqueda de asegurar la disponibilidad de caliza de alta ley la misma que ayudaba a regular las leyes bajas, de esta manera trabajábamos con cierta inmediatez, con el riesgo de consumir en demasía las calizas altas y tener temporadas en las cuales tengamos mayor cantidad de calizas bajas. En el diseño propuesto de minado por fases, estamos asegurando un orden de tal manera de que en cada fase tengamos disponibilidad de caliza marginal para recuperación, suficiente disponibilidad de caliza alta, todo esto es posible debido a la ventaja que nos da disponer de calizas altas de terceros.
- El plan de minado muestra que conforme se avanza a lo largo de la vida de la mina, la distancia del frente de minado a la Chancadora Primaria es mayor al inicio de la operación y en las últimas fases de minado se reduce, todo esto debido a la configuración del tajo donde el cuerpo mineralizado rodea las instalaciones de la

CH-PR que se encuentra en el nivel más alto de la cantera Atocongo, esto implica que los costos operativos no se disparen en el tiempo.

- Se han identificado importantes oportunidades de ganar reservas si movemos la Chancadora Primaria y en el límite de la zona sur de Puquio con el respectivo botadero, en este último se puede realizar una campaña de muestreo para identificar calizas marginales, antes denominadas desmonte, lo que haría más factible el repliegue. La presente tesis sería un punto de partida para posteriores evaluaciones.
- Se ha realizado una comparación económica entre el plan de minado correspondiente a la consultora y el plan de minado propuesto en la tesis, con los respectivos ingresos, costos y gastos generales, en ambos casos hallamos el valor Presente Neto, siendo el VPN correspondiente al propuesto en la tesis mayor al plan de minado de la consultora:
$$\text{VPN (tesis)} = S/ .6, 386, 141,370 > \text{VPN (Consultora)} = S/ .6, 269, 520,760.$$
La tasa Interna de Retorno (TIR) para el plan de minado propuesto es de 12%. Además el flujo de ingresos menos egresos a lo largo del tiempo o “Surplus” es mayor en el caso de la tesis: $\text{Surplus (tesis)} = S/ .24, 525, 700,000 > \text{Surplus (consultora)} = S/ .19, 457, 514,000$. Confirmándose en todos los casos la viabilidad económica del presente trabajo. Los cálculos se presentan en la tabla 8.

Tabla 8: Evaluación Financiera entre los planeamientos de minado elaborado por la consultora y el de la presente tesis.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
INGRESOS																				
TOTAL CLINKER (ton)	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000
TOTAL CEMENTO (ton)	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000
TOTAL VENTAS (\$/ ,000)	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000
TOTAL EXPORTACIÓN (\$/ ,000)	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890
TOTAL INGRESOS (\$/ ,000)	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890
EGRESOS																				
MATERIAS PRIMAS - TESIS (\$/ ,000)	122,791	124,581	124,695	124,848	125,040	125,272	125,544	125,857	126,212	134,321	134,847	135,428	136,065	136,760	137,517	138,336	139,222	140,176		
MATERIAS PRIMAS - CONSULTORA (\$/ ,000)	110,001	110,053	110,159	110,317	110,530	110,796	111,118	111,495	111,929	112,421	112,973	113,586	114,262	115,003	115,812	116,690	117,640	118,666	119,770	
COMBUSTIBLES - ENERGIA (\$/ ,000)																				
Carbon	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293
Petroleo Residual	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Energia Eléctrica	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900
Gas Natural	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600
COMPRAS (\$/ ,000)																				
Compras local y exterior	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580
bolsas	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920
GASTOS GENERALES (\$/ ,000)																				
Administración General	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560
de ventas y marketing	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000
de producción	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600
TOTAL EGRESOS - TESIS (\$/ ,000)	971,244	973,034	973,148	973,301	973,493	973,725	973,997	974,310	974,665	982,774	983,300	983,881	984,518	985,213	985,970	986,789	987,675	988,629		
TOTAL EGRESOS - CONSULTORA (\$/ ,000)	958,454	958,506	958,612	958,770	958,983	959,249	959,571	959,948	960,382	960,874	961,426	962,039	962,715	963,456	964,265	965,143	966,093	967,119	968,223	
SALDO - TESIS (\$/ ,000)	663,646	661,856	661,742	661,589	661,397	661,165	660,893	660,580	660,225	652,116	651,590	651,009	650,372	649,677	648,920	648,101	647,215	646,261		
SALDO - CONSULTORA (\$/ ,000)	676,436	676,384	676,278	676,120	675,907	675,641	675,319	674,942	674,508	674,016	673,464	672,851	672,175	671,434	670,625	669,747	668,797	667,771	666,667	
TOTAL SURPLUS - TESIS (\$/ ,000)	24,525,700																			
TOTAL SURPLUS - CONSULTORA (\$/ ,000)	19,457,514																			
Valor Presente Neto,12% - TESIS (\$/ ,000)	S/ 6,386,141.37																			
Valor Presente Neto,12% - CONSULTORA (\$/ ,000)	S/ 6,269,520.76																			
TIR (Tasa Interna de Retorno) - TESIS	12%																			

	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
INGRESOS																			
TOTAL CLINKER (ton)	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000	4,340,000
TOTAL CEMENTO (ton)	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000	3,880,000
TOTAL VENTAS (\$/.000)	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000	1,557,000
TOTAL EXPORTACIÓN (\$/.000)	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890	77,890
TOTAL INGRESOS (\$/.000)	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890	1,634,890
EGRESOS																			
MATERIAS PRIMAS - TESIS (\$/.000)	141,203	142,305	143,487	144,753	142,560	143,116	143,973	131,677	132,833	131,265	132,855	134,744	136,975	139,601	142,690	196,076	197,463	198,906	200,407
MATERIAS PRIMAS - CONSULTORA (\$/.000)	120,956	122,229	123,591	125,049	114,731	115,405	116,349	117,574	119,100	120,954									
COMBUSTIBLES - ENERGIA (\$/.000)																			
Carbon	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293	189,293
Petroleo Residual	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Energia Eléctrica	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900	78,900
Gas Natural	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600	115,600
COMPRAS (\$/.000)																			
Compras local y exterior	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580	137,580
bolsas	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920	83,920
GASTOS GENERALES (\$/.000)																			
Administración General	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560	94,560
de ventas y marketing	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000	104,000
de producción	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600	26,600
TOTAL EGRESOS - TESIS (\$/.000)	989,656	990,758	991,940	993,206	991,013	991,569	992,426	980,130	981,286	979,718	981,308	983,197	985,428	988,054	991,143	1,044,529	1,045,916	1,047,359	1,048,860
TOTAL EGRESOS - CONSULTORA (\$/.000)	969,409	970,682	972,044	973,502	963,184	963,858	964,802	966,027	967,553	969,407									
SALDO - TESIS (\$/.000)	645,234	644,132	642,950	641,684	643,877	643,321	642,464	654,760	653,604	655,172	653,582	651,693	649,462	646,836	643,747	590,361	588,974	587,531	586,030
SALDO - CONSULTORA (\$/.000)	665,481	664,208	662,846	661,388	671,706	671,032	670,088	668,863	667,337	665,483									

9 BIBLIOGRAFIA:

- Open Pit Mine Planning and Design – William A. Hustrulid.
- Especificaciones Técnicas y Estándares de la caliza – Documento interno de UNACEM.
- Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de la ampliación de La Cantera Atocongo – Aprobado el año 2000.
- Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto de Explotacion de la Cantera Atocongo Norte – Aprobado el año 2007.
- Plan de Cierre de Minas (PCM) de canteras y botaderos de la UEA Atocongo – Aprobado en Marzo del año 2009.
- Estudio de estabilidad de Taludes – Elaborado el año 2009 por SVS Ingenieros.

