

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**TESIS**

**“INFLUENCIAS DEL MANTENIMIENTO DE VÍAS DE ACARREO EN  
LA PRODUCTIVIDAD DEL TAJO FERROBAMBA – MINERA LAS  
BAMBAS – APURÍMAC”**

Presentado Por:

Bach: Bladimir Hurtado Nuñez

Asesor: Ing. Ruben Llamocca Vivanco

**CUSCO-PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Gabriel Hurtado y Yolanda Nuñez por darme la vida, por las fortalezas que ambos mantienen ante cualquier dificultad, cuyas enseñanzas desde temprana edad fueron forjando en mi la personalidad y el carácter para sobresalir y ser una persona de bien.

A mis hermanos quienes con el ejemplo fueron fuente inspiración para sobrellevar cada etapa de mi desarrollo personal y profesional, hermanos que siempre están presentes en los más momentos más cruciales de mi vida.

A mis sobrinos, con los cuales tengo un lazo de conexión inexplicable, quienes llenan de felicidad mis días con el solo hecho de estrechar una mirada y compartir un abrazo.

A los amigos, seres humanos maravillosos que tuve la dicha de conocer pues con ellos pasé y paso muchas experiencias, anécdotas y aventuras, personas incondicionales que siempre están presentes y celebran mis triunfos como si fueran los suyos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme una oportunidad más de vida, por velar por mi integridad física y emocional.

Al esfuerzo de mis padres, quienes a pesar de no atravesar una buena situación económica durante mi etapa universitaria realizaron un esfuerzo digno de reconocer, es fruto de ese esfuerzo que he llegado hasta donde estoy el día de hoy.

A la Universidad Nacional San Antonio Abad Del Cusco donde nació la ilusión de incursionar en el mundo minero buscando una mejor calidad de vida, Alma mater de la cual rescato grandes enseñanzas las cuales sirvieron para ingresar con facilidad a una de las unidades mineras con mayor producción de cobre a nivel mundial.

A los catedráticos de la escuela profesional de Ingeniera de minas por los conocimientos impartidos los cuales me sirven para desarrollarme profesionalmente.

A La Unidad Minera Las Bambas por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente en múltiple de la gerencia de operaciones mina y contar con el respaldo de ellos para dar pie a este trabajo de investigación.

A mi asesor Ruben Vivanco, que desde un inicio me brindo las facilidades para el desarrollo de esta investigación, pese a algunas complicaciones de salud que presente durante el desarrollo de la investigación.

A los amigos y compañeros de trabajo quienes tuvieron la gentileza de proporcionarme la información necesaria para concluir satisfactoriamente esta investigación

## RESUMEN.

En la Unidad Minera Las Bambas S.A se realiza trabajos de explotación del yacimiento minero que comprende el Tajo Ferrobamba mediante el método de tajo abierto, En el Tajo Ferrobamba que viene a ser el primer tajo de tres planteados de acuerdo con el permiso de operación, es allí donde se ejecuta actividades de perforación, voladura, carguío y acarreo de mineral y desmonte o estéril. Actualmente, en la Unidad Minera las Bambas mueve en promedio 145,000 toneladas por día (t/d) de mineral que pasa por la chancadora primaria y posteriormente la planta concentradora la misma que genera concentrado de cobre (Cu) y molibdeno (Mo) como producto, adicionalmente mueve 500,000 toneladas por día (t/d) de material desmonte, debido a ello se hace necesario y de gran importancia el seguimiento y monitoreo a la productividad de los equipos de acarreo la misma que se ven afectada en ocasiones cuando las vías mineras se encuentran en mal estado de conservación, producto del alto tránsito de equipos de acarreo las mismas que podrían verse incrementado con los efectos climáticos propios de la geografía de la zona que afectan de manera negativa a las vías, deteriorándolas y volviéndolas intransitables para los equipos, cuyos operadores por seguridad, reducen sus velocidades de acarreo con la finalidad de disminuir la probabilidad de derrapes sobre la vía, se presenta una considerable reducción de la productividad del proceso de acarreo, lo que se traduce en incumplimiento de las metas diarias, semanales y mensuales de producción, aumento de costos, además de aumentar el riesgo de accidentes. Debido a lo anteriormente mencionado, se consideró acondicionar las vías principales de la Unidad Minera Las Bambas para poder contrarrestar los efectos negativos para el proceso de acarreo producidos por el mal estado de la vía y de esta manera comprobar la importancia de contar con unas vías de acarreo en estado óptimo, al lograr mayor eficiencia en la operación, lo que se tradujo en mayores cotas de producción y en ahorro de costos para la Unidad Minera Las Bambas.

## INDICE

CAPÍTULO I .....	1
ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACION.....	1
1.1. Problema .....	1
1.2. Formulación del problema .....	1
1.2.1. Problema Principal.....	1
1.2.2. Problemas específicos.....	1
1.3. Objetivos .....	2
1.3.1. Objetivo General .....	2
1.3.2. Objetivos específicos .....	2
1.4. Justificación del estudio .....	2
1.5. Alcances.....	2
1.6. Hipótesis .....	3
1.6.1. Hipótesis General.....	3
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	3
1.7. Variables e indicadores .....	4
1.8. Metodología de la investigación .....	4
1.8.1. Tipo de investigación .....	4
1.8.2. Nivel de Investigación .....	5
1.8.3. Técnicas de análisis de datos. ....	5
1.9. Población y muestra .....	5
1.9.1. Población.....	5
1.9.2. Muestra .....	5
CAPÍTULO II .....	6
ASPECTOS GENERALES DE LA MINA .....	6
2.1. Relieve de la Mina .....	6
2.2. Hidrología de la Mina .....	7
2.2.1. Resumen de línea base hidrológica (EIA aprobado, 2011).....	9
2.3. Geología de la Mina.....	11
2.3.1. Geología Regional.....	11
2.3.1.1. Estratigrafía regional.....	11
2.3.1.2. Geología estructural regional .....	14
2.3.1.3. Geología histórica .....	15

2.3.2.	Geología Local.....	21
2.3.2.1.	Estratigrafía local .....	21
2.3.2.2.	Geología estructural local .....	34
2.3.2.3.	Geología del yacimiento .....	39
2.3.3.	Geología Económica .....	43
2.3.3.1.	Mineralogía .....	43
2.3.3.2.	Reserva Mineral .....	44
CAPÍTULO III.....		46
DESCRIPCION DEL TAJO FERROBAMBA DE LA UNIDAD MINERA LAS BAMBAS .....		46
3.1.	Generalidades.....	46
3.1.1.	Reseña Histórica .....	46
3.1.2.	Ubicación .....	48
3.1.3.	Accesibilidad.....	52
3.2.	Clima y Meteorología .....	52
3.3.	Flora y fauna .....	52
3.3.1.	Flora .....	52
3.3.2.	Fauna.....	53
3.3.3.	Topografía y Fisiografía.....	54
3.4.	Descripción de operaciones mina .....	55
3.4.1.	Métodos de Explotación.....	55
3.4.1.1.	Parámetros geométricos del tajo .....	55
3.4.2.	Ciclo de Minado.....	59
CAPÍTULO IV.....		77
MARCO TEORICO.....		77
4.1.	Antecedentes de la investigación. ....	77
4.1.1.	Antecedente local – Nacional .....	77
4.1.2.	Antecedente Internacional.....	78
4.2.	Bases Teóricas y Conceptuales .....	79
4.2.1.	Vías de Acarreo.....	80
4.2.2.	Parámetros de diseño Geométrico de vías mineras .....	85
4.2.3.	Diseño estructural de vías mineras.....	103
4.2.4.	Terminología Para Mantenimiento de Vías .....	105
4.2.5.	Terminología Relacionada con la productividad .....	110
4.2.6.	Terminología Relacionada con Disponibilidad y Utilización .....	114

CAPÍTULO V .....	116
MEJORAMIENTO DE VIAS DE ACARREO .....	116
5.1. Recursos Para el Mantenimiento de Vías .....	116
5.1.1. El tiempo .....	116
5.1.2. Las personas .....	116
5.1.3. Los equipos .....	116
5.1.4. Los materiales. ....	116
5.2. Equipos para el Mantenimiento de Vías .....	117
5.2.1. Bulldozer (CAT D8T, Komatsu D475A, CAT D11T) y Wheeldozer CAT. 844H (asistente) .....	117
5.2.2. Equipo de compactación – Rodillo vibratorio .....	118
5.2.3. Motoniveladora (16M -24M, hoja ancha o equivalente).....	118
5.2.4. Camiones Cisterna. ....	119
5.2.5. Camiones de acarreo. ....	120
5.3. Materiales para el Mantenimiento de vías .....	120
5.3.1. Materiales In-Situ.....	121
5.3.2. Capas Base y Sub-base .....	123
5.3.3. Capa de rodadura (Superficie de rodado).....	124
5.4. Tipo de Mantenimiento de vías.....	125
5.4.1. El Mantenimiento Rutinario.....	126
5.4.2. El Mantenimiento Correctivo.....	127
CAPÍTULO VI.....	130
ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS ANTES Y DESPUES DE GESTION DE MANTENIMINETO DE VIAS .....	130
6.1. Comparación de Producción en el periodo 2018 al 2019 .....	131
6.2. Comparación de velocidades de acarreo. ....	132
6.3. Distancia equivalente .....	135
6.4. Comparación de consumo de Diesel.....	135
6.5. Comparación de Disponibilidad y Utilización.....	137
6.6. Rendimiento de neumático.....	138
CONCLUSIONES .....	141
BIBLIOGRAFÍA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ANEXOS .....	145

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de variables independientes y dependientes.....	4
Tabla 2: Estaciones hidrométricas en el área Las Bambas .....	9
Tabla 3: Reservas minables de cobre.....	45
Tabla 4:Derecho Minero Las Bambas. ....	49
Tabla 5:Simbología de Unidades Fisiográficas. ....	54
Tabla 6:Parámetros de operación del tajo abierto Ferrobamba propuesto en la Tercera MEIA. .....	57
Tabla 7: Diseño de parámetros de perforación primaria / Pre-corte.....	59
Tabla 8:detalle de equipos de perforación. ....	60
Tabla 9:Diseño de perforación y Voladura.....	64
Tabla 10: Agentes de voladura a emplear en la unidad minera las Bambas, resumen último semestre 2019 y cierre anual.....	65
Tabla 11: Accesorios de voladura a emplear en la unidad minera las Bambas, resumen último semestre 2019 y cierre anual.....	65
Tabla 12:Precio y costo de agentes de voladura se maneja el precio pactado del ultimo centrado – Las Bambas. ....	65
Tabla 13: Precio y costo de accesorios de voladura se maneja el precio pactado del ultimo centrado – Las Bambas. ....	66
Tabla 14: Resumen de Costo de agentes y accesorios de voladura – U.M. Las Bambas. ....	66
Tabla 15: datos de disparo Proy. Fase 2B 3765 3765_220-221. ....	68
Tabla 16: Dimensión de la vía de acarrazó.....	86
Tabla 17: Peralte sugerido (n) según el radio de la curva / velocidad del camión. ....	91
Tabla 18:especificaciones para la intervención de una vía.....	109
Tabla 19: equipos de compactación.....	118
Tabla 20: Equipos de nivelación y lastrado. ....	119
Tabla 21:Análisis mecánico por tamizado con material de 3”. ....	125
Tabla 22: Resumen de producción U.M las Bambas 2018 (Enero – Diciembre).....	131
Tabla 23:Resumen de producción U.M las Bambas 2019 (Enero – Diciembre).....	131

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación de ríos y cuencas UM Las Bambas. ....	10
Figura 2: se representa la columna lito estratigráfica regional. ....	14
Figura 3: Secciones esquemáticas de la geología histórica - Mesozoico (Jurásico – Cretáceo – Paleógeno).....	18
Figura 4: Secciones esquemáticas de la geología histórica – Eoceno-Oligoceno – Cuaternario. ....	19
Figura 5: Procesos asociados con la mineralización en la U.M. Las Bambas. ....	20
Figura 6: Columna litoestratigráfica local del área de estudio. ....	24
Figura 7:Ubicación Geográfica unidad Minera Las Bambas.....	48
Figura 8: concesiones U.M. Las Bambas.....	51
Figura 9:Esquema de diseño de la huella final de los tajos Ferrobamba, Chalcobamba y SulfoBamba aprobados en el EIA del Proyecto Las Bambas.....	56
Figura 10: Esquema de diseño de la huella final y vistas de perfil del tajo Ferrobamba, aprobado en el EIA del Proyecto Las Bambas 2011.....	57
Figura 11: Secuencia de minado propuesto del Tajo Ferrobamba.....	58
Figura 12: Profundidad del Tajo Ferrobamba sección A-A´ .....	59
Figura 13: Perforadoras Primarias empeladas en el tajo Ferrobamba .....	60
Figura 14: Perforadora de Precorte empeladas en el tajo Ferrobamba. ....	61
Figura 15: Parámetros de voladura en banco. ....	62
Figura 16: Esquema de diseño de malla de perforación. ....	63
Figura 17:Perfil de carguío de proyecto de la Fase 2B 3765 3765_220-221 – Taladros de Producción. ....	67
Figura 18:Perfil de carguío de proyecto de la Fase 2B 3765 3765_220-221 – Taladros de Precorte. ....	67
Figura 19: Levantamiento de taladros FASE 2B 3765_precorte.....	68
Figura 20: Diseño de voladuraFASE 2B 3765_220-221, sin considerar taladros de recorte. .	69
Figura 21: secuencia de salida FASE 2B 3765_220-221.....	69
Figura 22: Burden relief FASE 2B 3765_220-221.....	69
Figura 23: Instantánea PRE-VOLADURA Fase 2B 3765_220-221. ....	70
Figura 24: Instantánea secuencia de salida. ....	70
Figura 25: Instantánea POST-VOLADURA Fase 2B 3765_220-221.....	70

Figura 26: Vía de acarreo.....	80
Figura 27: Vía doble carril dentro de tajo con talud y muro de seguridad. ....	81
Figura 28: Vía doble carril dentro de tajo con muro de seguridad a ambos lados de la vía. ...	81
Figura 29: Vía doble carril fuera de tajo con talud y muro de seguridad. ....	82
Figura 30: Vía doble carril fuera de tajo con muro de seguridad a ambos de la vía.....	82
Figura 31: Ancho de vía entro de tajo (43mts) .....	86
Figura 32: 4.2.2.2. Pendiente Longitudinal.....	87
Figura 33: 4.2.2.3. Pendiente Trasversal.....	88
Figura 34: Requisitos de visibilidad alrededor de una curva horizontal.....	90
Figura 35: Peralte de curvas de caminos de acarreo minero.....	92
Figura 36: Cálculo del ensanche alrededor de curvas.....	93
Figura 37: Distribución del ensanche alrededor de una curva.....	94
Figura 38: Situaciones en curvas verticales seguras e inseguras. ....	95
Figura 39: Método para calcular la longitud de la curva vertical para que cumpla con los requisitos de visibilidad. ....	96
Figura 40: Curvas de hundimiento vertical.....	98
Figura 41: Drenaje superficial de una via. ....	99
Figura 42: Drenaje Subterráneo .....	101
Figura 43: Ubicación de las bermas de seguridad para caminos. ....	101
Figura 44: Diseño del carril de escape de las rampas de seguridad.....	102
Figura 45: SISD en intersecciones.....	103
Figura 46: Modificación de ángulos de cruce para mejorar la traza de la intersección.....	103
Figura 47: Capas estructurales que conforman un camino. ....	104
Figura 48: Embalse de retención producto de material en la cunetas.....	107
Figura 49: Forma de calcular EFH.....	110
Figura 50: Ejemplo real de cálculo en mina. ....	111
Figura 51: relación entre disponibilidad y uso.....	115
Figura 52: curva granulométrica de la muestra del 11 junio 2019. ....	125
Figura 53: Eventos en la vía - Reporte por sensores de los equipos de acarreo .....	126
Figura 54: Diseño completo de los trabajos en el Tramo 9, para metrar y proceder a cronograma. ....	127
Figura 55: Sección típica de sub-dren que va paralela a la vía, por debajo de la cuneta.....	128
Figura 56: Cronograma de trabajo par intervención de vías de acarreo y sistemas de drenaje. ....	128

Figura 57: la distribución de tramos en la unida minera las Bambas. ....	129
Figura 58: Cuadro comparativo de producción del 2018 al 2019.....	132
Figura 59: Registro en el Dispatch el movimiento de los equipos. ....	133
Figura 60: Muestra la gráfica las velocidades reales registradas en la base de datos del Dispatch haciendo un comparativo con las velocidades planificadas por cada mes, ello contempla las épocas secas y la temporada de lluvia. ....	133
Figura 61: Velocidad media de equipo de acarreo cargado. ....	134
Figura 62: Velocidad media de equipos de acarreo en vacío.....	134
Figura 63: Precipitaciones pluviales de los últimos del 2015 al 2019.....	135
Figura 64: Distancia equivalente. ....	135
Figura 65: Comparación de consumo de combustible de acuerdo a la distancia equivalente que recorren (Enero – Diciembre del 2018). ....	136
Figura 66: Comparación de consumo de combustible de acuerdo a la distancia equivalente que recorren (Enero – Junio del 2019) los mese julio a diciembre son fechas aun no contavilizadas, a la fecha del Julio a Diciembre son tomados con o datos referenciales. ....	136
Figura 67: Muestra el número de equipos de acarreo que cuenta las Bambas. ....	137
Figura 68: Muestra la disponibilidad de los equipos de acarreo haciendo un comparativo entre el 2018 hasta junio 2019 .....	138
Figura 69: Muestra el uso de la disponibilidad de los equipos de acarreo haciendo un comparativo entre el 2018 hasta junio 2019 .....	138
Figura 70: Representa el consumo comparativo de neumáticos de aro 53/80 de 2018 a junio del 2019.....	139
Figura 71: Representa el consumo comparativo de neumáticos de aro 59/80 de 2018 a junio del 2019.....	139
Figura 72: Representa el rendimiento comparativo de neumáticos de aro 53/80 de 2018 a la primera semana de julio del 2019. ....	140
Figura 73: Representa el rendimiento comparativo de neumáticos de aro 59/80 de 2018 a la primera semana de julio del 2019. ....	140

## CAPÍTULO I

### ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACION

#### 1.1. Problema

#### 1.2. Formulación del problema

Actualmente, en la unidad minera las Bambas se lleva a cabo actividades de explotación del yacimiento que comprende el tajo Ferrobamba, Debido a que la capacidad instalada de la planta concentradora es de 145.000 toneladas por día (t/d) la misma que genera concentrado de cobre (Cu) y molibdeno (Mo) como producto se hace necesario y de gran importancia el seguimiento y monitoreo a la productividad de los equipos de acarreo la misma que se ven afectada en ocasiones cuando las vías mineras se encuentran en mal estado de conservación.

##### 1.2.1. Problema Principal

¿De qué manera influye el mantenimiento de vías de acarreo en la productividad del tajo Ferrobamba en la unidad minera Las Bambas - Apurímac?

##### 1.2.2. Problemas específicos

- i. ¿De qué manera reducir los periodos de mantenimiento de las vías de acarreo?
- ii. ¿Cómo incrementar la durabilidad de la carpeta de rodadura de las vías de acarreo minero?
- iii. ¿Cómo afecta el factor climático en conservación de las vías de acarreo y productividad del tajo Ferrobamba unidad minera las Bambas?
- iv. ¿Cómo reducir los costos en el proceso de mantenimiento de vías?

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo General

Mejorar la productividad en la unidad minera las Bambas tomando como criterio principal el mantenimiento de las vías de acarreo.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- i. Reducir los periodos de mantenimiento de las vías de acarreo.
- ii. Incrementar la durabilidad de la carpeta de rodadura de las vías de acarreo minero.
- iii. Generar alternativas para mitigar los daños ocasionados en las vías de acarreo producto de factores climático y con la finalidad de mantener buena productividad del tajo Ferrobamba unidad minera las Bambas.
- iv. reducir los costos en el proceso de mantenimiento de vías.

### 1.4. Justificación del estudio

El presente estudio de investigación esta direccionado a demostrar la influencia que tiene el mantenimiento de vías de acarreo en la productividad del tajo Ferrobamba de la unidad minera Las Bambas, la misma que para cumplir las meta anual de recuperación de 400.000 a 450.000 toneladas de concentrado de cobre (Cu) y molibdeno (Mo), mueve una flota de equipos acarreo constituidos a la fecha por 44 camiones Komatsu 930 E, 5 Camiones 980E, 13 camiones Caterpillar 797F y 4 camiones HD 1500 las mismas que transitan por más de 21 km de vías.

### 1.5. Alcances

El presente estudio está enfocado a determinar la influencia del mantenimiento de vías de acarreo en la productividad del tajo Ferrobamba en la unidad minera las Bambas la misma que se encuentra ubicada entre los distritos de Challhuahuacho, Tambobamba y Coyllurqui, provincia de Cotabambas, y el distrito de Progreso, provincia de Grau,

en la Región Apurímac, a una altitud que varía entre los 3.800 y 4.600 m.s.n.m., a aproximadamente 75 km al suroeste de la ciudad de Cusco. La información carácter de estudio está enfocada en los registros tomados por la gerencia de operaciones mina durante un periodo de 1 año la que comprende dos estaciones climatológicas bien marcadas que son las temporadas de seca y la de lluvia cada una de las cuales tendrá diferente comportamiento al momento de realizar el mantenimiento de las vías de acarreo.

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis General

Al contar con vías de acarreo correctamente afirmadas mantendremos velocidades constantes de los equipos con lo cual se incrementará la productividad la misma que repercute directamente en los costos operativos.

### 1.6.2. Hipótesis Específicas

- i. Determinando una adecuada granulometría del material empleado como cada de rodadura, técnicas de lastrado y compactación adecuada se podría aplazar los periodos de mantenimiento de las vías de acarreo.
- ii. Aplicando criterios adecuados de mantenimiento de vías, diseños previos a la ejecución, levantamientos de las vías generaran el incremento de la durabilidad de las vías de acarreo.
- iii. Siendo la temporada de lluvia el periodo que presenta mayores daños en la vía de acarreo se plante mejorar los sistemas de drenaje con la finalidad de reducir los acolchonamientos dentro de las vías de acarreo con lo cual mantendríamos una buena productividad en esta temporada.

iv. Con los criterios de conservación de vías y aplazando los periodos de mantenimiento de las vías lograremos reducir nuestros costos de mantenimiento de las vías de acarreo

### 1.7. Variables e indicadores

De acuerdo al planteamiento de problema se determinó las variables independientes y dependientes.

*Tabla 1: Detalle de variables independientes y dependientes*

<b>Variables independientes</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unid. Medida</b>
vía de acarreo	Ancho de la Vía	Metros
	Pendiente	%
	Pendiente	%
	Resistencia de rodadura	%
Equipos de Acarreo	Cantidad de flota por modelo	Unid.
	Capacidad de carga	Ton.
<b>Variables dependientes</b>	<b>Indicadores</b>	
Productividad	Toneladas Movidas por día	Ton/Dia; Ton/Hr
Disponibilidad mecánica	Tiempo disponible de equipo	Horas, %
Utilización	Horas reales de trabajo con respecto al tiempo Disponible.	Horas, %
Consumo de Diesel	Consumo de Diesel por hora	Gl/Hr
Consumo de Neumáticos	cantidad te neumáticos utilizados por flota	Unid/mes

Fuente: Propia

### 1.8. Metodología de la investigación

#### 1.8.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación Cuantitativa descriptiva y analítica porque se van a realizar análisis y evaluaciones con el objeto de describir los diversos aspectos que influyen en la productividad del tajo Ferrobamba.

### 1.8.2. Nivel de Investigación

El método de investigación que se aplica en la presente Tesis viene a ser el METODO CUANTITATIVO – ANALITICO, esto debido que se requiere cuantificar la información para de esta manera poder explicar el problema causa raíz de la investigación para ello se procesará y analizará por separado las variables del problema para luego asociar entre las mismas variables con lo cual se dará respuesta y ver si satisface lo planteado en la Hipótesis de estudio.

### 1.8.3. Técnicas de análisis de datos.

- Información almacenada en base de datos administrada por el sistema Modular. La cual contiene información desde la circulación del primer camión en las bambas.
- Dron (Phyton 4 Pro)
- Sistema de monitoreo Vbox.
- Zaranda para (para comprobar granulometría)
- Sistema MEMs (monitoreo de presión y temperatura de neumático)
- Software (MineSight / Autocad Civil 3D)
- Office 365 (Excel)

## 1.9. Población y muestra

### 1.9.1. Población

En el presente estudio se considera como población La U.M. Las Bambas

### 1.9.2. Muestra

Como Muestra se considera todas las vías de acarreo del tajo Ferrobamba, Botadero Ferrobamba Chancador Primario y Dique de Relaves en la U.M. las Bambas.

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GENERALES DE LA MINA

#### 2.1. Relieve de la Mina

El relieve y las diversas geoformas presentes en el área de estudio son el resultado de la conformación de la Cordillera de los Andes como un macizo que se levantó durante el Neógeno tardío y el Cuaternario, incluyendo una depresión central inclinada, que se conoce como altiplano. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-100)

Durante el Neógeno tardío se han producido eventos de levantamiento, distensión y volcanismo explosivo, mientras que, durante el Cuaternario, se han producido eventos de glaciación, desglaciación, erosión glacial y fluvial, así como procesos de sedimentación fluvial y fluvioglaciar, asociados con procesos de meteorización mecánicas y químicas, relacionadas con las variaciones del clima. Posteriormente a estos eventos, se han dado procesos de erosión, transporte y sedimentación en climas fríos, glaciales, con lluvias estacionales. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-100)

La erosión glacial ha desgastado las rocas y ha transportado sus fragmentos, lo que generó rocas estriadas y pulidas, así como el arranque de fragmentos de rocas, cuyo resultado de este evento son las geoformas características en el paisaje, como son los valles glaciares, lagunas, y depósitos de morrenas en las laderas de montañas. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-100)

Las desglaciaciones y las lluvias generaron los ríos y las corrientes, los cuales han ocasionado la erosión mecánica del substrato rocoso y de los materiales de la superficie, formando valles, taludes, depresiones y arrastrado de materiales de diversos tamaños, incluyendo materiales en solución. En las partes bajas y de menor pendiente, se han acumulado depósitos aluviales, fluviales, coluviales, dispuestos a lo largo de los

valles y lechos de los ríos, así como en los taludes de montañas. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-100)

En la formación de las geoformas, son importantes los siguientes procesos: meteorización, erosión mecánica y química, y gelifración, procesos que destruyen los macizos rocosos conformados por rocas graníticas, calizas, areniscas, limoarcillitas, tobas y depósitos. Estos procesos asociados a otros procesos de geodinámica externa (movimientos de masa, reptación de suelos, erosión de laderas, erosión fluvial) y a otros procesos menores como las geoformas cársticas, que son el producto de la disolución de materiales calcáreos de la Formación Ferrobamba. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-101)

## 2.2. Hidrología de la Mina

“El caudal medio anual del río Chalhahuacho se estima en 5.693 m<sup>3</sup>/s, equivalente a una lámina de escorrentía anual de 383 mm y varía durante el año entre 18.347 m<sup>3</sup>/s en febrero y 1,195 m<sup>3</sup>/s en setiembre.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

“El caudal medio anual estimado para la cuenca del río Ferrobamba es 0.643 m<sup>3</sup>/s, equivalente a una lámina de escorrentía anual de 431.8 mm y varía durante el año entre 2.082 m<sup>3</sup>/s en febrero y 0.115 m<sup>3</sup>/s en setiembre.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

En el río Pamputa, en la estación SW-04 se estima un caudal medio anual de 1.657 m<sup>3</sup>/s equivalente a una lámina de escorrentía anual de 537.6 mm. Durante el año, el caudal medio mensual varía entre 4.374 m<sup>3</sup>/s en febrero y 0.243 m<sup>3</sup>/s en octubre, en la estación SW-PA-50 se estima un caudal medio de 0.508 m<sup>3</sup>/s y en la estación SW-PA-35, el caudal medio se estima en 0.249 m<sup>3</sup>/s. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

En el río Tambo, se estima un caudal medio de 0.212 m<sup>3</sup>/s, equivalente a una lámina de escorrentía media anual de 231.9 mm. Se estima que el caudal medio mensual de este río varía entre 1.146 m<sup>3</sup>/s en enero y 0 m<sup>3</sup>/s entre junio y diciembre aproximadamente. En base a los caudales registrados en este río, se evidencian pérdidas hídricas significativas en el tramo medio e inferior del cauce principal, lo que impide disponer de un caudal base en este río durante la temporada seca. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

“El coeficiente de escorrentía medio anual para la cuenca Challhuahuacho, se estima en 0.35, mientras que para la subcuenca Ferrobamba, es 0.40, para la subcuenca Pamputa, asciende a 0.47 y para la subcuenca Tambo, se estima en 0.22.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

“Para tiempos de retorno de 25 años, la precipitación máxima en 24 horas se estima en el orden de 64mm. Del mismo modo, para un tiempo de retorno de 100 años, la precipitación máxima en 24 horas se estima en 76.1mm.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

“Para un tiempo de retorno de 100 años, el caudal máximo del río Challhuahuacho se estima en 345.7 m<sup>3</sup>/s, mientras que para el río Ferrobamba se estima en 258 m<sup>3</sup>/s y para el río Pamputa en 98 m<sup>3</sup>/s.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

De los registros de monitoreo de caudales disponibles en el río Challhuahuacho, no se evidencia cambios significativos en el caudal de este río. Las variaciones identificadas se atribuyen a la variabilidad natural que caracteriza el régimen hidrológico de este río y guardan correspondencia con la magnitud de las precipitaciones observadas en la estación local Fuerabamba. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

“En el río Ferrobamba, sí es notoria la tendencia decreciente de los caudales en las estaciones SW-FU-80 y SW-FU-120, lo cual puede atribuirse a la operación de los componentes.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 1-64)

### 2.2.1. Resumen de línea base hidrológica (EIA aprobado, 2011)

A continuación, se resumen los principales resultados de la línea base hidrológica de la U.M. Las Bambas, tomadas del Estudio de Impacto Ambiental aprobado (EIA aprobado, 2011).

Esta línea base hidrológica comprendió la estimación de la escorrentía superficial de los ríos Challhuahuacho, Ferrobamba y Pamputa, para lo cual se estableció una red de estaciones hidrométricas, las que se indican en la Tabla 2.

Tabla 2: Estaciones hidrométricas en el área Las Bambas

Estación	Cuenca	Área de cuenca (km <sup>2</sup> )	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 18S		Altitud (msnm)	Tipo	Registros disponibles
			Este	Norte			
SW-01	Río Récord	207.6	787 379	8 435 306	3,850	Provisional	07/12/08-25/05/08
SW-02	Río Ferrobamba	46.2	797 426	8 437 994	3,694	Provisional	15/05/08-28/08/08
						Permanente	09/12/08-31/12/09
SW-03	Río Challhuahuacho	686.6	804 980	8 446 713	3,611	Provisional	09/12/08-27/04/09
SW-04	Río Pamputa	96.2	781 995	8 453 692	4,021	Provisional	15/05/08-06/10/08
						Permanente	11/01/08-31/12/09
SW-05	Río Challhuahuacho	471.2	799 865	8 440 143	3,700	Provisional	20/02/08-31/12/09

Fuente: EIA aprobado, 2011.



## 2.3. Geología de la Mina

### 2.3.1. Geología Regional

“La U.M. Las Bambas se ubica en la Flexión de Abancay, la cual está relacionada directamente con los procesos tectónicos resultantes de la convergencia de las placas Oceánica (Nazca) y Continental (Sudamericana).” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-59)

El relieve se sustenta en una corteza profunda y gruesa, formada por el acortamiento de una corteza anteriormente extendida, y por los procesos magmáticos, resultantes de la fusión astenosférica. Este suceso ha adicionado material ígneo, representado por las rocas graníticas del Batolito de Andahuaylas-Yauri, el mismo que se encuentra emplazado en las unidades lito estratigráficas sedimentarias del Jurásico superior y del Oligoceno. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-59)

“Las formas del relieve actual reflejan un proceso intenso de erosión y profundización de los ríos y las quebradas afluentes del río Apurímac, controladas por las estructuras de deformación, la litología y el clima que imperan en la región.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-59)

#### 2.3.1.1. Estratigrafía regional

A nivel regional, las unidades litoestratigráficas más antiguas que se exponen en superficie corresponden al Grupo Yura (Jurásico medio al Jurásico superior), constituido por las formaciones Cachios, conformada por lutitas grises oscuras y algunas areniscas; Chuquibambilla, compuesta por areniscas cuarzo-feldespáticas, areniscas cuarzosas y lutitas; y Soraya, que consiste principalmente de areniscas cuarzosas, cartografiada por Pecho, V. (1981). Luego, aflora la Formación Mara del Cretáceo inferior, que consiste en

areniscas y limo-arcillitas rojizas, y le sobreyace la Formación Ferrobamba del Cretáceo inferior-superior, conformada por calizas. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-60)

Los afloramientos del Grupo Tacaza (Paleógeno-Neógeno) se extienden desde las proximidades del pueblo de Santo Tomás en el sur y en los alrededores de Anta al NE de la U.M. Las Bambas. Estos afloramientos están conformados por rocas volcánicas sedimentarias rojizas, y por derrames y rocas piroclásticas, cubriendo en discordancia angular a las unidades del Mesozoico. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-60)

En el valle del río Challhuahuacho, las rocas volcánicas del Grupo Barroso (Plioceno-Pleistoceno) sobreyacen en discordancia angular a las unidades del Jurásico-Cretáceo, a las rocas intrusivas del Batolito Andahuaylas-Yauri, y al Grupo Tacaza. El Grupo Barroso se encuentra al suroeste y noreste del área de estudio, constituido por rocas volcánicas lávicas y principalmente por flujos piroclásticos de composición dacítica a riolítica que conforman los complejos volcánicos Malmanya y Vilcarani. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-60)

Los depósitos de cobertura cuaternaria son del tipo glacial (morrenas y depósitos fluvioglaciales), así como coluvial, aluvial, bofedal y fluvial. Estos depósitos cubren taludes, y partes bajas y planas de los valles y sus nacientes, y están conformados principalmente por depósitos detríticos de diversos tamaños. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-60)

En relación al Batolito de Andahuaylas-Yauri, Galdos, J. y Carrasco, S. (2001) han registrado rocas plutónicas e intrusivas, y algunos cuerpos subvolcánicos que se encuentran emplazados en las unidades del Jurásico -

Cretáceo. Los autores han descrito a las unidades plutónicas de la U.M. Las Bambas y sus áreas adyacentes, identificando a las siguientes unidades: Unidad tonalita-diorita Haquira; Unidad diorita Llajua, representada por los plutones Ferrobamba y Cochasayhuas; Unidad tonalitagránodiorita Progreso, constituida por los plutones Progreso y Chalcobamba. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-60)

Asimismo, los autores han registrado unidades subvolcánicas que afloran en formas de apófisis, stocks irregulares, diques y sills, emplazados en los cuerpos plutónicos y principalmente en las calizas de la Formación Ferrobamba. La mayoría de estos cuerpos se relacionan con los sistemas de fallas de la región, aunque algunos se presentan sin orientación definida o en forma radial, partiendo de un centro o chimenea volcánica. Las rocas subvolcánicas en su mayoría son andesitas y dacitas, y en porcentajes menores microdioritas, microgranitos, monzonitas, latitas con cuarzo, y latitas afaníticas. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-60)

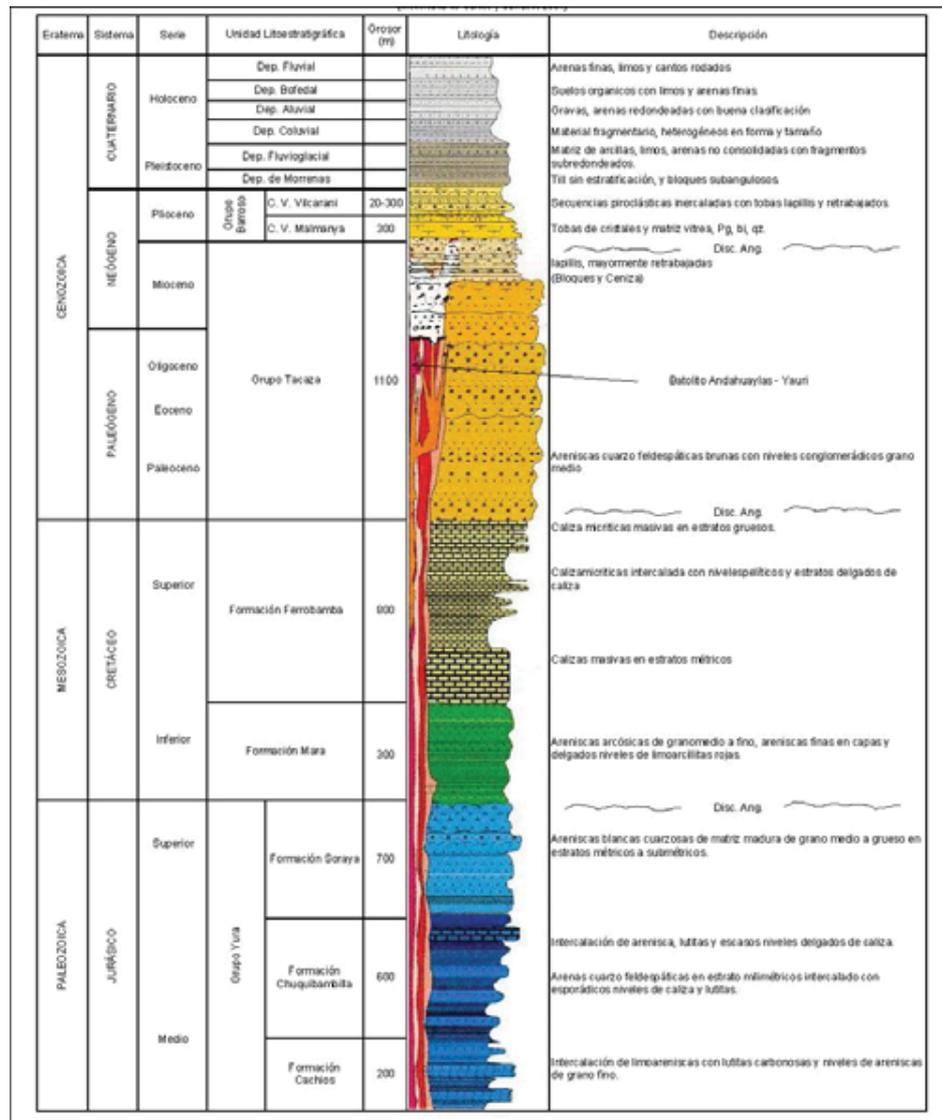


Figura 2: se representa la columna lito estratigráfica regional.

Fuente: Modificada por Galdos, J. y Carrasco, S. (2001).

### 2.3.1.2. Geología estructural regional

El área de estudio se sitúa entre los valles de los ríos Santo Tomás y Vilcabamba, los que delimitan un macizo que forman parte de la zona de transición del altiplano del sur del Perú y de la depresión intra-andina del valle del río Apurímac. En esta zona, el drenaje sigue aproximadamente las

estructuras de deformación, cuyas direcciones predominantes son E-O y NO-SE, además se presentan algunas estructuras con dirección N-S y otras con dirección NE-SO. Los macizos graníticos se encuentran mayormente en las partes altas, conformando las divisorias de aguas y delineando los drenajes radiales centrífugos. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-62)

El área de estudio se encuentra dentro de la Flexión de Abancay, en donde las estructuras de deformación andina, como pliegues y fallas, tienen en general una orientación E-O, a diferencia de las áreas adyacentes que siguen la dirección andina NO-SE. En esta área, se distinguen zonas con rocas graníticas del Batolito Andahuaylas-Yauri que sigue una orientación E-O, con fracturamiento moderado y de hasta 4 direcciones. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-62)

En las secuencias sedimentarias, se observan pliegues y fallas que muestran direcciones cambiantes, las que indican una deformación fuerte. Así, en el sector Este del área de estudio, se tiene dirección E-O, y en el yacimiento siguen una dirección NO-SE, mientras que, en el sector Oeste, justo al suroeste del río Tambo, siguen la dirección E-O a ONO. Cabe precisar que, en este sector Oeste, se han diferenciado pliegues inclinados y fallas inversas (Galdos J. y Carrasco S., 2001) que indican un empuje hacia el NNE. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-62)

#### 2.3.1.3. Geología histórica

“En las Figuras 3, 4 y 5 se representan las secciones esquemáticas de la geología histórica del área de estudio, en el cual se representan los periodos

geológicos, desde el Paleozoico (Jurásico) hasta el cuaternario (Holoceno).”  
(SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-62)

Las unidades del Grupo Yura se formaron durante la sedimentación marina - continental que ocurrió durante el Mesozoico en la cuenca Yura o Arequipa. En la Figura 3 representan las secciones geológicas esquemáticas interpretativas de los principales procesos de sedimentación y de las fases tectónicas durante el Mesozoico (Jurásico-Cretáceo-Paleógeno). (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-62)

La sedimentación marina fue continua desde el Jurásico medio - Calloviano hasta el Titoniano (Jurásico tardío), dando lugar a las unidades Cachios, Chuquibambilla. En el Cretáceo inferior, se depositaron las areniscas litorales de la Formación Soraya pasando a ambientes transicionales, de marino a continental, tipo llanuras aluviales y costeras, cuyo proceso depositaron arenas y limo-arcillas rojas de la Formación Mara. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-62)

En el Albiano inferior (Cretáceo), ocurrió una transgresión de mares someros en el sur del Perú, dando lugar a la acumulación de material calcáreo, conocido como la Formación Ferrobamba, que constituye una unidad carbonatada acumulada desde el Albiano al Turoniano (Cretáceo inferior - superior). (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-62)

A finales del Cretáceo, ocurrió el levantamiento asociado a la Fase Peruana del ciclo andino, y la deformación continuó hasta el Eoceno, asociada con la actividad magmática durante el Oligoceno, dando lugar a los cuerpos plutónicos e intrusivos del Batolito Andahuaylas-Yauri, emplazados en las unidades mesozoicas, cuyos estadios finales se relacionan con la

mineralización de la U.M. Las Bambas y con el volcanismo del Arco Andahuaylas (Grupo Tacaza). (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-62)

En el Plioceno- Cuaternario se tuvo una actividad volcánica mayormente explosiva, el cual originó a las rocas piroclásticas del Grupo Barroso que se acumularon y cubrieron el relieve existente, asociado con el proceso de levantamiento general de los Andes. Seguidamente, los procesos externos generaron depósitos aluviales, glaciales, coluviales y fluviales que cubrieron parcialmente a las unidades mesozoicas, al Batolito Andahuaylas-Yauri y a las rocas del Grupo Barroso. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-63)

En la Figura 4 se representan secciones esquemáticas que se relacionan con la interpretación de la evolución geológica desde el Eoceno-Oligoceno al Cuaternario (Pleistoceno - Holoceno), y en la Figura 5 se representan los procesos asociados a la mineralización desarrollados en el área de estudio (Oligoceno-Plioceno). (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-63)

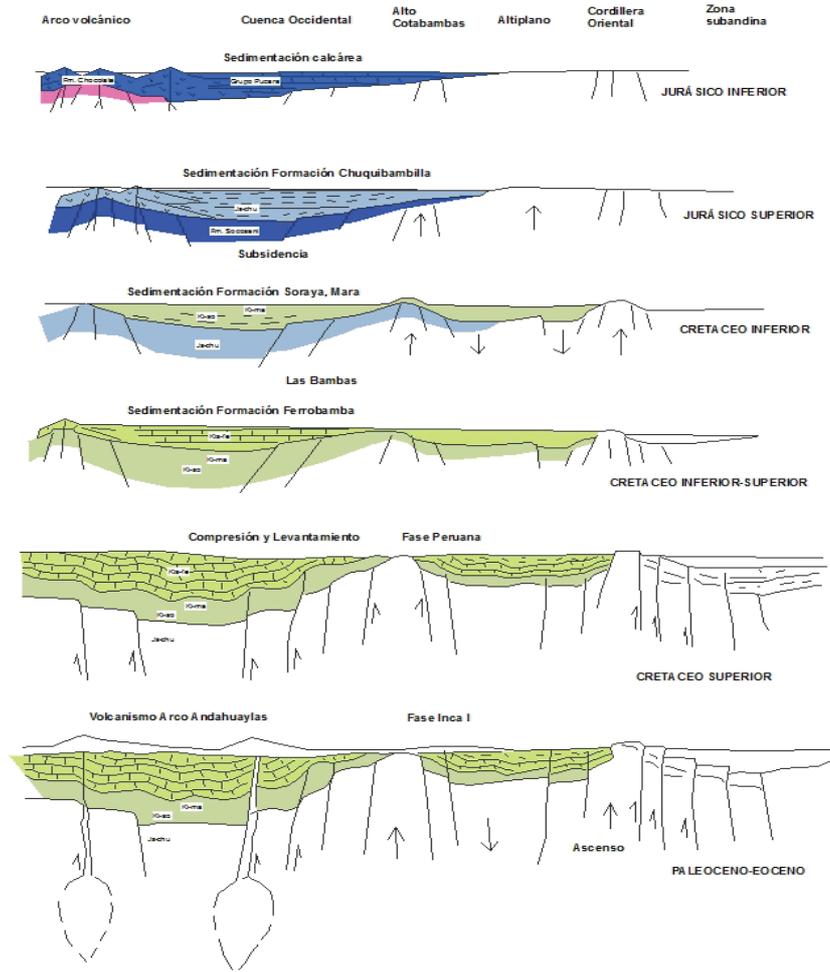
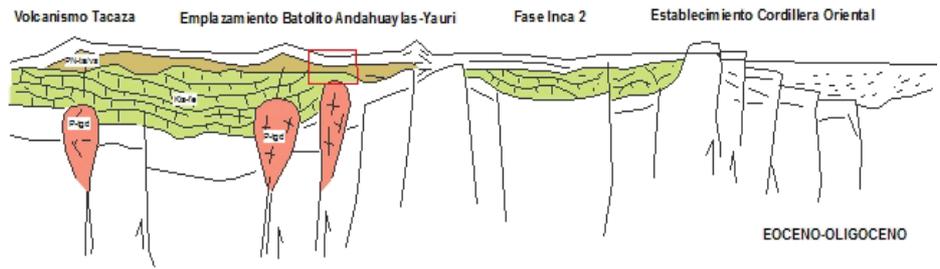


Figura 3: Secciones esquemáticas de la geología histórica - Mesozoico (Jurásico – Cretáceo – Paleógeno).



Establecimiento de monzonitas porfíricas desarrollo de skarn y mineralización Emplazamiento de monzonitas con cuarzo	OLIGOCENO Fase Inca 3
Deformación Levantamiento Erosión	MIOCENO-PLIOCENO Fase Quechua 1,2,3

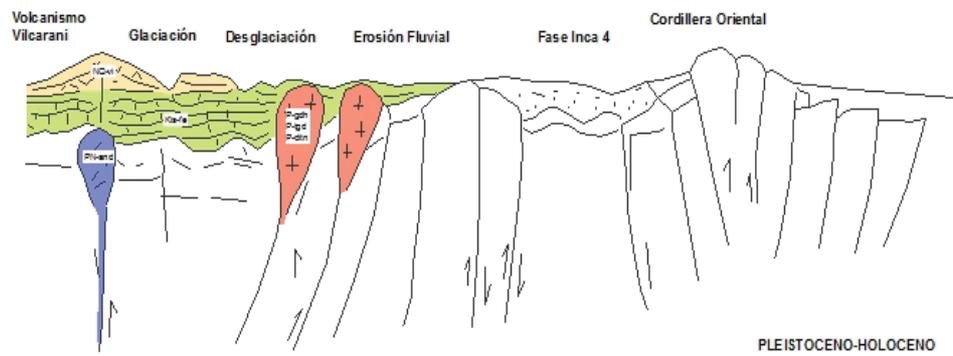
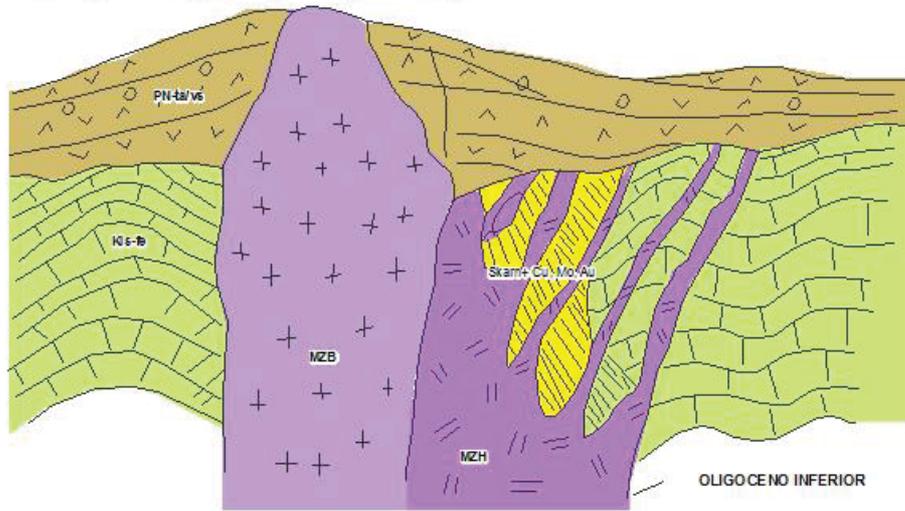
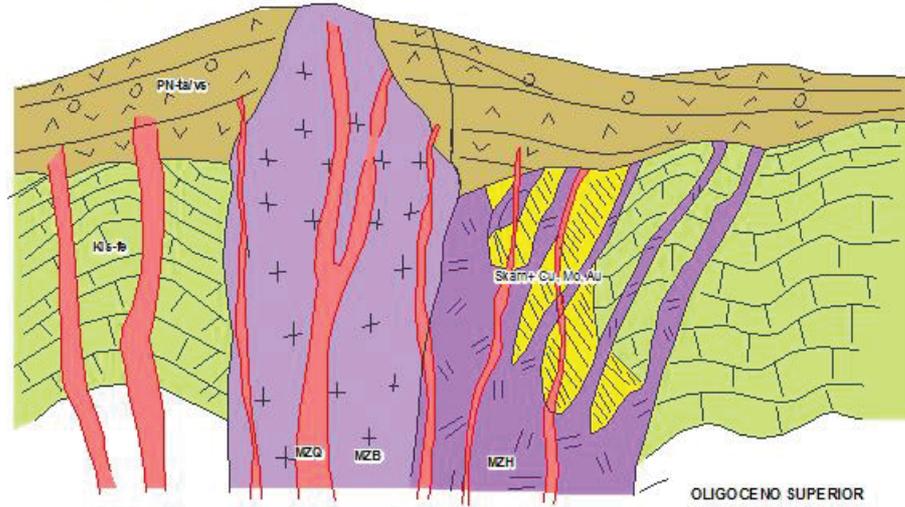


Figura 4: Secciones esquemáticas de la geología histórica – Eoceno-Oligoceno – Cuaternario.

Emplazamiento de monzonitas porfídicas de desarrollo de skarn y mineralización



Emplazamiento de monzonitas con cuarzo. Fase Inca 3



Deformación Levantamiento Erosión. Fases Quechua 1, 2, 3

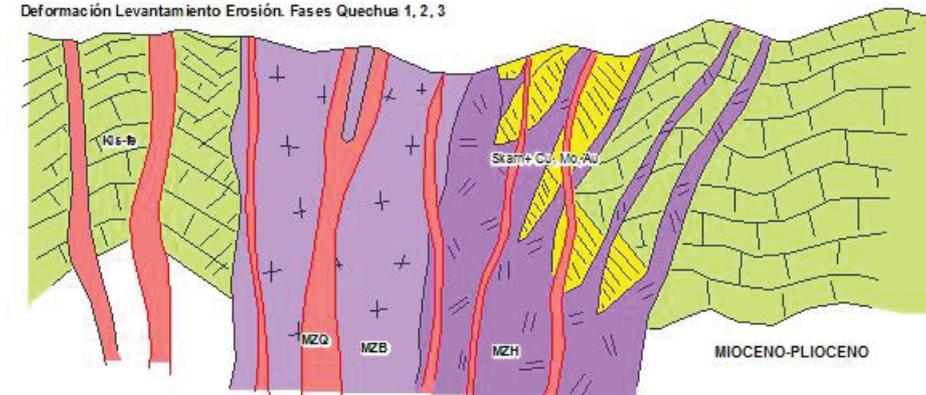


Figura 5: Procesos asociados con la mineralización en la U.M. Las Bambas.

## 2.3.2. Geología Local

### 2.3.2.1. Estratigrafía local

Las unidades litoestratigráficas que se encuentran en el área de estudio corresponden a las unidades sedimentarias de las formaciones, Soraya, Mara, y Ferrobamba; y a los cuerpos graníticos intrusivos del Batolito Andahuaylas-Yauri, que cortan a las unidades sedimentarias, y una secuencia volcánica piroclástica que cubre los relieves labrados en las rocas sedimentarias e intrusivas. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-68)

“La columna litoestratigrafía local se representa en la Figura 6, incluyéndose información de los procesos geológicos, como tipo de alteraciones y mineralizaciones, y las fases de la orogenia andina.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-68)

### **Rocas sedimentarias**

#### **Grupo Yura Formación Soraya**

Esta formación presenta una coloración blanca y tonalidades rojizas por la meteorización. Corresponde a una secuencia mayormente de areniscas cuarzosas, que alcanza los 700 m de grosor. En la parte inferior, se presentan estratos de areniscas cuarzosas blancas de 0,50 m a 20 m de grosor, de grano fino a medio. En la parte media, se presenta una intercalación de areniscas de grano fino, limolitas y areniscas cuarzosas de grano medio, dispuestos en estratos menores de 80 cm de grosor. Los estratos presentan grosores entre 40 cm a más de 1 m en la parte superior. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-68)

La Formación Soraya aflora en los cerros Antio y Jajacancha, ubicados al este y noreste del tajo Ferrobamba, en el núcleo de un anticlinal de dirección NO-SE. En cambio, al oeste de Challhuahuacho, afloran en los cerros Sallalle, Parja Parja y Vilcarana, que constituyen el flanco norte del valle del río Récord, y conforman pliegues anticlinales que siguen una dirección E-O. Esta formación subyace a la Formación Mara. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-68)

› Formación Mara

Esta formación está constituida por una intercalación de limo-arcillitas, limolitas y areniscas mayormente de color rojizo, dispuestos en estratos delgados menores de 50 cm. Se estima el grosor de esta formación en 300 m. En la parte media de la secuencia, se observa intercalaciones de areniscas blanquecinas cuarzosas sobre areniscas, lodolitas y limo-arcillitas, de colores rojizos y algunas de color pardo verdoso. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-68)

La Formación Mara aflora en ambos flancos del anticlinal de los cerros Antio y Jajacancha, y al sureste de la localidad de Challhuahuacho, en la parte sur, entre los ríos Tambo y Récord, generalmente en pliegues sinclinales. Otros afloramientos de esta formación se encuentran al este y suroeste de la localidad de Pamputa. Esta formación sobreyace a la Formación Soraya en relación concordante. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-68)

› Formación Ferrobamba

Esta formación conocida también como Formación Arcurquina tiene un grosor medido mayor de 800 m (Jeanne, 2005). Ha sido depositada en un ambiente marino abierto y relativamente somero, en el cual se desarrolló

abundante vida bentónica. Gran parte de la formación ha sido intruída por cuerpos plutónicos, graníticos e intrusivos menores, tipo pórfidos monzoníticos, y constituye la roca huésped de los diferentes yacimientos tipo skarn de cobre, plata, zinc, hierro, entre otros, que existen en la región. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-69)

En base a las características de la estratificación, principalmente de la forma y el grosor de esta formación, se distinguen tres secuencias. La secuencia inferior, conformada por estratos de caliza con grosores hasta de 2 m; la secuencia media, con niveles de caliza en estratos delgados menores de 50 cm y ocasionalmente con niveles de dolomías; y la secuencia superior, que presenta estratos de caliza de hasta 3 m de grosor, alternando con estratos de caliza con grosores menores de un 1 m. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-69)

Las calizas son masivas, bastante compactas, de colores grises a grises oscuros, y que, por la meteorización de ciertos niveles, presentan colores amarillentos. En la parte superior, se observan generalmente calizas arenosas, de color gris claro con tintes rojizos, y en la base, niveles de lutitas carbonosas, algunas laminadas y otras fosilíferas; asimismo, contiene nódulos de *chert* de forma alargada de más de 0.15m de longitud, y algunos estratos con calizas arenosas. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-69)

“En esta formación, Galdos, J. y Carrasco, S. (2001) han identificados fósiles, tales como: *Exogira squemata (D'orb)*, *Eolisiponensis (Sharpe)*, *Pseudodiadema cf. Texanum (Roemer)*, entre otros, que permiten asignarle la edad del Albiano Cenomaniano.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-69)

“La Formación Ferrobamba aflora mayormente al norte del río Récord, y en los tres yacimientos Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba. Esta formación sobreyace en forma concordante a la Formación Mara.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-69)

Unidades Cronoestratigráficas			Unidades Litoestratigráficas				Eventos Geológicos					
Eratema	Sistema	Serie	Ma	Grupo	Formación	Litología	Descripción	Grosor m	Magmatismo	Alteración/ Mineralización	Orogenia Andina	
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	2.5	Barnaso	Depósitos de cobertura		Tobas	300	Batolito Andahuaylas-Yauri		Quechua 4	
		Pleistoceno			Vilcarani						Quechua 3 Quechua 1, 2	
	Neógeno	Plioceno	Mioceno	Taccaza	36			Tobas nodulíferas	1100	R. porfíricos Granodiorita Tonallita Diorita-Tonallita Gabrodiorita	Propilítica Aplítica Au Porfírica Cu-Mo Skarn	Inca 3
								Andesitas				
		Paleógeno	Eoceno					Rocas piroclásticas				Inca 2 Inca 1
Paleoceno	Cretáceo	Superior	65		Ferrobamba		Calizas	800			Peruana	
					Mara		Areniscas lodalitas rojas	300				
					Soraya		Areniscas cuarcosas	700				
Mesozoico	Jurásico	Superior		Yura	Chuquitambilla		Areniscas Lutitas	600				

Figura 6: Columna litoestratigráfica local del área de estudio.

### **Rocas ígneas intrusivas**

En el área de estudio, las rocas intrusivas se agrupan en:

- › “Unidades plutónicas mayores que conforman los cuerpos del Batolito Andahuaylas – Yauri.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-71)
- › “Intrusivos menores que se describen como cuerpos porfídicos o subvolcánicos, y diques que generalmente están asociados con los principales yacimientos de la U.M. Las Bambas.” (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-71)

A continuación, se describen las unidades

#### **Batolito Andahuaylas-Yauri**

El Batolito Andahuaylas-Yauri es mayormente granodiorítico a tonalítico, de naturaleza post-tectónica, emplazado en rocas mesozoicas deformadas, durante el Eoceno superior - Oligoceno inferior. Se encuentra atravesado por diques y cuerpos intrusivos menores de rocas subvolcánicas, en su mayoría, de composición andesítica a dacítica, con variantes texturales por lo que se identifican microdioritas, microgranitos, monzonitas, latitas con cuarzo y latitas afaníticas. Cabe precisar que se han registrado variantes litológicas, desde gabrodiorita a tonalitas como cuerpos de menor dimensión o como variantes composicionales del macizo mayor. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-71)

#### **Gabrodiorita (P-gbdi)**

Esta unidad está conformada por rocas faneríticas, mesócratas, de grano medio a grueso. Son los cuerpos plutónicos más antiguos de la secuencia de rocas intrusivas que conforman el Batolito Andahuaylas-Yauri, y ocurren

principalmente en el sector noroeste y este del área de estudio, y al norte del yacimiento Ferrobamba, conformando montañas de pendientes fuertes a moderadas. Están asociados con cuerpos tipo diorita-tonalita. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-71)

#### Diorita – Tonalita (P-ditn)

Esta unidad está conformada por cuerpos plutónicos, macizos y faneríticos, de grano medio, en los que resalta la presencia de xenolitos, de forma ovalada con tamaños entre 5 cm y 10 cm, de grano más fino que de la tonalita. En lámina delgada, las plagioclasas presentan zonación, el cuarzo se encuentra fragmentado y algunas veces deformado, la cantidad de ortosa es baja y mayormente como pertita, y entre los minerales máficos están presentes la hornblenda y la biotita, esta última, en hojuelas, escamas o láminas, y a veces algo cloritizada. Como accesorios opacos, se encuentran los siguientes: esfena, apatita y circón. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-71)

Los afloramientos de esta unidad se encuentran en el río Challhuahuacho, entre Chumille y Congota, como cuerpos de aproximadamente 1 km de diámetro, emplazados en las formaciones Mara y Ferrobamba, y cubiertos por rocas piroclásticas del Complejo Vilcarani. Otros afloramientos, se encuentran al norte del yacimiento Ferrobamba, y en los alrededores de yacimiento Sulfobamba. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-71)

#### Diorita – Granodiorita (P-digd)

La unidad está representada por los plutones Ferrobamba y Cochasayhuas que corresponden a cuerpos de diorita a monzonita máfica, y afloran en el

yacimiento Ferrobamba. Se encuentra emplazada en las calizas de la Formación Ferrobamba y está cortada por intrusivos porfídicos menores. El plutón de Cochasayhuas aflora en el extremo oeste del área de estudio, al sur del río Trapiche, en la localidad de Progreso. (SNC - Lavalin Perú, 2018)

Esta unidad ha cortado a las calizas de la Formación Ferrobamba, así como a las formaciones Mara y Soraya. Ha sido intruída por granodioritas de la unidad plutónica Progreso. La diorita es de grano medio y está cortada por diques cuarcíferos. (SNC - Lavalin Perú, 2018, págs. 3-72)

En sección delgada, se observa que consta de plagioclasas especialmente de andesina, y albita, ortosa <10% y cuarzo 4%. Como máficos principales se presentan la hornblenda y biotita <5%. La hornblenda es de color verde azulado y en cristales prismáticos, mientras que la biotita es de color marrón rojiza y se presenta en hojuelas. Como minerales accesorios, se tienen los siguientes: esfena, apatita, circón y minerales opacos <1%. Como minerales de alteración, se encuentran los siguientes: calcita, sericita, epidota, actinolita, clorita, uralita y hematita <0,1%. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-72)

#### Tonalita-Granodiorita (P-tgd)

Esta unidad está constituida por los plutones Progreso y Chalcobamba descritos por Galdos, J. y Carrasco, S. (2001). En la parte norte del cuadrángulo de Santo Tomás, aflora un cuerpo mayormente de granodiorita con variantes a tonalita, que alcanza dimensiones mayores a 20 km. En general, es de textura fanerítica, leucócrata a mesócrata, de grano medio a grueso. La roca es clara con hornblendas y biotitas, de colores grises oscuras

a negras. No se presenta orientación alguna en los minerales, siendo estos macizos e isotrópicos. En ciertas partes, el macizo contiene enclaves de diorita de grano fino, y la ortosa se presenta en cristales grandes por lo general de intensa alteración. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-72)

Las facies más comunes corresponden a una granodiorita leucócrata, de grano grueso a mediano, con hornblenda y biotita. Las plagioclasas constituyen aproximadamente 60%, el cuarzo 20% y la ortosa 10%.

El cuerpo plutónico se encuentra frecuentemente muy fracturado y está cortado por diques afaníticos delgados y sin orientación definida. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-72)

#### Granodiorita hornbléndica (P-gdh)

“Esta unidad está conformada por cuerpos menores incluidos dentro del cuerpo de tonalita – granodiorita, que se encuentran al este y noreste del yacimiento Chalcobamba, y también al sureste, en relación similar con el cuerpo plutónico mayor.” (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-72)

Ha sido descrita también como monzonita hornbléndica (MZH) en Chalcobamba, por variación en el contenido de cuarzo. Esta unidad se trata de una roca maciza, fanerítica, de grano medio, leucócrata, granular, sin distribución regular, con presencia de hornblenda prismática a alargada ( $\pm$  20% a 25%), que puede alcanzar dimensiones mayores de 5 mm. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-72)

“Este intrusivo forma un exoskarn de granates, de grano medio a grueso, los que varían desde tonos verdes a marrones, incluyendo algunos piroxenos en menor porcentaje.” (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-72)

### **Rocas subvolcánicas**

Estas rocas afloran en formas apófisis, stocks irregulares, diques y sills, intruyendo a los cuerpos plutónicos descritos anteriormente. La mayoría de éstos se relacionan con los sistemas de fallas de la región, aunque algunos se presentan sin orientación definida o en forma radial. Las rocas subvolcánicas son en su mayoría andesitas porfídicas como el cuerpo del río Chichina afluente del río Récord. Otros cuerpos menores corresponden a microdioritas y a microgranitos. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-73)

“Los cuerpos intrusivos menores y diques son frecuentes en los yacimientos Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba, donde se les ha registrado como monzonitas con cuarzo hornblenda, incluyendo latitas generalmente de textura porfídica, latitas con cuarzo y latitas afaníticas.” (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-73)

Se mencionan entre 3 a 5 fases de emplazamiento de monzonitas porfídicas asociadas con la mineralización, siendo la fase tardía post-mineralización la que corresponde al tipo de monzonita cuarzosa o latita de textura porfídica, registrada no sólo en los yacimientos sino en diversas partes de las áreas emplazadas como diques dentro de la Formación Ferrobamba. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-73)

Los pórfidos monzoníticos son producto de la diferenciación de una serie de pulsaciones magmáticas en un corto periodo de tiempo, entre 41 Ma y 35 Ma

(Parr, 2006). Se han reconocido hasta cinco eventos denominados: monzonita biotítica (MZB), monzonita biotítica fina (MBF), monzonita máfica (MZM), monzonita hornbléndica (MZH) y monzonita cuarzosa (MZQ). (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-73)

### Grupo Tacaza

Este grupo corresponde a una secuencia sedimentaria volcánica que cubre en discordancia angular a las rocas mesozoicas, y se considera que se ha formado durante el Oligoceno-Mioceno. En la parte inferior del Grupo Tacaza, se distinguen niveles sedimentarios rojizos que pueden corresponder a las formaciones Muñani y al Grupo Puno. La parte media y superior consisten en rocas piroclásticas, tipo tobas lapillíticas, y de algunos niveles de brechas con fragmentos de lavas andesíticas. En conjunto alcanza más de 1,000 metros de grosor, con inclinaciones moderadas a suaves, dispuestos en pliegues amplios. Los afloramientos se han cartografiado al noreste del área de estudio. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-73)

### Complejos volcánicos

Los complejos volcánicos corresponden al complejo volcánico Malmanya y al complejo volcánico Vilcarani, ambos considerados como parte del Grupo Barroso por Galdos, J. y Carrasco, S. (2001), que conforman unidades volcánicas del Plioceno-Pleistoceno y se encuentran como estratos volcanes y aparatos volcánicos. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-73)

- Complejo volcánico Malmanya es un cuerpo homogéneo de aspecto masivo, erosionado por la actividad glaciaria en la forma de valles

glaciares y circos. Se distinguen en tres: tobas con cristales de biotita, plagioclasa y cuarzo. Litológicamente, se observan cristales de biotita, plagioclasa y cuarzo que definen una textura porfídica con una matriz afanítica, considerada como dacita. Presenta variaciones a tobas líticas, vítreas y a domos. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-73)

- Complejo volcánico Vilcarani es un cuerpo que aflora en las pampas de Vilcarani, ubicada a 41 km al oeste del poblado de Santo Tomás y conforma los principales valles del cuadrángulo de Santo Tomás, con depósitos tobáceos gruesos y de ceniza fina. Este complejo incluye flujos piroclásticos, ignimbritas, tobas lapillíticas, y cristales con pómez y líticos. Se distinguen biotitas, cuarzo y algunos feldespatos. Las tobas e ignimbritas de Vilcarani se encuentran a lo largo del valle del río Challhuahuacho, como colinas y terrazas con flancos escarpados, en parte con disyunción columnar. Se consideran de composición riodacítica. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-73)

#### Depósitos de cobertura

Los depósitos constituyen la cobertura no consolidada, conformada por depósitos de morrénicos, depósitos fluvio-glaciares, depósitos aluviales y depósitos coluviales, distribuidos en los valles, depresiones y flancos de montañas y colinas. A continuación, se describen los depósitos diferenciados en el área de estudio. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-74)

- Depósitos morrénicos, se encuentran en las partes altas, entre los 4,200 msnm y 4600 msnm, adyacentes a montañas empinadas y de pendiente moderada. Predominan al norte y noroeste del área de estudio, y ocupan el flanco o las laderas de montañas de erosión glaciaria, conformadas por los cerros Palca Picosayhuas, Acchi Azulínayoc, Azuljaja, Chacacruz, Pacopampa, Colane, Chonta, Pucajasa, Llullucha Orjo, Charca, Pichacani, Huillulluni. En la mayoría de los casos, conservan su forma alargada con crestas lineales, y corresponden mayormente a morrenas laterales y frontales. Los depósitos morrénicos están constituidos por clastos, gravas sub-redondeados a sub-angulosas en matriz arenosa conglomerádica, y en algunos casos, en matriz arenosa limosa. La litología de los clastos mayormente corresponde a rocas graníticas, calizas y areniscas. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-74)
- Depósitos fluvioglaciares, se encuentran asociados espacialmente con los depósitos morrénicos, ubicados aguas debajo de estos depósitos, entre los 4 000 msnm y a 4 400 msnm. Estos depósitos ocupan el lecho y parte de los flancos de los valles glaciares en las nacientes de los ríos Chichina, Tambo, y de las quebradas Cahuapirca Azuljahuayjo, Chacacocha, entre otros. Están conformados por depósitos de gravas, arenas y limoarcillas que se encuentran en el fondo de valles y depresiones glaciares. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-74)

- Depósitos aluviales, se encuentran asociados con los depósitos coluviales que ocupan los flancos y taludes de montañas, y de los valles glaciares y fluviales; además, estos depósitos se encuentran asociados espacialmente con los depósitos fluviales. Por propósitos de representación en el mapa geológico, se han cartografiado como depósitos cuaternarios aluviales a los depósitos coluviales z, aluviales y fluviales que generalmente tapizan los valles y flancos de montañas. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-74)

Los depósitos aluviales conforman geoformas de acumulación del material erosionado en las partes altas que es transportado aguas abajo por las corrientes de agua. Los depósitos más importantes se encuentran en los valles y afluentes de los ríos Récord y Challhuahuacho, en los valles y afluentes de los ríos Pamputa y Anchapillay. La granulometría y composición de los detritos que conforman los depósitos aluviales varía de acuerdo a los macizos rocosos que son erosionados, así en los ríos Anchapillay y Pamputa, los depósitos aluviales son más homogéneos, conformados por gravas, arenas, limos y limoarcillas, generados por la meteorización y erosión de rocas graníticas. En cambio, en los valles Récord y Challhuahuacho, los depósitos son más heterogéneos y están conformados por clastos heterogéneos en cuanto a tamaño, forma y composición. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-74)

Los depósitos aluviales están constituidos principalmente por gravas, fragmentos angulosos a sub-redondeados, de diferentes tipos de roca, mayormente en matriz areno limosa. Estos depósitos forman terrazas

antiguas y recientes en las laderas de los valles, y en las desembocaduras de quebradas tributarias forman conos o abanicos aluviales. Los depósitos coluviales forman parte de las laderas montañosas, cerca de las cimas, cuya composición corresponden a bloques subangulosos en matriz de arena y limo. En relación a los depósitos fluviales, estos se encuentran en el cauce de los ríos, formando terrazas bajas, como ocurre en el valle del río Challhuahuacho, y están constituidos principalmente por arenas y gravas sub-redondeadas que corresponden a los diferentes tipos de rocas que se encuentran a lo largo del recorrido fluvial. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-74)

#### 2.3.2.2. Geología estructural local

En el área de estudio, las unidades sedimentarias del Mesozoico, y el Grupo Tacaza del Paleógeno-Neógeno presentan plegamiento y fallamiento. En el caso de las rocas plutónicas e intrusivas, estas muestran fracturamiento y fallamiento. Los intrusivos menores y diques que son más abundantes en los yacimientos, siguen estas fracturas y fallas. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-75)

Al noreste y sureste del área de estudio, se observan pliegues de dirección NO-SE en la secuencia de rocas del Jurásico - Cretáceo, destacando el anticlinal del cerro Jajacancha, en cuyo núcleo se encuentra las areniscas cuarzosas de la Formación Soraya. Estos pliegues son asimétricos, donde los flancos hacia el noreste son más empinados, y reflejan una dirección de empuje hacia el NE. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-75)

En el río Tambo o Chuycuni, hacia el sur y suroeste del área de estudio, los pliegues siguen una dirección E-O. Además, se presentan fallas inversas de alto ángulo a lo largo de los ríos Tambo y Récord que tienen orientación similar a los pliegues, indicando que los bloques al sur se han levantado. Ambas estructuras tienen características cinemáticas similares que fueron definidas al parecer durante el Eoceno-Oligoceno. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-75)

En el valle del río Ferrobamba, se tiene la falla Chuspiri - Fuerabamba, de dirección ONO-ESE que atraviesa la parte sur del yacimiento, y que desde la Fase Inca se manifiesta como una falla inversa de bajo ángulo, que ha favorecido la formación de una zona de apertura durante el emplazamiento de las monzonitas y la mineralización (Brookes, 2006). Además, se presentan lineamientos de orientación NE, NNO, y otros de N y S. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-75)

### **Condiciones geológicas y estructurales locales en el tajo Ferrobamba**

En el tajo Ferrobamba, se realizó el mapeo y modelamiento de las estructuras geológicas con la finalidad de caracterizar la deformación de la roca y modelar las estructuras de fallas mayores de importancia para el diseño de estabilidad de taludes del tajo. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-75)

El área donde se emplaza el tajo Ferrobamba, se compone principalmente por potentes secuencias de horizontes calcáreos grises a gris oscuro, masivas y compactas pertenecientes a la Formación Ferrobamba, las mismas que han sido intruidas por rocas plutónicas de composición monzonítica con cuarzo

y hornblenda, tonalitas y granodioritas, formando un yacimiento tipo skarn. Los estratos de calizas en el área del tajo presentan azimuts entre 100° a 130° y buzamientos variables de 50° a 60° al SO y casi horizontales al Sur. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-75)

Tal como se menciona anteriormente, las rocas intrusivas aflorantes en el área del tajo Ferrobamba han intruido a las calizas de la Formación Ferrobamba en 5 fases:

› Primera fase, consiste en una monzonita biotítica (MZB) con textura porfírica, aflorante en el sector SE formando cuerpos de skarn de granate - piroxeno > magnetita, con mineralización de calcopirita, bornita y molibdenita, asociada a la alteración potásica de biotita secundaria, ortosa y magnetita. Esta primera fase, presenta una orientación NE-SO y aflora principalmente en el sector SE del tajo Ferrobamba, y se evidencia que por esta fase atraviesa una falla con orientación NO-SE con una longitud aproximada de 1.5 km. En algunos sectores de esta falla, se tiene zonas de brechas con fragmentos alargados locales de la fase tardía postmineralización conformada por monzonita cuarzosa (MZQ). (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-76)

› Segunda y Tercera fase, denominadas monzonita biotítica fina (MBF1 y MBF2), diferenciadas entre sí por el tamaño de los cristales de biotita, forman cuerpos de skarn de granate – piroxeno > magnetita, con mineralización de calcopirita y bornita, estas fases afloran al sureste y suroeste del tajo Ferrobamba. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-76)

› Cuarta fase corresponde a una monzonita máfica (MZM), de grano medio a fino, con alto contenido de minerales máficos (hornblenda > biotita), plagioclasas y escaso cuarzo; esta fase intrusiva aflora principalmente en el sector norte del tajo Ferrobamba, y en menor proporción en el sector este. En contacto con las calizas de la Formación Ferrobamba forman cuerpos de skarn de granate – piroxeno > magnetita. Presenta fallas locales de poca extensión con orientación NE-SW. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-76)

› Quinta fase, denominada monzonita hornbléndica (MZH), de grano medio, con plagioclasas cortas y hornblendas prismáticas. Esta fase aflora en la parte central del tajo Ferrobamba y se ramifica en forma de diques en dirección noroeste y noreste. Esta fase cortó y enriqueció a los cuerpos de skarn a través de venillas de cuarzo con calcopirita, bornita y molibdenita. Además, existe una fase tardía postmineralización compuesta por monzonita cuarzosa (MZQ), de grano medio, textura porfírica, con “ojos” de cuarzo <15% y plagioclasas tabulares cortas, por ser una fase tardía postmineralización es estéril. En el área del tajo Ferrobamba aflora en forma de diques con tendencia NO-SE, cortando a todas las unidades precedentes. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-76)

A continuación, se describen las principales fallas en el tajo Ferrobamba, que son representativas para la presente sección;

› Falla Saida: localizada en el talud sur del cerro Caleta, cerca al depósito Ferrobamba. Se trata de una falla que es curvilinear o planar curvada, presenta un azimut de 104° y buzamiento de 83° en la parte del afloramiento inferior (STA 19), y un azimut de 59°, con buzamiento de 65° en la parte

superior; además, de un sinclinal ligeramente volcado, moderadamente abierto con buzamiento suave, en el cerro caleta se observa que este sinclinal es desviado por un posterior anticlinal vertical abierto con orientación N-S, un lineamiento puede ser trazado hacia el NNW desde la parte del afloramiento superior, pareciendo indicar la continuidad de la falla por al menos 400 m en esa dirección. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-76)

La falla Saida se comporta como una falla normal – dextral, descendiendo el bloque Este en el eje vertical y desplazándose hacia el Sur en el eje horizontal. Localmente, la falla Saida corta rocas de mármol en la caja techo, la misma que se encuentra a 90° de la estratificación de calizas en la caja piso. En el sector central de la falla Saida aparentemente corta un dique perteneciente a la fase tardía compuesta por monzonita cuarzosa (PN-mzc) de grano medio y textura porfirítica. Este material se caracteriza por ser estéril. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-77)

› Falla Ferrobamba: El mapeo de esta falla se llevó a cabo a lo largo del río Ferrobamba, es casi vertical y es una cizalla cohesiva con una brecha de falla local en algunas exposiciones. Tener en cuenta que esta falla corta a lo largo del río Ferrobamba, a las monzonitas con cuarzo y horblenda, así como las rocas de composición tonalíticas y granodioríticas, estos cuerpos intrusivos han sido cubiertos en cortos espesores a lo largo del río Ferrobamba por depósitos cuaternarios. Pareciera que las fallas/cizallas N-S cortan a las direcciones E-W de la falla Ferrobamba; sin embargo, la falla solo se expone parcialmente, dado que el río y sedimentos cubren una porción de la misma. En una vista en planta la falla Ferrobamba corta en dirección NO-SE en el

sector sur del tajo Ferrobamba. La falla Ferrobamba representa la falla de mayor espesor, igual a 9 m. El porcentaje de brecha de falla se encuentra entre 5% y 100%. Las estimaciones para la descripción del grado de resistencia de la roca (ISRM) oscila de 0 para las zonas de brecha de falla tipo suelo, a 3 para las brechas de falla intacta. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-77)

› Falla Guisella: sigue a la quebrada Challaque, aparentemente el arrastre tectónico de la falla es sinistral. El inicio de esta falla está caracterizado por presentar monzonita biotítica brechado y triturado, con juntas recubiertas de limolita, pero no están intensamente brechados. Corre paralela a la pared Este y cae a 80° W hacia el tajo Ferrobamba. La falla Guisella corta una zona de skarn de granate – piroxenos, y mármol. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-77)

#### 2.3.2.3. Geología del yacimiento

El área de estudio se encuentra en el sector sur de la Flexión de Abancay, ubicada entre los 12° y 14° de latitud Sur. Esta estructura se caracteriza por un cambio en la dirección de la Cordillera de los Andes del Perú, de NO-SE a E-O por más de 200 km, como consecuencia de la colisión diferencial de la porción dorsal de la placa de Nazca con el margen continental de la placa Sudamérica. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-79)

El área de estudio comprende de los yacimientos Ferrobamba ( $\pm$  3,900 msnm), Chalcobamba ( $\pm$  4,500 msnm) y SulFOBamba ( $\pm$ 4,450 msnm), que se encuentran dispuestos en una dirección de ONO a ESE. Los yacimientos se encuentran en el cinturón de sistemas de pórfido de Cu (+Mo-Au) en el

sureste del Perú (Bechtel Mining & Metals, 2010). Esta faja metalogénica es controlada por el Batolito Andahuaylas- Yauri del Eoceno-Oligoceno, que intruye a las unidades sedimentarias mesozoicas, incluyendo a la Formación Ferrobamba del Cretáceo; esta última conformada por calizas de más de 800 m de grosor. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-79)

Las fases tardías del Batolito Andahuaylas-Yauri son intrusiones de monzonitas con cuarzo porfídicas. Se han identificado hasta cinco fases principales de intrusiones porfídicas tardías en la región, las cuales se disponen a modo de conductos centrales y verticales de más de 900 m de diámetro, asociados a diques tabulares dispuestos transversalmente, emplazados entre los 42 Ma a 36 Ma. Las intrusiones en contacto con las rocas calcáreas han producido metamorfismo de contacto en diversos grados, generando depósitos minerales de skarn extensos con Cu (+Mo-Au). (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-79)

### **Mineralización**

Los depósitos minerales dentro de la U.M. Las Bambas corresponden a depósitos típicos de skarn de Cu-Mo-Au, alojados en las calizas de la Formación Ferrobamba. Los cuerpos de skarn presentan mineralización de bornita y calcopirita, en forma de masas irregulares, parches, disseminaciones y en venillas de cuarzo, cortando al skarn. Estos cuerpos se encuentran asociados a sistemas de pórfidos de Cu, zonificados alrededor de la estructura central, correspondientes a intrusiones tardías de nivel subvolcánico. La mineralización asociada con estas intrusiones porfídicas también se extiende a la litología de la roca hospedante. La mineralización

en los yacimientos de la U.M. Las Bambas se encuentra en forma de minerales de sulfuro de Cu (calcopirita), bornita, calcocita y covelita. El Au ocurre como un estado de disolución predominante dentro de los cristales de bornita y de molibdenita, asociado con vetas de cuarzo. La mineralización de sulfuros está estrechamente asociada con las vetas tipo stockwork de cuarzo, que se encuentra como diseminaciones y recubrimientos de fracturas dentro del cuerpo tubular del pórfido. Los stockwork y las soluciones hidrotermales se relacionan con los cuerpos graníticos tardíos. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-79)

En el caso de los depósitos de tipo pórfido, la mineralización está fuertemente zonificada. En estos depósitos, se observa que el venilleo más intenso del tipo stockwork se localiza en la parte central del pórfido y representa los grados más altos. Los sulfuros en los sistemas de pórfidos están zonificados y en los núcleos las bornitas son dominantes en la parte central de los pórfidos de monzonita con cuarzo; atravesando hacia el exterior, se tiene una zona dominante de calcopirita, y en la parte distal se encuentra la pirita distal. A medida que el grado de Cu aumenta (aproximadamente > 1,2% Cu), también aumenta el contenido de covelita, digenita y calcocita, asociada con la mineralización de la bornita. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-79)

### **Alteración**

En la U.M. Las Bambas es importante la alteración calco-silicatada, asociada a los depósitos tipo skarn. La alteración principal en los yacimientos es la potásica, asociada directamente con la mineralización. También es frecuente

la alteración sericita, arcilla, clorita, y en la parte externa la alteración propilítica (clorita, epidota y calcita), relacionadas con las rocas no calcáreas; es decir, dentro de las zonas de los pórfidos de cobre en los diques y stocks tardíos. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-80)

La alteración hidrotermal, desde la parte externa hacia el centro del sistema, presenta la siguiente zonación: dentro de las calizas de la Formación Ferrobamba, se presenta el mármol con wollastonita, mármol con granates – piroxenos y exoskarn de granates, y piroxenos (+magnetita); en los intrusivos, se ha reconocido endoskarn de plagioclasas, piroxeno y granate adyacente al exoskarn, y alteración potásica (biotita secundaria – feldespato potásico – magnetita - cuarzo), relacionadas con la mineralización; y finalmente hacia los bordes se aprecia alteración propilítica (clorita - epidota - calcita - pirita). Cabe precisar que, en los intrusivos, la calcopirita, bornita y molibdenita se encuentran en venillas de cuarzo y disseminaciones. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-80)

### **Alteración y mineralización en el tajo Ferrobamba**

En cuanto a la alteración y mineralización del tajo Ferrobamba, la formación de los cuerpos de skarn, están asociados a las tres primeras fases de intrusión descritas anteriormente. Los cuerpos de skarn formados por la primera fase se encuentran bordeando a ésta y afloran en la parte sur, y en los sectores central y este. Están formados por granates de grano medio a grueso, de color marrón, rojizo, verde y amarillo, intercalados con niveles de piroxenos y en menor proporción magnetita. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-80)

Estos cuerpos de skarn presentan mineralización de sulfuros de cobre (bornita y calcopirita) en forma de masas irregulares, disseminaciones y en venillas de cuarzo. Los cuerpos de skarn formados por la segunda fase son muy similares excepto que no presentan venillas de cuarzo. La marmolización se desarrolla sobre los horizontes de caliza, en la parte distal de un cuerpo de skarn o en contacto directo con algunos diques o cuerpos de intrusivo. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-80)

La alteración hidrotermal no está muy desarrollada. En la primera fase se presenta débil alteración potásica asociada con cuarzo. La alteración potásica ocurre como biotita secundaria y feldespato potásico, reemplazando a minerales máficos en la matriz; el cuarzo ocurre en matriz y venillas. En las últimas fases, la alteración se presenta con máficos cloritizados, biotita secundaria, cloritas en venillas y algunas venillas de cuarzo con halos de biotita secundaria o clorita. La mayor parte de la mineralización. (SNC - Lavalin Perú, Línea Base, 2018, págs. 3-80)

### 2.3.3. Geología Económica

#### 2.3.3.1. Mineralogía

La fracción de tamaño analizada por el Analizador de Liberación Mineral (MLA) se envió para el análisis de ensayo químico. Las muestras se enriquecieron en Cu y Mo con las cuatro muestras de skarn que tienen los grados más altos de Cu (1.3 a 2.7%). El Mo se detectó en todas las muestras con la capa de sulfuro y las muestras menos oxidadas de la capa de óxido y pórfido que contienen las concentraciones más grandes (270 a 360 ppm). No se detectó arsénico en las muestras a un límite de detección de 50 ppm.

Los principales minerales de sulfuro de cobre detectados por el análisis de MLA incluyen bornita, calcocita / digenita y calcopirita. No se detectó cobre nativo.

Los datos de asociación para los sulfuros de Cu indicaron que en muestras con concentraciones relativamente altas de Cu-sulfuros, hubo una fuerte asociación preferencial con otros Cu-Sulfuros. Bornita se asoció preferentemente con calcocita y calcopirita. La calcocita se asoció fuertemente con bornita y calcopirita, y la calcopirita se asoció preferentemente con bornita y calcocita

#### 2.3.3.2. Reserva Mineral

Actualmente la U.M. Las Bambas se encuentra explotando el tajo Ferrobamba, el cual, es solo uno de los tres tajos aprobados a favor de la U.M. Las Bambas en el EIA, 2011. Este tajo se aprobó con una capacidad de explotación de 140 ktpd, sin embargo, a través del ITS (R.D. N° 219-2017-SENACE/DCA del 15 de agosto de 2017) se actualizó el plan de minado y en consecuencia se incrementó la capacidad de explotación a 145 ktpd en promedio.

Esta nueva actualización se sustenta en la variación de los frentes de explotación del tajo Ferrobamba, el cual será ampliado, así como en la optimización de la distribución y almacenamiento del material extraído (mineral y desmonte) por lo cual se hace necesario la modificación por ampliación del botadero de desmonte Ferrobamba, así como modificar las dos pilas de mineral de baja ley ubicados en Ferrobamba.

Es importante señalar que la huella de los tajos Chalcobamba y Sulfobamba, no serán modificados, sin embargo, en el desarrollo del plan de minado el tajo Chalcobamba requiere iniciar su explotación el año 2019 y Sulfobamba el año 2023. El tiempo de vida de la mina se mantiene hasta el año 2033.

El total de mineral a extraer de los tres tajos asciende de acuerdo con el Plan de Minado propuesto a 800.328 Mt. El tajo Ferrobamba que se encuentra actualmente en operación tiene 540.592 Mt de mineral, el mineral de Chalcobamba tiene 198.371 Mt y Sulfobamba se mantiene en 61.365 Mt.

*Tabla 3: Reservas minables de cobre*

<b>RESERVA MIENRAL U.M LAS BAMBAS</b>		
<b>Tajo</b>	<b>Unidad</b>	<b>cantidad</b>
Ferrobamba	Mt	540.592
Chalcobamba	Mt	198.371
Sulfobamba	Mt	61.365

## CAPÍTULO III

### DESCRIPCION DEL TAJO FERROBAMBA DE LA UNIDAD MINERA LAS BAMBAS

#### 3.1. Generalidades

En la U.M. Las Bambas actualmente se realiza la explotación del yacimiento Ferrobamba y posteriormente se realizará extracción de mineral de los yacimientos Chalcobamba y Sulfobamba. El procesamiento de mineral aprobado considera una tasa promedio de procesamiento de 145,000 toneladas por día (t/d), generando concentrado de cobre y molibdeno como producto, con una ley de cobre aproximada de 35%. El transporte de concentrado es por vía terrestre por camiones desde la U.M. Las Bambas hacia una estación de transferencia ubicada en Pillones, a través de una carretera de uso público, para luego ser transportado por vía férrea hasta el puerto de Matarani. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-1)

##### 3.1.1. Reseña Histórica

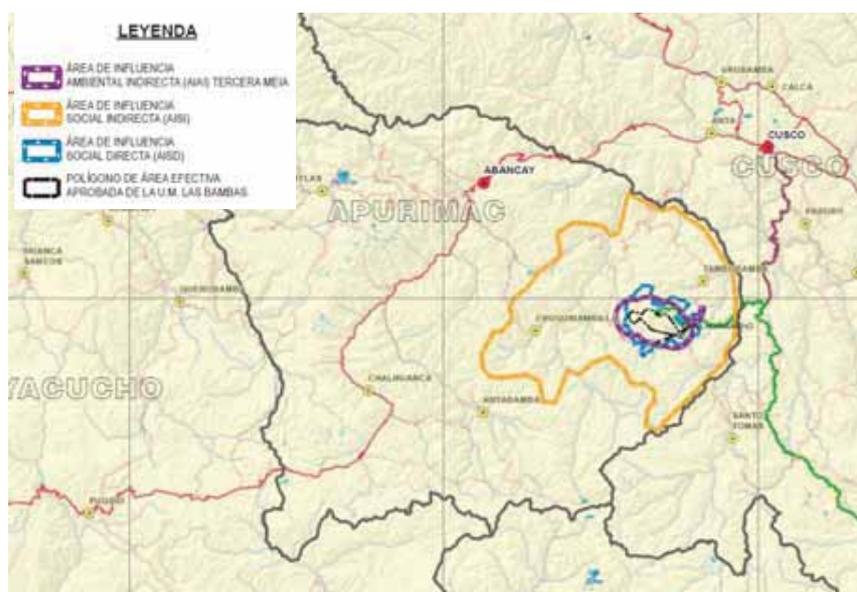
- Aproximadamente por los años 1600 se descubrió la mina de Cochasayhuas.
- 1874, Raymondi hace una reseña de las minas de Cotabambas.
- 1911, Ferrobamba Ltd. Realiza varios trabajos exploratorios.
- 1941, William Jenks realiza trabajos de exploración con la finalidad de conocer el potencial de Ferrobamba y Chalcobamba.
- 1942 - 1969, La Cerro de Pasco Co. Conociendo el potencial de Las Bambas, desarrolla programas de
- perforación en Ferrobamba y Chalcobamba, pruebas metalúrgicas y accesos.
- 1970, el estado toma posesión de las concesiones y se crea Minero Perú.
- 2003, las concesiones fueron transferidas a Centromín y a ProInversión.
- El 01-Oct-04, Xstrata firma el contrato de opción y transferencia del Proyecto Las Bambas.

- El 05-Mar-05, inicia los trabajos exploratorios con un programa de perforación de 50000 metros.
- Para el desarrollo de las actividades de la U.M. Las Bambas, se cuenta con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Minero Las Bambas, aprobado el 07 de marzo de 2011 a través de la Resolución Directoral (R.D.) N°073-2011- MEM/AAM.
- La etapa de construcción se inició en el segundo semestre de 2012
- 2013. Firma de fusión empresarial GLENCORE-XSTRATA.
- La etapa de operación se inició en el primer trimestre del año 2016. Se estima que las actividades de operación se realizarán durante 18 años como mínimo.
- se realizaron modificaciones al proyecto inicialmente planteado, aprobándose la Primera Modificación del EIA a través de la R.D. N°305-2013-MEM-AAM del 14 de agosto de 2013, así como la Segunda MEIA mediante R.D. N° 559-2014-EM-DGAAM del 17 de noviembre de 2014. Asimismo, bajo el marco normativo del D.S. No. 054-2013-PCM se aprobó lo siguiente: Informe Técnico Sustentatorio (en adelante Primer ITS), aprobado mediante R.D. N° 319-2013 MEM-AAM del 26 de agosto de 2013; ITS de la U.M. Las Bambas “Modificación de Componentes” (Segundo ITS), aprobado mediante R.M. N° 078-2014-MEM-DGAAM, el 13 de febrero de 2014; Tercer ITS aprobado mediante R.D. N° 113-2015-MEM-DGAAM del 26 de febrero de 2015. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-1)
- Noviembre del 2018. La aprobación de la Tercera Modificación del EIA detallado de la U.M. Las Bambas (en adelante Tercera MEIA), en términos generales consiste en la actualización del plan de minado, optimizaciones en el circuito de molibdeno para llegar a la producción comprometida, desarrollo

de perforaciones, así como implementación de componentes auxiliares (cancha de nitratos, almacén de neumáticos, testigos, reactivos y contingencias, grupos electrógenos, de material orgánico, garita sur y oficinas, entre otros), así como el cambio de uso de campamentos y un área para uso de estacionamiento. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-1)

### 3.1.2. Ubicación

Geográficamente la U.M. Las Bambas se ubica en los Andes de la zona centro-sur del Perú, aproximadamente a 75 km al Sur-Suroeste de la ciudad de Cusco, 300 km al Noroeste de la ciudad de Arequipa. Políticamente la U.M. Las Bambas se ubica entre los distritos de Challhuahuacho, Tambobamba y Coyllurqui, provincia de Cotabambas, y el distrito de Progreso, provincia de Grau, en el departamento de Apurímac a una altitud de 3,770 a 4,680 msnm. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-42)



Fuente: Propia (2019)

Figura 7: Ubicación Geográfica unidad Minera Las Bambas.

El proyecto está comprendido aproximadamente entre las coordenadas geográficas: 72°14" - 72°28" de longitud oeste y 14°00" - 14°08" de latitud sur, Abarca un área de 352.35 km<sup>2</sup>.

La U.M. Las Bambas se encuentra comprendida por 41 concesiones mineras, cuyo titular es Minera Las Bambas S.A., las mismas que se listan en la Tabla 4. Así también en mapa de la figura 8 se presenta la ubicación de las referidas concesiones mineras. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-27)

Tabla 4: Derecho Minero Las Bambas.

Nº	Concesión Minera	Área (ha)	Ficha de Inscripción / Nº Partida
1	Bambas 1	1000	10315610
2	Bambas 2	1000	10315710
3	Bambas 3	1000	10315810
4	Bambas 4	1000	10315910
5	Bambas 5	9,909.68	10316010
6	Bambas 6	8,847.88	10316110
7	Bambas 7	9,879.22	10316210
8	Bambas 8	1000	10316310
9	Bambas 9	1000	10316410
10	Bambas 10	1000	10316510
11	Bambas 11	400	10316610
12	Bambas 12	1000	10316710
13	Bambas 13	1000	10316810
14	Bambas 14	1000	10316910
15	Bambas 15	1000	10317010

16	Bambas 16	1000	10317110
17	Bambas 17	800	10317210
18	Bambas 18	600	10317310
19	Bambas 19	800	10317410
20	Bambas 20	1000	10317510
21	Bambas 21	1000	10317610
22	Bambas 22	1000	10317710
23	Bambas 23	1000	10317810
24	Bambas 24	1000	10317910
25	Bambas 25	1000	10318010
26	Bambas 26	1000	10318110
27	Bambas 27	1000	10318210
28	Bambas 28	500	10318310
29	Bambas 29	1000	10318410
30	Bambas 30	1000	10318510
31	Bambas 31	1000	10318610
32	Bambas 32	1000	10318710
33	Bambas 33	800	10318810
34	Bambas 34	800	10318910
35	Bambas 35	700	10319010
36	Bambas 36	1,414.32	10409411
37	Bambas 37	1,234.08	10409511
38	Ferrobamba	400	05580414Z02
39	Sulfobamba	400	05580414Z04
40	Chalcobamba	600	05580414Z05
41	Charcas	400	05580414Z03

Fuente: Las Bambas, 2019.

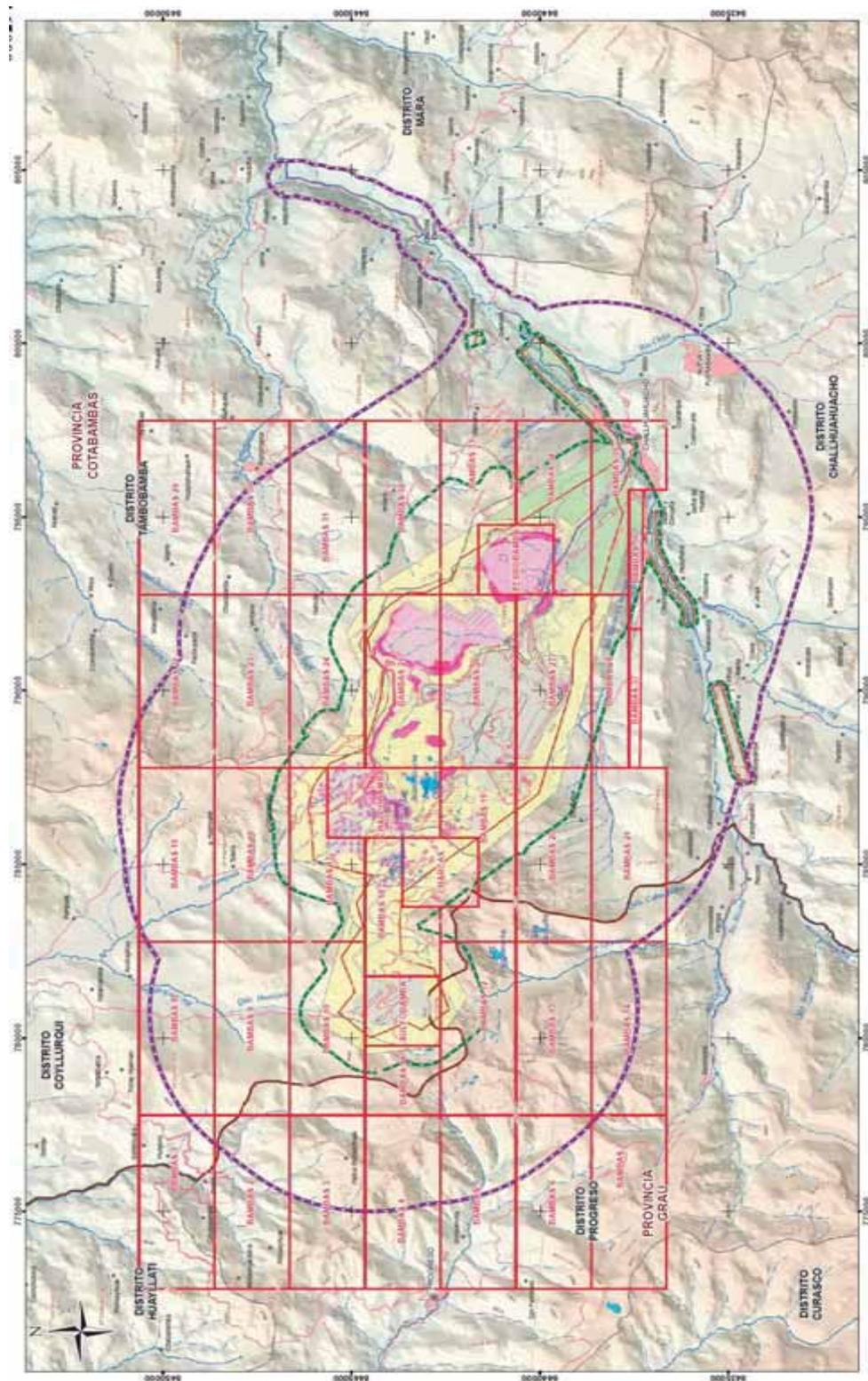


Figura 8: concesiones U.M. Las Bambas.

Fuente: Las Bambas, 2019.

### 3.1.3. Accesibilidad

Desde Lima a Cusco por vía aérea, luego se continúa por carretera afirmada, utilizando una de las siguientes rutas:

- Cusco - Cotabambas - Ñahuinlla-Pamputa - Fuerabamba - Campamento Las Bambas.
- Cusco - Anta - Cotabambas - Tambobamba - Challhuahuacho - Campamento Las Bambas.
- Cusco - Mara - Challhuahuacho - Campamento Las Bambas
- Tintaya - Santo Tomás - Aquira - Challhuahuacho - Campamento Las Bambas.

La distancia aproximada desde la ciudad del Cusco hasta el campamento es de 298 km de distancia de los cuales 62,9 km pertenecen al tramo Cotabambas - Campamento Las Bambas. El tiempo de recorrido en bus es de aproximadamente 8 horas. (Barra Nayhua, 2017, pág. 4)

## 3.2. Clima y Meteorología

## 3.3. Flora y fauna

### 3.3.1. Flora

Se identificaron 79 variedades de especies botánicas, agrupadas dentro de 37 familias diferentes, entre fanerógamas y criptógamas. Las dicotiledóneas son la categoría taxonómica más representada, con el 59,5 % (54 especies) del total de familias. Por otro lado, las familias de las monocotiledóneas están presentes en un 10,8 % (12 especies). Entre las dicotiledóneas, la familia más representativa son las asteráceas con el 42,6 % de especies (23 especies) y entre las monocotiledóneas lo son las poaceas con el 50 % de las especies (6 especies). Para una mejor

comprensión de la composición florística del entorno es necesaria una evaluación más completa que abarque la temporada húmeda. (Barra Nayhua, 2017, pág. 15)

### 3.3.2. Fauna

Se identificó un total de 32 especies diferentes de aves en el área de influencia del Proyecto Minero Las Bambas. Estas especies han sido determinadas durante la estación seca, por lo que sería necesaria una posterior evaluación en la temporada húmeda. En el área de estudio existen 5 lagunas, reportándose la presencia de avifauna acuática en tres de ellas, Estas fueron las lagunas de Quelloacocha, Casanacocha y Totoracocha. En las dos lagunas restantes, Llancope y Jalancere, no se reportó su presencia. (Barra Nayhua, 2017, págs. 15-16)

“De las cinco lagunas, es la Laguna Casanacocha la que presenta una mayor riqueza de especies, número de individuos y diversidad, con respecto a la avifauna estrechamente relacionada a ambientes acuáticos.” (Barra Nayhua, 2017, pág. 16)

Sin embargo en todas las lagunas, se pudo observar que estas presentan una escasa riqueza de especies, número de individuos y diversidad, debiendo D&E Desarrollo y Ecología SAC influenciar en ello que el censo se realizó en la estación seca, la escasa o nula vegetación circundante a las lagunas que pueda servir de refugio a las especies de aves, (a excepción de la Laguna Totoracocha) factores antrópicos, u otros más, que deberán ser analizados durante la realización del Estudio de Impacto Ambiental. (Barra Nayhua, 2017, pág. 16)

Estas cinco lagunas pueden ser usadas como indicadores, monitoreándose periódicamente la población de la avifauna presente en ellas, verificándose de esta manera posibles factores que puedan perturbarlas. En el área de estudio se reportó la presencia de 12 especies de mamíferos. Fue frecuente la presencia de caballos

salvajes en la zona de Jancuchiri y Pamputa, por lo que es necesario llevar a cabo un estudio de esta población, determinándose su rango de distribución, confirmar su estatus de especie salvaje y darse las medidas de mitigación necesarias. (Barra Nayhua, 2017, pág. 16)

Con respecto a los reptiles y anfibios se identificó dos especies diferentes, por lo que es necesario realizar mayores estudios al respecto. Referente a las especies ictiológicas, de acuerdo a los reportes de la población existen tres especies de peces, de los cuales dos especies fueron colectadas e identificadas. Ambas especies son utilizadas para consumo humano. Se determinó también siete especies de macroinvertebrados. (Barra Nayhua, 2017, págs. 16-17)

### 3.3.3. Topografía y Fisiografía

El área del proyecto presenta pendientes abruptas tanto al Este como al Oeste del cerro Pichacani, estas pendientes se vuelven más fuertes y pronunciadas desde la Quebrada Huascachaca hasta el poblado de Challhuahuacho, y se presentan paralelas al río Fuerabamba, encajonándolo y formando así un valle en la parte baja del proyecto. Dentro del área de estudio podemos describir 5 unidades fisiográficas representativas. (Barra Nayhua, 2017, pág. 14)

Se listan a continuación:

*Tabla 5: Simbología de Unidades Fisiográficas.*

<b>Unidad fisiográfica</b>	<b>Simbología</b>
Valle Encajonado	VE
Quebradas	Q
Zona Agreste	ZA
Superficie Intracordillerana	SI
Altiplanicie	A

Fuente: Las Bambas, 2019.

### 3.4. Descripción de operaciones mina

#### 3.4.1. Métodos de Explotación

Por la característica geológica del yacimiento que corresponde a Ferrobamba, Chalcobamba y sulfobamba que corresponde a la U.M. las Bambas serán explotados mediante el método de tajo abierto.

El diseño del tajo se realizó mediante procedimientos de cómputo (algoritmo de Lerchs & Grossmann's) que tienen en cuenta ecuaciones de beneficio y costos, los ángulos de talud, las recuperaciones metalúrgicas y el modelo de recursos geológicos (tipos de roca, leyes y categoría). Como resultado se definieron tres yacimientos, Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba. Las direcciones de extracción se decidieron mediante optimizaciones de Whittle y se diseñaron los tajos Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-352)

De acuerdo a lo señalado en el EIA del Proyecto Las Bambas (Golder, 2011), en el cual se precisó que dada la geometría de los yacimientos se decidió hacer una optimización separada de Whittle para cada tajo, por lo que se consideró que cada fase resultante debería contener al menos tres años de mineral procesable con una producción de 140,000 t/d, equivalente a 51.1 Mt/a. Al respecto cabe referir que la producción referida fue ampliada a 145,000 t/d. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-352)

##### 3.4.1.1. Parámetros geométricos del tajo

Los tajos se formarán mediante la apertura de una serie de bancos, los que comprenden la construcción de un conjunto de rampas, taludes y bermas (Figura 10).

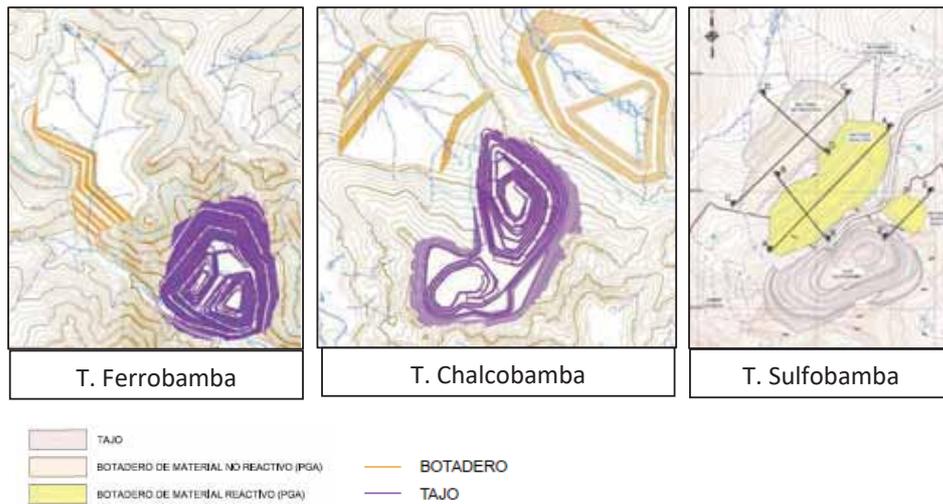
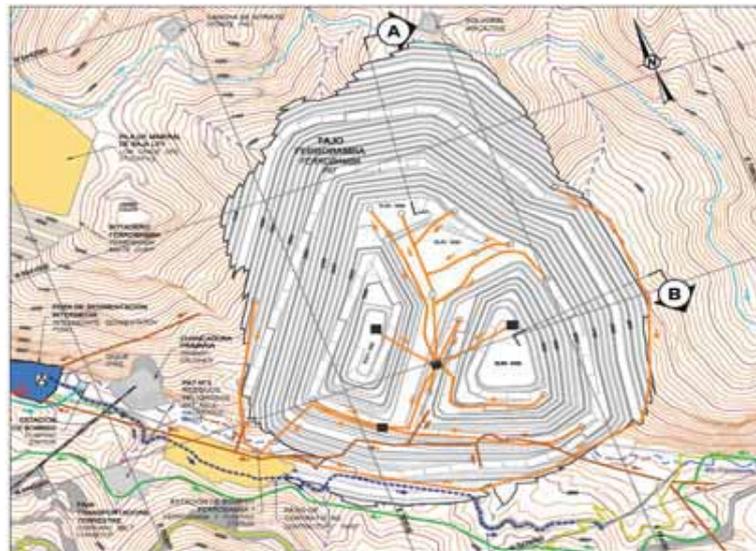


Figura 9: Esquema de diseño de la huella final de los tajos Ferrobamba, Chalcobamba y Sulfobamba aprobados en el EIA del Proyecto Las Bambas.



**LEYENDA / LEGEND**

<p> TOPOGRAFÍA DEL TERRENO EXISTENTE EXISTING GROUND TOPOGRAPHY</p> <p> TOPOGRAFÍA DEL TERRENO PROYECTADO PROJECTED GROUND TOPOGRAPHY</p> <p> RÍO RIVER</p> <p> RÍO SECO DRY RIVER</p> <p> QUEBRADA QUEBRADA</p> <p> CAMINOS DE ACCESO ACCESS ROADS</p> <p> ACCESO PROYECTADO PROJECTED ACCESS</p> <p> INFRAESTRUCTURA INFRASTRUCTURE</p> <p> FAJA TRANSPORTADORA BELT CONVEYOR</p> <p> MINERODUCTO MINERAL PIPELINE</p> <p> BOTADERO DE DESMONTE WASTE DUMP</p> <p> PILA DE MINERAL DE BAJA LEY LOW GRADE ORE STOCKPILE</p>	<p> LÍNEA DE IMPULSIÓN PRESSURE LINE</p> <p> LÍNEA DE IMPULSIÓN DEL TAJO (AGUA SUBTERRÁNEA) PRESSURE LINE FROM PIT (UNDERGROUND WATER)</p> <p> TUBERÍA DE IMPULSIÓN DE RECIRCULAMIENTO RECIRCULATION PRESSURE PIPELINE</p> <p> LÍNEA DE AGUA DE DRENAJE DRAINAGE WATER LINE</p> <p> CANAL PERIMETRAL PERIMETER CHANNEL</p> <p> CANAL DE DESVIACIÓN DEL RÍO FERROBAMBA FERROBAMBA RIVER DIVERSION CHANNEL</p> <p> LÍNEA DE DRENAJE DE FILTRACIONES DESDE LA PRESA DE RELAVES SEEPAGE DRAINAGE LINE FROM TAILINGS DAM</p> <p> SUMIDERO SUMP</p> <p> POZO DE BOMBEO PUMPING WELL</p> <p> OBRA DE TOMA INTAKE WORK</p>
--	--

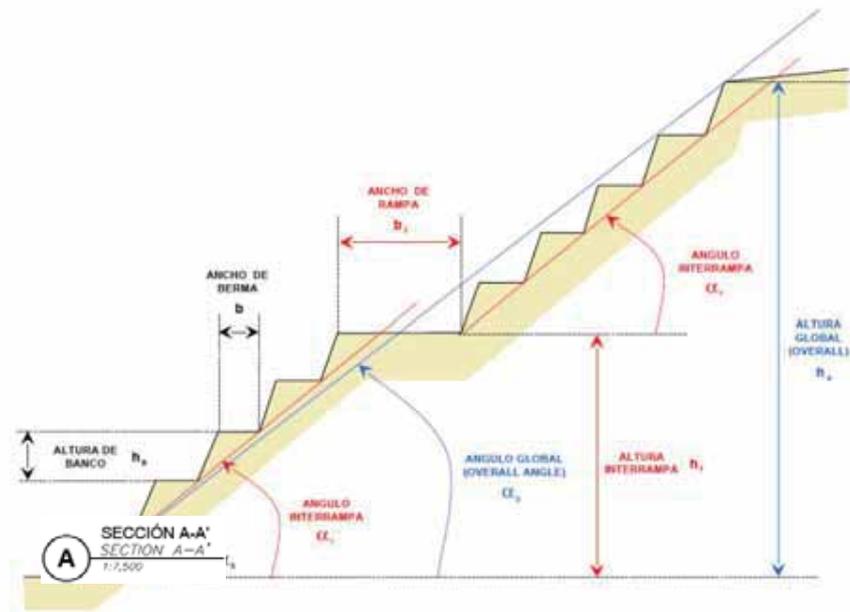


Figura 10: Esquema de diseño de la huella final y vistas de perfil del tajo Ferrobamba, aprobado en el EIA del Proyecto Las Bambas 2011

Tabla 6: Parámetros de operación del tajo abierto Ferrobamba propuesto en la Tercera MEIA.

Parámetro	Und.	Tajo Ferrobamba
Área final superficial proyectada del tajo	ha	340
Altura de los bancos simple	m	15
Altura de los bancos doble	m	30
Ancho de ranpa	m	43
Pendiente máxima de la ranpa	%	12
Ancho mínimo de berma o muro de seguridad	m	9
Altura mínima de berma o muro de seguridad	m	3

Fuente: Las Bambas, 2017.

Es necesario señalar que en Las Bambas se tiene actualmente camiones Komatsu 930-4SE, Komatsu 980E y Caterpillar 797F, siendo estos dos últimos los más grandes. Es por lo señalado que los parámetros de vía consideran que el ancho de ranpa de acceso operativo es de 43 metros, el cual corresponde al ancho que permite el tránsito seguro de volquetes en doble vía. Es decir, considera el ancho de camión de 9.5 metros, siendo el ancho de vía transitable de 29 metros, la berma de seguridad es de 9 metros de ancho con una altura de 3 metros, que es el

resultado de las  $\frac{3}{4}$  partes de la altura de la llanta más grande correspondiente al camión Caterpillar 797F, cuya altura de llanta es de 3 metros.

La pendiente máxima considerada de la rampa es 12%, siendo 10% la gradiente promedio.

### **Secuencia de minado del tajo Ferrobamba**

La secuencia de minado del tajo Ferrobamba para los años 2017, 2019, 2026 y 2033 se visualiza en la Figura 11. Asimismo, cabe referir que el tajo Ferrobamba en su límite final, año 2033 de acuerdo al plan de mineado propuesto en la presente Tercera MEIA, tendrá una cota mínima de 3,420, teniendo una profundidad total de 855 metros, tal como muestra en la Figura 12. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-360)

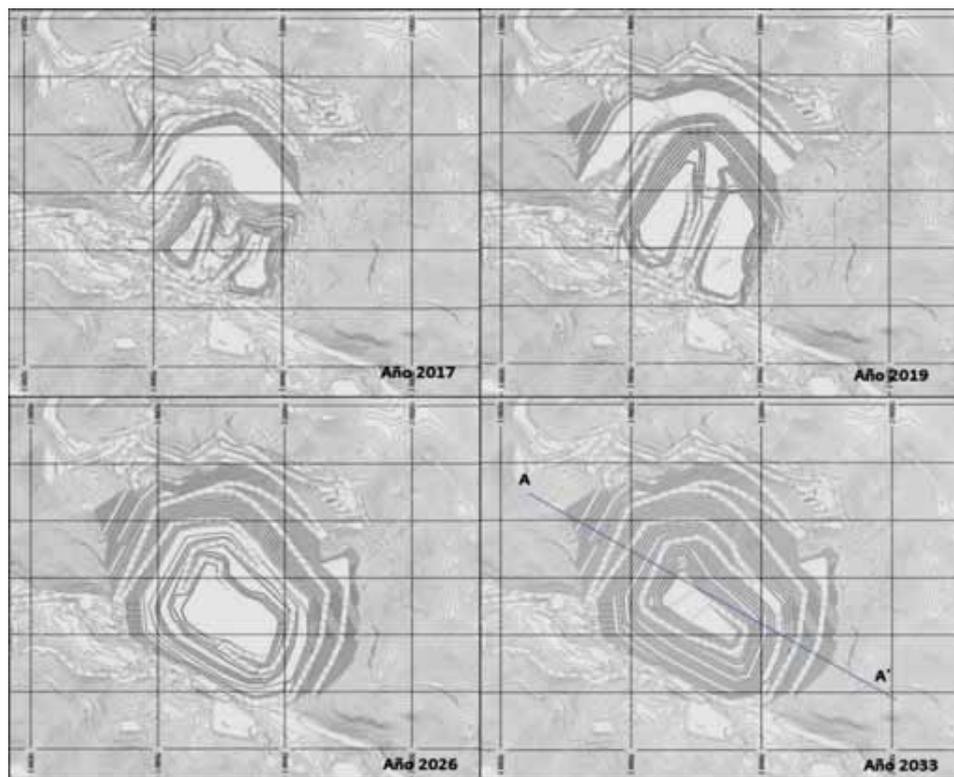


Figura 11: Secuencia de minado propuesta del Tajo Ferrobamba.

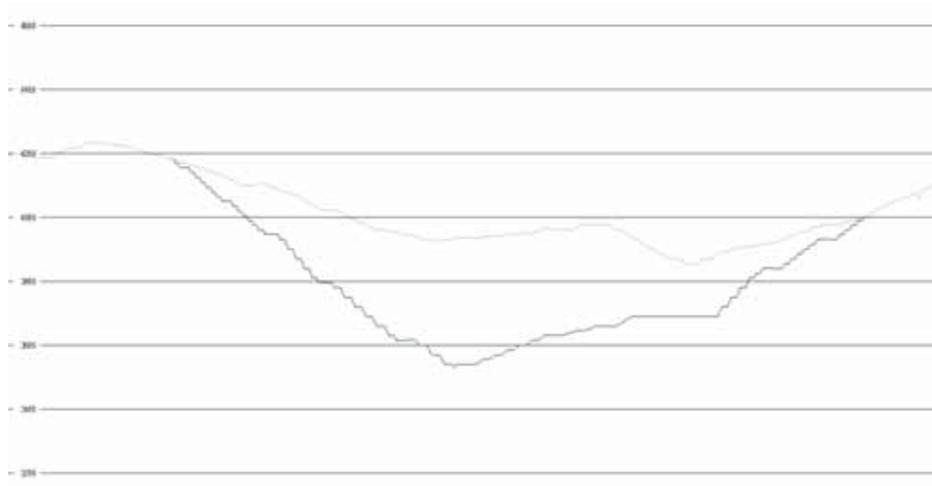


Figura 12: Profundidad del Tajo Ferrobamba sección A-A'

### 3.4.2. Ciclo de Minado

#### 3.4.2.1. Perforación

La perforación es la primera operación minera que se efectúa en la preparación de una voladura, sin una perforación adecuada y ordenada la voladura sería deficiente, lo que conllevaría a una baja eficiencia en el carguío del material impactando directamente en la producción de la mina.

En el caso de las Bambas se realiza perforación rotativa con triconos esta para realizar los taladros principales, y para taladros secundarios o pre corte se emplea equipos de perforación tipo rotopercusiva. (SNC - Lavalin Perú, Descripción Del Proyecto, 2018, págs. 2-364)

Tabla 7: Diseño de parámetros de perforación primaria / Pre-corte.

Diseño de Perforación	Unid.	Medio a perforar					
		Suave	Medio	Duro	Mineral Skarn	Mineral Pórfido	PreCorte
Altura de Banco	m	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Sobreperforación	m	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	1.00
Diametro del taladro	pulg	12.25	12.25	12.25	12.25	12.25	5.00
Espaciamiento	m	11.00	10.00	9.00	7.00	6.00	1.20
Burden	m	9.50	8.70	7.80	6.00	5.20	0.00
Profundidad de Perforacion	m/tal	16.00	16.00	16.00	15.50	15.50	16.00

En el tajo Ferrobamba se tienen 11 perforadoras entre primarias y de Recorte tal como se detalla en la tabla 6.

Tabla 8:detalle de equipos de perforación.

Primaria	P&H 250XP-ST	1
	P&H 320XPC	3
	CAT MD6040	3
	PV 351	1
Pre- corte	DR560	3
	Tot. Drilling Equipments	11

- Contamos con 8 Perforadoras primarias las cuales perforan empernado barcas tónicas de 12 ¼ Pulg. De diámetro, cuyo de talle es el siguiente: 01 Perforadora Diesel P&H 250XP-ST, 03 Perforadora Eléctrica P&H 320XP, 03 Perforadora Diesel CAT MD6040, 01 Perforadora Eléctrica Pit Viper 351, Figura 13.



Figura 13: Perforadoras Primarias empeladas en el tajo Ferrobamba

- 03 perforadoras Diesel Sandvik 560 la cual equipada con un martillo de fondo perforando 5 Pulg. De diámetro, figura 14.



*Figura 14: Perforadora de Precorte empeladas en el tajo Ferrobamba.*

#### 3.4.2.2. Voladura

Es la acción de fragmentar el macizo rocoso mediante el uso de mezclas explosivas comerciales con la finalidad de extraer los minerales depositados en dicho macizo rocoso, que mediante otros procesos se convierten en metales. La voladura de producción en la industria minera se explota en grandes cantidades de volúmenes de roca, dependiendo lo requerido en el planeamiento de minado.

Para lo cual en La U.M. Las bambas consideramos dentro de los parámetros de diseño de las secciones de la malla de perforación criterios como son: diámetro de taladro, presión de detonación de la carga explosiva (PSI), resistencia a la tensión dinámica de la roca (PSI), y sobre todo va asociada a estudios de caso de negocio de los costos que representa la obtención de una granulometría en específico, los criterios son: Costo de perforación (Dc1), Costo de voladura (Bc), Costo de carguío (Lc), Costo de acarreo (Hc), Costo de descarga (Dc2), Costo de chancado primario (PRcc), etc.

$$T_c/T_m = \Sigma(D_c l + B_c + L_c + H_c + D_c + PR_{cc} + Etc) = \text{Min Cos USS} / T_m = \text{Fracmentacion.Optima}$$

### 3.4.2.2.1. Parámetros de diseño

Actualmente en U.M. Lasa Bambas se realiza voladura de taladros de producción y precorte.

#### **Burden**

La dimensión del burden se define como la distancia más corta al punto de alivio al momento que el barreno detona. El alivio se considera normalmente como la cara original del banco o bien como una cara interna creada por una hilera de barrenos que han sido disparados previamente con un retardo anterior, la selección de bordo apropiado es una de las decisiones más importantes que hay que hacer en cualquier diseño de voladuras. (Hidalgo, López, Pincheira, & Troncoso)

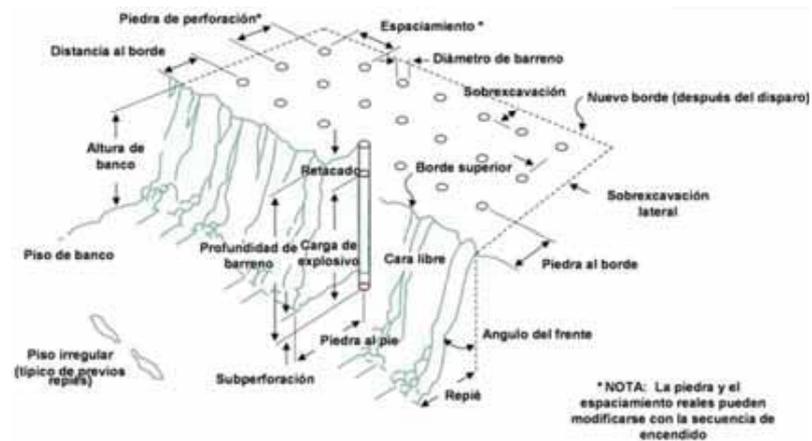


Figura 15: Parámetros de voladura en banco.

#### **Espaciamiento**

Es la distancia entre taladros de una misma fila que se disparan con un mismo retardo o con retardos diferentes y mayores en la misma fila.

Se calcula en relación con la longitud del burden, a la secuencia de encendido y el tiempo de retardo entre taladros.

En la práctica, normalmente es igual al burden para malla de perforación.

- $E=B$  cuadrada
- $E=1,3$  a  $1,5 B$  para malla rectangular o alterna.
- $E=(B/2)$  Malla triangular

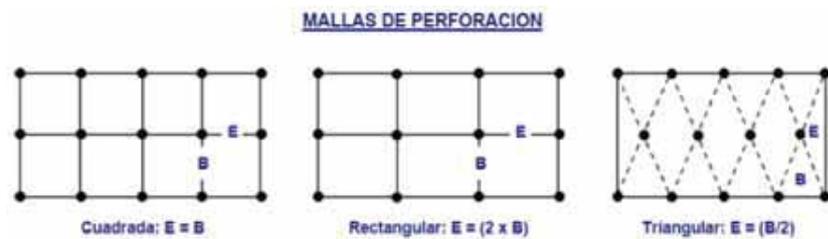


Figura 16: Esquema de diseño de malla de perforación.

### **Voladura de precorte**

La Voladura de precorte tiene por finalidad generar una línea de debilidad tras la voladura, esto debido a una serie de tiros en una sola fila de excavación con el objeto de generar una discontinuidad o plano de fractura. Los tiros son generalmente del mismo diámetro y sin pasadura.

Los beneficios de la voladura de precorte son:

- Formación de una pared de banco más estable
- Generar el límite de penetración de la pala.
- Obtener las bermas programadas.
- Crear una percepción de seguridad.

El precorte debe permitir fracturar un plano para atenuar vibraciones en la voladura principal, lo anterior depende mucho de la calidad de las fracturas que se formen. Las vibraciones serán menores, mientras éstas crucen fracturas lo más abiertas y limpias posibles.

### **Voladura de taladros de producción**

El objetivo de la voladura de producción, como su nombre lo indica, es la separación del mineral de interés del macizo rocoso, además de disminuir el tamaño de las rocas con el objetivo de hacer más fácil su transporte al área de producción. Esta puede ser precedida por una “voladura de pre corte” que separa la roca del macizo, con esto disminuyen las vibraciones (y con esto riesgos) que produce la voladura de producción, ya que se necesita solo energía para disminuir el tamaño de la roca desalojada. (Hidalgo, López, Pincheira, & Troncoso)

Tabla 9: Diseño de perforación y Voladura.

Diseño de Perforación y Voladura	Unid.	Suave	Medio	Duro	Mineral Skarn	Mineral Pórfido	PreCorte
Altura de Banco	m	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Taco	m	7.00	7.00	7.00	4.00	4.00	1.00
Sobreperforación	m	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	1.00
Profundidad de carga explosiva	m	9.00	9.00	9.00	11.50	11.50	15.00
Díametro del taladro	pulg	12.25	12.25	12.25	12.25	12.25	5.00
Volumen de carga explosiva	m <sup>3</sup>	0.68	0.68	0.68	0.87	0.87	0.01
Espaciamiento	m	11.00	10.00	9.00	7.00	6.00	1.20
Burden	m	9.50	8.70	7.80	6.00	5.20	0.00
Densidad material	ton/m <sup>3</sup>	2.40	2.43	2.45	3.10	2.62	2.65
Volúmen por taladro	bcm/tal	1,567.50	1,305.00	1,053.00	630.00	468.00	0.00
Toneladas Rotas por taladro	ton/tal	3,762.00	3,171.15	2,579.85	1,954.73	1,228.43	0.00
Densidad Explosivo Seco	ton/m <sup>3</sup>	1.28	1.28	1.28	1.28	1.15	1.28
Explosivos por taladro Seco	kg/tal	875.96	875.96	875.96	1,119.28	1,005.60	12.49
Factor de potencia	kg/ton	0.23	0.28	0.34	0.57	0.82	
Profundidad de Perforacion	m/tal	16.00	16.00	16.00	15.50	15.50	16.00

Fuente: Unidad Minera Las Bambas

Tabla 10: Agentes de voladura a emplear en la unidad minera las Bambas, resumen último semestre 2019 y cierre anual.

Consumibles	Unid.	Jul Y1 2019	Aug Y1 2019	Sep Y1 2019	Oct Y1 2019	Nov Y1 2019	Dec Y1 2019	Total Año 2019
<b>Agentes de Voladura</b>								
Nitrato de Amonio para Material Suave	t	186	249	309	328	334	388	2,970
Nitrato de Amonio para Material Medio	t	421	467	459	420	381	332	2,756
Nitrato de Amonio para Material Duro	t	393	562	569	516	509	465	7,333
Nitrato de Amonio para Material Mineral Skarn	t	195	365	421	278	357	377	3,607
Nitrato de Amonio para Material Mineral Pórfido	t	1,427	826	749	908	989	872	12,559
<b>Nitrato de Amonio - Producción</b>	<b>t</b>	<b>2,622</b>	<b>2,469</b>	<b>2,508</b>	<b>2,449</b>	<b>2,570</b>	<b>2,433</b>	<b>29,225</b>
Diesel para Material Suave	L	13,903	18,660	23,150	24,525	25,011	29,019	222,185
Diesel para Material Medio	L	31,507	34,910	34,362	31,425	28,485	24,799	206,141
Diesel para Material Duro	L	29,416	42,039	42,540	38,571	38,077	34,777	548,561
Diesel para Material Mineral Skarn	L	14,618	27,306	31,470	20,765	26,688	28,165	269,835
Diesel para Material Mineral Pórfido	L	106,731	61,788	56,061	67,892	74,001	65,219	939,472
<b>Diesel - Producción</b>	<b>L</b>	<b>196,175</b>	<b>184,702</b>	<b>187,583</b>	<b>183,178</b>	<b>192,262</b>	<b>181,979</b>	<b>2,186,195</b>
Emulsión para Material Suave	t	297	398	494	523	534	619	4,740
Emulsión para Material Medio	t	672	745	733	670	608	529	4,397
Emulsión para Material Duro	t	628	897	907	823	812	742	11,702
Emulsión para Material Mineral Skarn	t	312	582	671	443	569	601	5,756
Emulsión para Material Mineral Pórfido	t	2,277	1,318	1,196	1,448	1,579	1,391	20,041
<b>Emulsión - Producción</b>	<b>t</b>	<b>4,185</b>	<b>3,940</b>	<b>4,002</b>	<b>3,908</b>	<b>4,101</b>	<b>3,882</b>	<b>46,636</b>
ANFO para Material PreCorte	kg	114,879	117,236	123,744	131,877	151,114	122,021	1,489,495
Emulsión para Material PreCorte	kg	22,236	22,692	23,952	25,526	29,249	23,618	288,303

Tabla 11: Accesorios de voladura a emplear en la unidad minera las Bambas, resumen último semestre 2019 y cierre anual.

Consumibles	Unid.	Jul Y1 2019	Aug Y1 2019	Sep Y1 2019	Oct Y1 2019	Nov Y1 2019	Dec Y1 2019	Total Año 2019
<b>Blasting Accessories</b>								
Boosters	no	7,275	6,932	7,043	6,896	7,181	6,796	81,436
Detonadores no eléctricos	no	7,275	6,932	7,043	6,896	7,181	6,796	81,436
Retardos de superficie	no	727	693	704	690	718	680	8,144
Rollos de línea silenciosa Cja X 30	no	5,820	5,546	5,634	5,517	5,745	5,437	65,149
Detonadores electrónicos	no	7,275	6,932	7,043	6,896	7,181	6,796	81,436
Bolsas de Aire	no	1,843	2,174	2,334	2,271	2,171	2,184	17,385
21 Kg de Senatel	no	3,218	3,284	3,466	3,694	4,233	3,418	41,723
20 m Cordon Detonante	no	3,218	3,284	3,466	3,694	4,233	3,418	41,723

Tabla 12: Precio y costo de agentes de voladura se maneja el precio pactado del ultimo centrado – Las Bambas.

Consumibles	Unid.	Jul Y1 2019	Aug Y1 2019	Sep Y1 2019	Oct Y1 2019	Nov Y1 2019	Dec Y1 2019	Total Año 2019
<b>Precio</b>								
Nitrato	\$	440.58	440.58	440.58	440.58	440.58	440.58	436.24
Emulsión	\$	595.54	595.54	595.54	595.54	595.54	595.54	589.67
Powder Aluminium	\$	4,200.00	4,200.00	4,200.00	4,200.00	4,200.00	4,200.00	4,200.00
<b>Costo</b>								
Nitrato	\$	1,155,414	1,087,843	1,104,811	1,078,866	1,132,371	1,071,804	12,876,061
Emulsión	\$	2,492,213	2,346,462	2,383,061	2,327,098	2,442,507	2,311,866	27,773,483
	\$	<b>3,647,627</b>	<b>3,434,306</b>	<b>3,487,872</b>	<b>3,405,963</b>	<b>3,574,878</b>	<b>3,383,670</b>	<b>40,649,544</b>

Tabla 13: Precio y costo de accesorios de voladura se maneja el precio pactado del ultimo centrado – Las Bambas.

Consumibles	Unid.	Jul Y1 2019	Aug Y1 2019	Sep Y1 2019	Oct Y1 2019	Nov Y1 2019	Dec Y1 2019	Total Año 2019
<b>Precios</b>								
Boosters	\$	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Detonadores no eléctricos	\$	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16
Retardos de superficie	\$	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48	3.48
Rollos de linea silenciosa Cja X 30	\$	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
Detonadores electrónicos	\$	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00	23.00
Bolsas de Aire	\$	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
21 Kg de Senatel	\$	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
20 m Cordon Detonante	\$	20.84	20.84	20.84	20.84	20.84	20.84	20.84
<b>Costos</b>								
Boosters	\$	50,924	48,527	49,298	48,274	50,266	47,574	570,052
Detonadores no eléctricos	\$	44,813	42,704	43,382	42,481	44,234	41,865	501,646
Retardos de superficie	\$	2,532	2,412	2,451	2,400	2,499	2,365	28,340
Rollos de linea silenciosa Cja X 30	\$	1,513	1,442	1,465	1,434	1,494	1,414	16,939
Detonadores electrónicos	\$	167,321	159,445	161,979	158,615	165,158	156,316	1,873,027
Bolsas de Aire	\$	16,588	19,568	21,008	20,438	19,542	19,659	156,463
21 Kg de Senatel	\$	8,721	8,899	9,393	10,011	11,471	9,263	113,068
20 m Cordon Detonante	\$	67,061	68,437	72,236	76,984	88,214	71,230	869,498
	\$	359,473	351,435	361,212	360,638	382,877	349,686	4,129,033

Tabla 14: Resumen de Costo de agentes y accesorios de voladura – U.M. Las Bambas.

COSTO TOTAL	Unid.	Jul Y1 2019	Aug Y1 2019	Sep Y1 2019	Oct Y1 2019	Nov Y1 2019	Dec Y1 2019	Total Año 2019
Total de Taladros	no	10,493	10,216	10,509	10,590	11,414	10,214	123,159
Costo de Agentes de voladura	\$	3,647,627	3,434,306	3,487,872	3,405,963	3,574,878	3,383,670	40,649,544
Costo De accesorios de voladura	\$	359,473	351,435	361,212	360,638	382,877	349,686	4,129,033
<b>Costo Total de Agentes + Accesorios de voladura</b>		<b>4,007,100</b>	<b>3,785,741</b>	<b>3,849,084</b>	<b>3,766,601</b>	<b>3,957,754</b>	<b>3,733,357</b>	<b>44,778,577</b>

### Diseño de carga.

Se procede a esquematizar lo indicado Tabla 8. Diseño de perforación y Voladura.

Figura 17: Perfil de carguío de proyecto de la Fase 2B 3765 3765\_220-221 – Taladros de Producción.

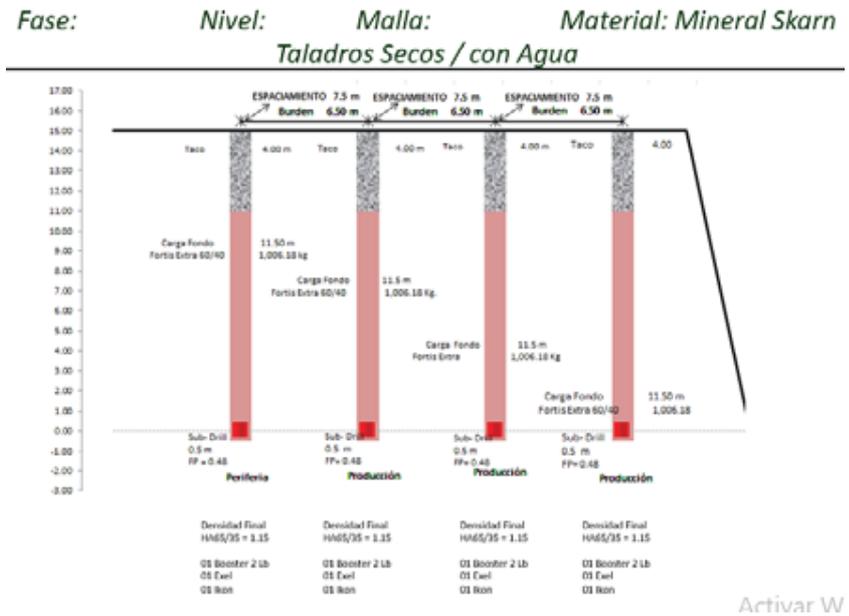
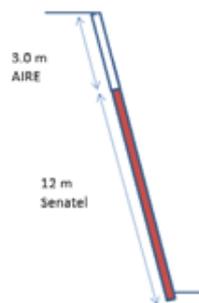


Figura 18: Perfil de carguío de proyecto de la Fase 2B 3765 3765\_220-221 – Taladros de Precorte.

**Fase:** 2B Nivel: 3765 Malla: 205 Tipo: Precorte  
**Taladros Secos / con Agua**

Banco Simple



Activar Wi

Tabla 15: datos de disparo Proy. Fase 2B 3765 3765\_220-221.

Datos de Disparo	
Disparo	FASE 2B 3765_220-221
Diámetro (Pulg.)	12 1/4"
Malla	Producción
Burden(m)	5.2
Espaciamiento(m)	6
Cantidad de taladros cargados	310
Taladros con 01 i-kon III	0
Taladros con 02 i-kon III	0
Taladros secundarios	0
i-kon III para precorte	16
i-kon III para tal. criticos	32
caída de i-kon III	0
i-kon III Programados	357
Detonador No Reply	0
Cantidad de Back Up	1
Consumo de i-kon III	358
Tiempo de retardo (ms)	19 ms

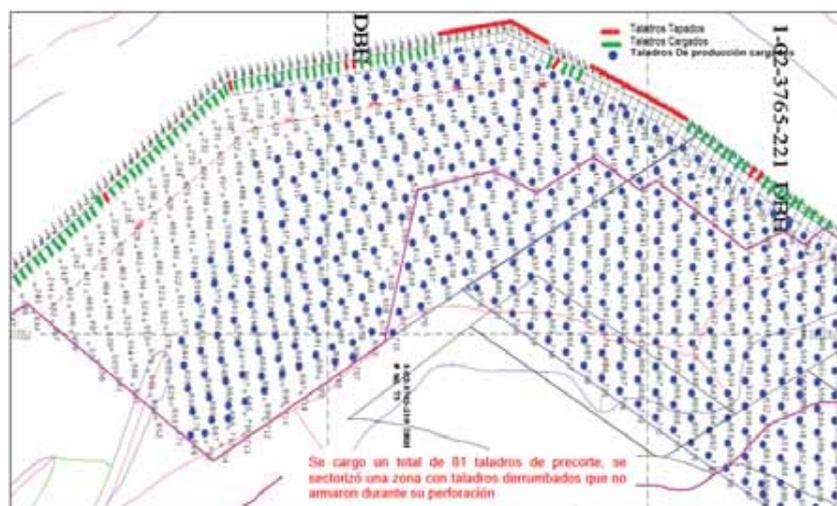


Figura 19: Levantamiento de taladros FASE 2B 3765\_precorte.



Figura 20: Diseño de voladuraFASE 2B 3765\_220-221, sin considerar taladros de recorte.

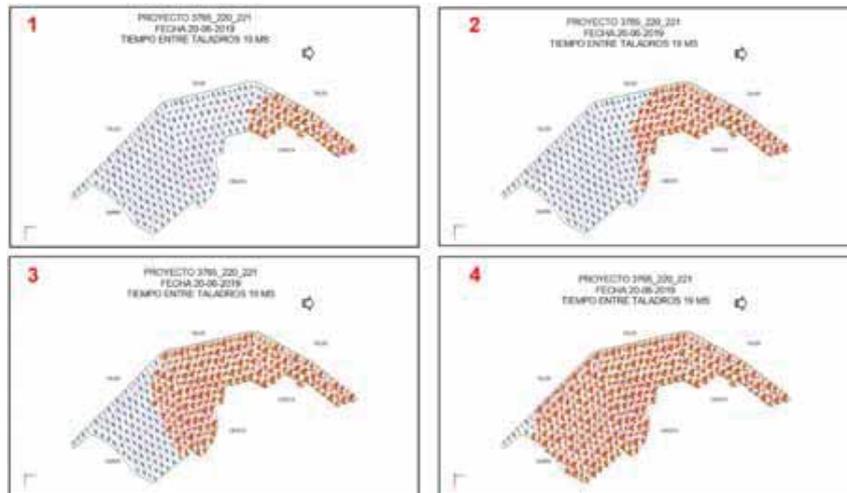


Figura 21: secuencia de salida FASE 2B 3765\_220-221.

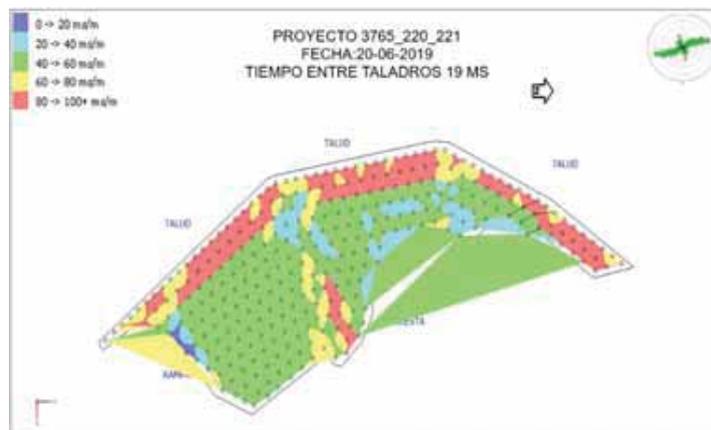


Figura 22: Burden relief FASE 2B 3765\_220-221.



Figura 23: Instantánea PRE-VOLADURA Fase 2B 3765\_220-221.

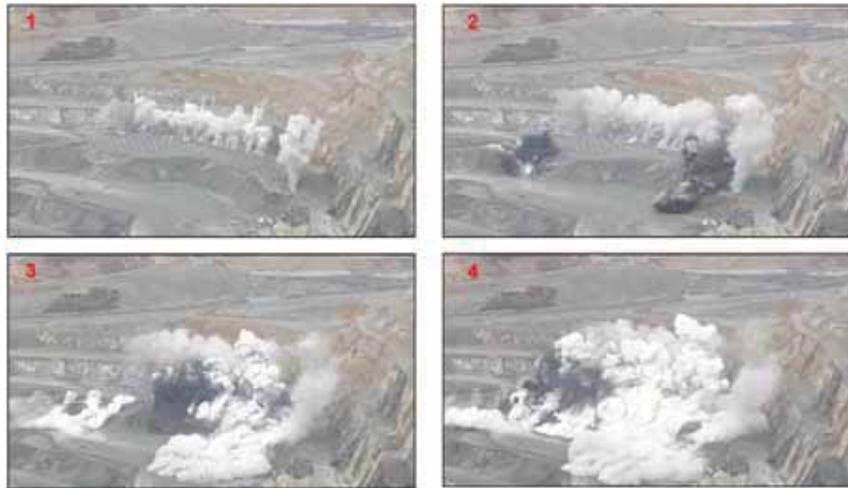


Figura 24: Instantánea secuencia de salida.



Figura 25: Instantánea POST-VOLADURA Fase 2B 3765\_220-221.

### 3.4.2.3. Carguío

El carguío consiste en recoger el material tronado, mediante un equipo de carguío, desde el frente de minado para depositarlo en un equipo de acarreo que llevara el material a un determinado destino, ya sea planta, botadero o stock pile. (Maruri Meza , 2016, pág. 39)

“Es la tercera actividad unitaria en el proceso minero, alternativamente los equipos de carguío pueden depositar directamente el material removido en un punto previamente definido.” (Maruri Meza , 2016, pág. 39)

#### 3.4.2.3.1. Tipo Carguío

Los equipos de cargue más utilizados en una mina a cielo abierto se pueden dividir en dos grandes grupos. (Chavez Chugnas, 2015, pág. 3)

##### **Estáticos.**

Equipos que utilizan como medio de tracción orugas y que por consiguiente permanecen largos periodos de tiempo en un mismo sitio.

Entre estos equipos tenemos. (Chavez Chugnas, 2015, pág. 4)

- Excavadoras
- Palas frontales
- Palas eléctricas

##### **Movimiento.**

Equipos que poseen ruedas para su traslación. En este tipo de equipos su ciclo de cargue es más desarrollado por cuanto que tiene que hacer varios movimientos, para poder llenar un cucharón de material en equipo de acarreo, en este tipo de equipo pertenecen los cargadores.

(Chavez Chugnas, 2015, pág. 4)

#### 3.4.2.3.2. Métodos de carguío

Existen varios métodos de cargue, los más usados en minería son:

##### **Carguío doble:**

en este método los camiones se ubican a ambos lados de la máquina, y el equipo de cargue va realizando alternadamente la operación, con este método se consigue mayor productividad y rendimiento, pero se requiere una gran destreza y conocimiento de los operadores. (Chavez Chugnas, 2015, pág. 4)

##### **Carguío sencillo:**

cuando el sitio de cargue se hace difícil por las condiciones del terreno o por el espacio reducido es necesario hacer un carguío sencillo. En este método el equipo de acarreo solo se ubica por uno de los lados del equipo de cargue, preferente por el lado visible de este. El inconveniente de este método es que baja la productividad del equipo de carguío. (Chavez Chugnas, 2015, pág. 4)

#### 3.4.2.4. Acarreo

El acarreo es la cuarta actividad unitaria en la cadena de producción de una mina a tajo abierto y consiste en trasladar los diferentes materiales cargados hasta su destino final: a la planta de chancado, en el caso de los minerales y, a los botaderos, en el caso de los estériles o lastres. Esta fase es fundamental en la operación de la mina junto al carguío. Tiene la mayor repercusión económica sobre el ciclo de explotación, ya que depende de la envergadura de la operación, pudiendo representar. (Maruri Meza , 2016, pág. 44)

De los sistemas de transporte más utilizados tenemos:

- Camión Minero

- Camión Articulado
- Banda transportadora/ faja Transportadora
- Trenes
- Cable aéreo

### **Camión Minero:**

El camión corresponde a la unidad de transporte más comúnmente utilizada en explotación de minas. Los camiones mineros están especialmente diseñados para acarrear tonelajes mayores, además poseen características de diseño especiales para su utilización en minería. Pueden acarrear sobre 360 toneladas de material en cada ciclo, lo que genera un bajo costo de operación. Estos camiones poseen motores diésel de gran potencia y tienen capacidades que van desde las 35 ton a más de 360 ton. Alcanzan velocidades de desplazamiento sobre 50 km/h. (Chavez Chugnas, 2015, pág. 5)

### **Camión articulado:**

Usados principalmente para canteras y minerales industriales, requieren de una alta inversión comparada con camiones tolva convencional. Consiste en una tolva unida por un sistema de articulación a la cabina del camión, esto le permite el movimiento en espacios más reducidos en comparación a un camión minero. (Chavez Chugnas, 2015, pág. 5)

### **Tren:**

Se entiende por esto al conjunto formado por una locomotora (la unidad de potencia que genera el movimiento) y una serie de vagones de mina que transportan el material. La locomotora puede ser a batería o utilizar un motor diésel. La ventaja de la primera es que no emite gases que requieran un aumento en la demanda por ventilación. Los carros del convoy pueden tener

capacidades entre 1.0 y 8.0 yd<sup>3</sup> aproximadamente. Éstos pueden descargar de manera frontal, lateral o por el fondo. (Chavez Chugnas, 2015, pág. 6)

#### **Cinta transportadora:**

“Las cintas transportadoras permiten el traslado de material fragmentado y pueden ser utilizadas en la mina (resulta muy común encontrarlas en las plantas de procesamiento, una vez que el material ha sido reducido de tamaño).” (Chavez Chugnas, 2015, pág. 6)

Una de las ventajas de este sistema es que se pueden transportar materiales a grandes distancias (10-13Km) pero su desventaja es su limitada capacidad cuando los bloques a trasladar son muy grandes, aunque el avance de la tecnología, ha creado la posibilidad de tener trituradoras, móviles en los sitios de explotación con el fin de disminuir el diámetro de las rocas y de esta manera pueden ser transportadas con este sistema. (Chavez Chugnas, 2015)

#### 3.4.2.5. Servicios Auxiliares

La flota de equipos auxiliares utilizada en la U.M. las bombas cumplen una función muy importante en la operación minera, ya que estos equipos son los que eliminan los factores subestándares de la operación.

#### **Rodillo (RV)**

La función principal es el de compactar las vías de acarreo u otras zonas, una vez estas estén debidamente lastradas, este trabajo ayuda para el cuidado de las llantas de los equipos que transiten por la zona principalmente de los equipos de acarreo debido a que el costo de estos neumáticos representa costos muy elevados. (Gómez Gómez, 2017, pág. 83)

#### **Motoniveladora (GR)**

Son equipos de vital importancia para mantener las vías en buen estado. La cuchara rectangular que posee en la parte delantera para remover lodo o piedras en el camino y las uñas posteriores para escarificar las vías en mal estado son las dos herramientas principales que posee para nivelar el terreno. Con ello mantener uniformidad en rasante de la vía con lo que influimos directamente en la mantención de una velocidad constante y apropiada dependiendo de la pendiente de la vía de tránsito. (Gómez Gómez, 2017)

#### **Cisterna de agua (WT)**

Son camiones Komatsu HD 1500 que son modificadas en temporalmente en estaciones secas a cisternas, al extraerles las tolvas y colocarle en vez de estas unos tanques de agua. El uso de estas cisternas principalmente para mantener un entono de trabajo libre de polvo y caso ocasional en alguna emergencia de amago de incendio. (Gómez Gómez, 2017, pág. 86)

#### **Camabaja (LB)**

Es un camión Komatsu 930-E que fue transformado en camabaja al extraerle la tolva y colocarle una plataforma para movilizar equipos gigantes como las palas o excavadoras según requerimientos. A su vez existen camabajas pequeñas pero que son manejadas por el área de mantenimiento mina estos de uso único para dar soporte en los talleres.

#### **Tractor de ruedas (RT)**

Equipo auxiliar usado básicamente para trabajar en el piso de las palas para acumular el material chorreado de estas al cargar, adicionalmente es una herramienta muy útil en el mantenimiento de las vías en condiciones operativas caso de limpieza de material producto de derrame de los camiones de acarreo. (Gómez Gómez, 2017, pág. 87)

### **Tractor de orugas (DZ)**

Equipo que tiene prácticamente las mismas funciones que los tractores de rueda pero que posee menos movilidad y mayor fuerza de trabajo, ya que es utilizado zonas de difícil acceso, alta pendiente y relieve accidentado, extendido de material para vías, habilitación de cunetas. (Gómez Gómez, 2017, pág. 89)

### **Excavadora (EX)**

Equipo empleado para la habilitación de sistemas de drenaje como canales, alcantarillas y pozas; corte Limite de los frentes de minado, perfilado

### **Cargador Frontal Pequeño (LD)**

Se cuenta con equipos de varias dimensiones cada una de las cuales cumple funciones de acuerdo a sus capacidades entre ellas, Carguío de material lastre para vías, grava para voladura, limpieza de lodos o material excedente de las vías, habilitación de muros de seguridad.

### **Camión Grúa (CT)**

Equipo empleado en los izajes de generadores, grupos electrógenos, alcantarillas, tuberías HDPE, Bombas sumergibles, montaje y desmontaje de árbol de descarga de los pozos de dewatering, contenedores, etc.

### **Retroexcavadora(BE)**

Equipo versátil principalmente empleado en la limpieza de rocas producto de derrames de camión en las vías de acarreo, con la finalidad de mantener un tránsito sin interferencias.

## CAPÍTULO IV

### MARCO TEORICO

#### 4.1. Antecedentes de la investigación.

##### 4.1.1. Antecedente local – Nacional

- “Productividad en el ciclo de carguío y acarreo en el tajo Chaquicocha bajo clima severo – Minera Yanacocha”, Tesis de la Universidad Nacional De Ingeniería; Elaborado por ANTHONY DENNIS SALDAÑA TUMBAY (2013), Cuyo objetivo es sustentar y presentar la metodología usada para lograr que los factores perjudiciales en la productividad de carguío y acarreo bajo clima severo se vean aplacados o en su defecto disminuidos tomando en cuenta los factores de seguridad en la operación, finalmente concluye indicando que la productividad en MYSRL. es muy importante en los objetivos diarios de la empresa, pero sobre ello también están enfocados en el clima laboral del personal.
- “Mejoramiento continuo en la gestión del ciclo de acarreo de camiones en minería a tajo abierto en Antamina, Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, Yanacocha, Alto Chicama, Las Bambas, Cerro Corona, Antapacay Y Pucamarca”; Tesis universidad nacional de ingeniería (lima-2015), Elaborado por ing. Gerardo William Mauricio Quiquia, El objetivo de esta tesis es reducir los tiempos muertos de la flota de los camiones gigantes para así tener una mejor productividad de las mismas y por ende un mejor performance. Minimizando los tiempos muertos de los camiones de acarreo se podrá obtener una utilización alta y por ende una productividad aceptable en base al costo del equipo, Finalmente Mauricio concluye y detalla la importancia que tiene el sistema de despacho (Dispatch) en la

gestión de flota, de esta forma este sistema apoya menormente a la gestión de equipos en la operación con la finalidad de optimizar los tiempos.

- “Influencia del mantenimiento de vías sobre la productividad del proceso de acarreo en el minado del tajo pampa verde, minera la zanja - Cajamarca.”; Tesis universidad nacional de Trujillo, Elaborado por Marinovich Azabache, Frano Antun (Trujillo 2016), Cuyo objetivo es reconocer la influencia del mantenimiento de vías sobre la productividad del proceso de acarreo en el minado del tajo pampa verde de minera la Zanja, Llegando a la conclusión producto de haber realizado una campaña de mejoramiento de vías principales de acarreo de tener una vía de acarreo en buenas condiciones es de vital importancia para el acarreo de material, elevando la productividad del acarreo de mineral hasta en un 15.7% para el mineral y en un 37% para el caso del desmonte, de acuerdo a lo presentado en este estudio, cobrando mayor importancia cuando el ciclo de acarreo es de corta duración.

#### 4.1.2. Antecedente Internacional

- Roger J Thompson profesor de la Escuela de Ingeniería de Minas en la Western Australian School of Mines de Curtin University, en su libro " El Diseño, Construcción Y Mantenimiento De Los Caminos De La Mina", indica que, En sistemas de transporte basados en camiones, la red de caminos de una mina es un componente crítico y vital dentro del proceso de producción. Por lo tanto, un camino con bajo rendimiento impactará inmediatamente la productividad y los costos de producción en una mina. La seguridad de las operaciones, la productividad y extensión del ciclo de

vida de los equipos y componentes son todos dependientes de caminos de transporte bien diseñados, bien construidos y bien mantenidos.

- “Simulación del sistema de carguío y transporte mina Chuquicamata”, Tesis de la Universidad de Chile para optar al grado de magister en minería (Santiago de Chile, Abril 2012); Elaborado por Juan Luis Yarmuch Guzmán, El objetivo de la tesis es Modelar y simular el sistema de carguío, transporte y chancado de la mina Chuquicamata, mediante la simulación dinámica de eventos discretos, como conclusión de este trabajo plantea dos metodologías para abordar el problema de confiabilidad y productividad de los sistemas de carguío, transporte y chancado en minería, Finalmente para el caso del sistema de transporte en minería a cielo abierto se vislumbra un potencial del uso de la simulación de eventos discretos para problemas relacionados con el corto plazo, donde por lo general el detalle impacta de mayor manera en los resultados. Por otra parte, para problemas relacionados con el largo plazo y siempre que se puedan emplear, se recomienda ahondar en la aplicación de modelos analíticos.

#### 4.2. Bases Teóricas y Conceptuales

Para el desarrollo de la investigación es necesario describir los distintos fundamentos relacionados al problema investigado, esto proporcionara una visión amplia de los conceptos utilizados y de esta manera realizar una mejor interpretación del tema de estudio.

#### 4.2.1. Vías de Acarreo

“La vía es una faja de terreno con un plano de rodadura especialmente dispuesto para el tránsito adecuado de vehículos y está destinado a comunicar entre si los frentes de extracción con las chancadoras, botaderos y stock pile.” (Mauricio Quiquia, 2015, pág. 50)

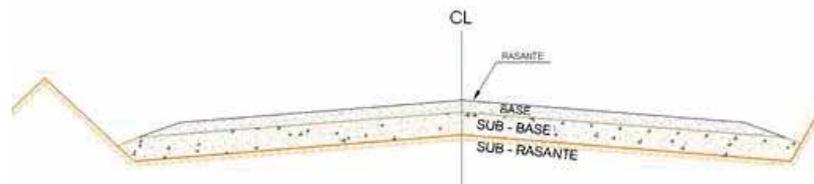


Figura 26: Vía de acarreo.

Estas vías se clasifican de acuerdo con el servicio que brinda, vida útil y Ubicación.

#### **Clasificación por servicio que brindan:**

- **Vía de acarreo:** Esta es utilizada para el desplazamiento de los equipos de pesados (Gigantes)
- **Vía Auxiliar:** Esta vía es empleada para el tránsito de equipo mediano o liviano.

#### **Clasificación por la vida útil:**

- **Clase A:** Denominadas de esta forma a las vías permanentes.
- **Clase B:** Esta denominación es para las vías Temporales y/o operativas

#### **Clasificación de acuerdo a la Ubicación:**

##### a) Vías Construidas Dentro del Tajo “Inside Pit

Estas vías son las que están o serán construidas dentro de la huella del tajo, razón por la cual con la finalidad de obtener mayor recuperación de mineral se opta por ajustar los anchos mínimos con la normativa peruana, parámetros de seguridad y estándares propios de la mina.

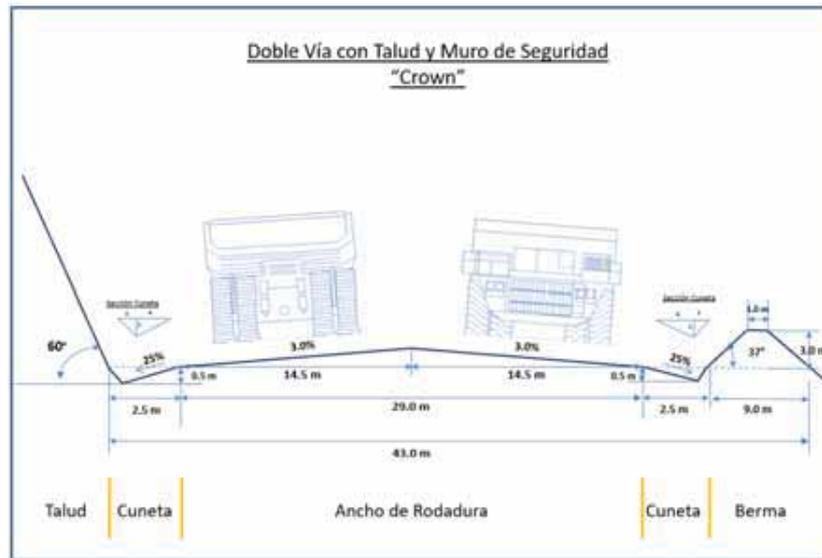


Figura 27: Vía doble carril dentro de tajo con talud y muro de seguridad.

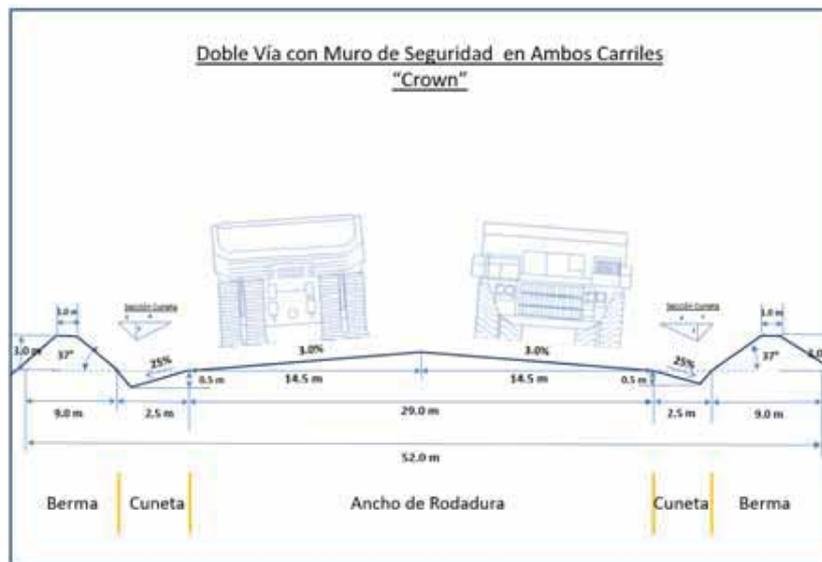


Figura 28: Vía doble carril dentro de tajo con muro de seguridad a ambos lados de la vía.

b) Vías Construidas Fuera del Tajo "Outside Pit"

Esta vía se encuentra fuera de los límites del tajo, su diseño y construcción no afecta la recuperación de minerales razón por la cual se le puede adicionar metros más al ancho de vía, con lo cual se gana ancho de rodadura y para incrementar la sección de la cuneta.

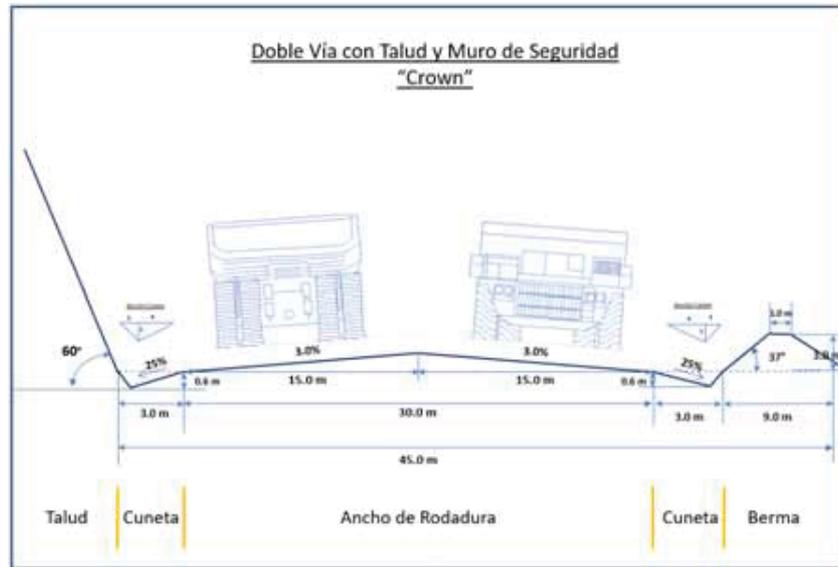


Figura 29: Vía doble carril fuera de tajo con talud y muro de seguridad.

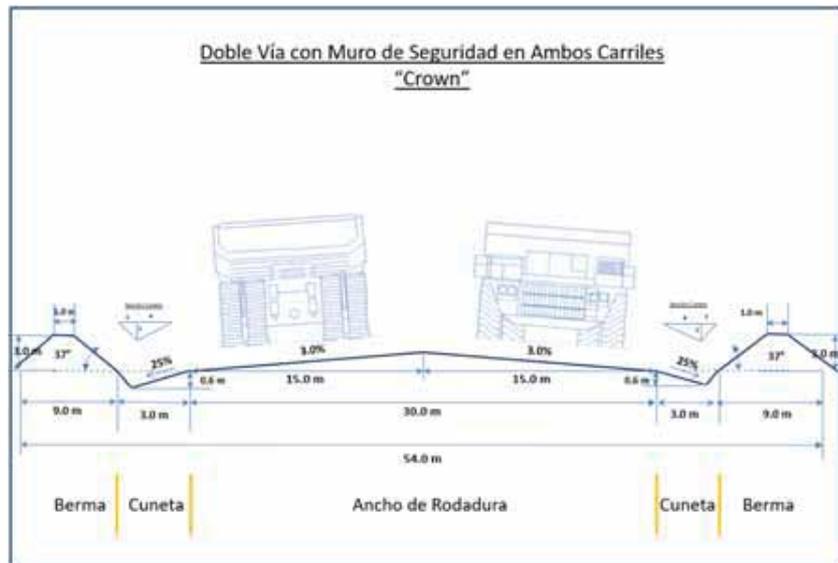


Figura 30: Vía doble carril fuera de tajo con muro de seguridad a ambos de la vía.

#### 4.2.1.1. Vías de Acarreo Estándar

Según el diseño de vías de acarreo sobre el cual se basa la mina, estas deben tener un ancho operativo mínimo de tres veces el ancho del equipo de acarreo más grande sin considerar cunetas y muros para encontrarse en condiciones

estándar que permita el libre tránsito de 2 volquetes en simultáneo en sentidos contrarios. Lo mismo ocurre con los muros de seguridad que siempre deben tener la altura mínima de las  $\frac{3}{4}$  partes de la altura del neumático del equipo más grande que circula por la vía. (Marinovich Azabache , 2016, pág. 6)

La capa de rodadura de la vía debe permanecer uniforme, sin presencia de deformaciones, empozamientos o cualquier otro elemento que no asegure un tránsito continuo. Las cunetas deben permanecer limpias, libres de material saturado, de tal manera que se logre una buena circulación de las aguas de escorrentía que puedan presentarse en la vía. (Marinovich Azabache , 2016)

#### 4.2.1.2. Vías de Acarreo Subestándar

Una vía de acarreo se vuelve subestándar luego de perder sus características de diseño originales o luego de perder su transitabilidad, lo que genera retrasos en el proceso productivo y genera condiciones que, de no ser solucionadas a tiempo, pueden ser causales de un potencial accidente o incidente. Generalmente, la combinación de precipitaciones sobre las vías de acarreo y un mantenimiento extemporáneo son causa de su deformación y sub-estandarización. (Marinovich Azabache , 2016, pág. 6)

##### a. Vías de acarreo con empozamientos de agua

Los empozamientos de agua en las vías de acarreo son producto de la tracción de los neumáticos de los equipos de acarreo sobre el terreno, que deja huellas que se van haciendo cada vez más pronunciadas sobre la capa de rodadura de la vía en época de lluvia. Son producto también de un mal lastrado con material no adecuado, el cual se satura al entrar en contacto con el agua, y en vez de lograr

una vía compactada solo logra tapar un desnivel aparente y momentáneamente. Son un riesgo potencial para el daño de neumáticos, ya que el operador al no poder apreciar lo que se encuentra por debajo del empozamiento y asumir el riesgo de pasar y seguir con su camino por sobre él, podría encontrarse con una piedra puntiaguda o cualquier otro objeto que cause el daño en neumático. (Marinovich Azabache , 2016, págs. 6-7)

b. Vías encalaminadas

Son vías cuya capa de rodadura presenta rugosidades con el aspecto de una calamina, las cuales provocan que el desplazamiento del equipo de acarreo sobre la vía sea brusco presente pequeñas variaciones y no conserve una continuidad en cuanto a velocidades. (Marinovich Azabache , 2016, pág. 7)

c. Vías de acarreo con ancho operativo y muros de seguridad subestándar

Son todas las vías que no cumplen con lo requerido en la descripción de vía de acarreo estándar. El ancho operativo puede reducirse por la acumulación de rebaba originada por las precipitaciones y el tránsito continuo, o también por deslizamientos y/o desprendimientos de material de los taludes cercanos a las vías. Los muros de seguridad pueden reducirse producto de las precipitaciones, al estar conformados por material inadecuado. Una mala supervisión en el control de los anchos operativos y de los muros de seguridad sin altura estándar puede provocar incidentes y accidentes desde

rozaduras hasta volquetes que caen de un nivel a otro. (Marinovich Azabache , 2016, pág. 7)

d. Vías resbalosas

Este tipo de vías subestándar son generadas por las precipitaciones propias del clima severo inherente a la ubicación geográfica de las operaciones. Al caer una llovizna sobre la vía, las partículas de agua entran en contacto con el polvo presente en ellas formando una película que dificulta la tracción en los neumáticos de los equipos, haciéndolos patinar o resbalar. Generalmente se requiere la acción de cisternas de agua o motoniveladoras para eliminar esta condición de las vías. (Marinovich Azabache , 2016, págs. 7-8)

4.2.2. Parámetros de diseño Geométrico de vías mineras

4.2.2.1. Ancho de vía

El criterio del ancho para los carriles de circulación en un tramo recto de camino debe basarse en el tamaño del vehículo más ancho que utilizará habitualmente dicho camino. Se trata habitualmente de los camiones de acarreo. Un diseño que asigne un ancho menor que esta medida generará un peligro para la seguridad debido a la falta de despeje con el tráfico en sentido inverso. Los carriles angostos generan un ambiente incómodo de conducción, resultando en una menor velocidad de tráfico, lo que afecta la tasa de acarreo y la productividad de la mina.

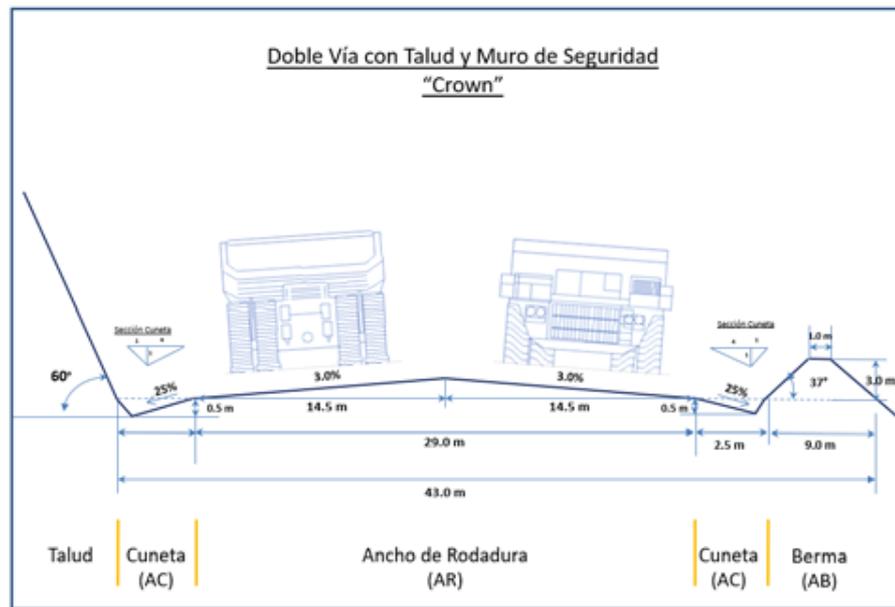


Figura 31: Ancho de vía entro de tajo (43mts)

Siendo:

$$\text{Ancho de Rodadura (AR)} = \text{Factor de ancho} \times \text{ancho de camion mas Grande}$$

Tabla 16: Dimensión de la vía de acarrazó

Ancho de camion mas grande	Numero de carriles	Factor x ancho de camión	Ancho de via (m)
9.76	1	2 x 9.76	20
9.76	2	3 x 9.76	29
9.76	3	5 x 9.76	49
9.76	4	6 x 976	59

En tramos con curvas del camino o en tramos donde el volumen del tráfico es alto, se debe aumentar el ancho de la calzada para brindar separación adicional entre el tráfico en sentido inverso en hasta medio ancho adicional del vehículo más ancho.

#### 4.2.2.2. Pendiente Longitudinal

Magnitud que indica la inclinación de la superficie de una carretera con relación a la horizontal. Denominando al valor del ángulo que forman el plano de la carretera y el horizontal, es: pendiente = . En las señalizaciones

se suele indicar la pendiente como un porcentaje que expresa el desnivel en metros que existe en un tramo de carretera cuya proyección sobre la horizontal es de 100 m. Dicho valor corresponde a la tangente trigonométrica del ángulo que forman el plano de la carretera y el plano horizontal.

$$Pendiente (\%) = Tan(\alpha)$$

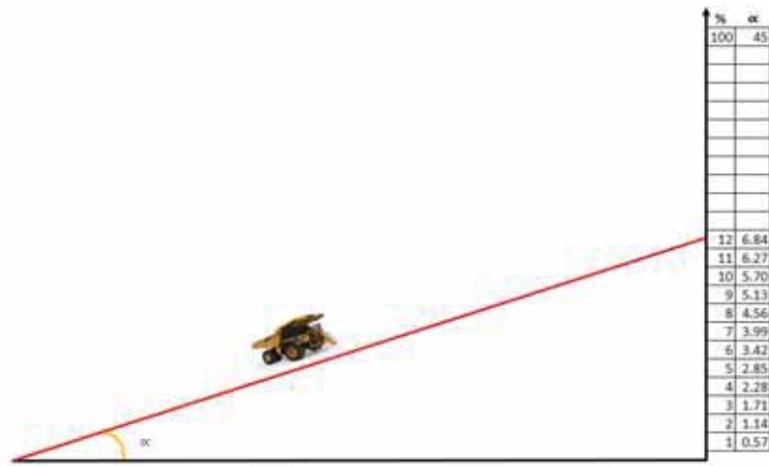


Figura 32: 4.2.2.2. Pendiente Longitudinal.

#### 4.2.2.3. Pendiente Trasversal

El drenaje del agua de la superficie de la calzada es de vital importancia para reducir el riesgo de derrape de los vehículos en pendientes y al tomar curvas. También es muy importante para ayudar a protegerse contra los daños y fallas debido al ingreso de agua. Los caminos no sellados, tales como aquellos existentes en una mina, son particularmente vulnerables a daños debido al ingreso de agua a las capas de la calzada debajo de la superficie, tanto por agua de tormenta como agua subterránea interceptada. La protección más efectiva contra el agua de tormenta es asegurarse que la superficie tenga una buena pendiente transversal, habitualmente desde la corona central con caída hacia los bordes del camino, lo que permite que el

agua circule libremente desde la superficie del camino hacia cunetas superiores correctamente construidas. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 14)



Figura 33: 4.2.2.3. Pendiente Transversal.

#### 4.2.2.4. Traza del camino

La geometría, disposición y características de diseño del camino de acarreo se ven particularmente afectadas por la topografía, los requisitos operativos de la mina, el período de uso del camino y los límites económicos para la excavación del camino. Los dos elementos básicos de cualquier diseño de camino de acarreo son la traza vertical y la horizontal. La manera en que se combinan estos elementos determinará todos los aspectos de la operación en el camino de acarreo minero. A continuación, aparecen importantes consideraciones para evaluar la traza horizontal y vertical de cualquier opción de diseño de caminos. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 16)

- ancho del camino, que debe ser el adecuado para el tipo y volumen del vehículo, incluyendo los adecuados tramos de cruce.
- curvas con línea de visión directa alrededor (horizontal) y por encima (vertical) de la curva, tanto para los conductores / operadores de vehículos livianos como pesados.
- distancias de frenado, las que varían según el tipo de vehículo liviano o pesado que opera en la red
- radio de curva que sea tan grande como sea posible / factible / económico

- intersecciones que sean claras y de fácil navegación y ofrezcan claras líneas de visión al tráfico que se acerca
- gradientes longitudinales que sean tan bajas como sea posible / factible y se ajusten a los parámetros operativos de los vehículos
- superficies de camino que tengan buena pendiente y transición pareja entre caminos laterales, rampas, líneas de avance, etc.
- adecuado drenaje para proteger la calzada del camino - drenajes laterales, alcantarillas de cruce, etc.
- capacidad a futuro con previsiones para actualizaciones que cumplan con el crecimiento de las operaciones.

#### 4.2.2.4.1. Trazado Horizontal

La traza horizontal durante el diseño y construcción de caminos de acarreo trabaja inicialmente con los elementos necesarios para la operación segura de los vehículos al tomar curvas. Un buen diseño horizontal de una curva debe considerar. (McTiernan & Elazar, 2016)

- visibilidad
- peralte
- ancho de la calzada (y ensanche en curvas)
- radio de giro de los vehículos considerados en el diseño

#### **Visibilidad**

Garantizar que los conductores / operadores tienen una adecuada visibilidad es fundamental para el desempeño seguro en los caminos de acarreo de la mina; esto indica la distancia a la que el conductor / operador pueden ver hacia adelante en un camino. Esto es

particularmente importante al acercarse a curvas horizontales, cimas verticales e intersecciones. (McTiernan & Elazar, 2016)

Se aplica la ecuación para calcular distancias de detención utilizando la Ecuación:

$$\text{Visibilidad de frenado (m)} = \frac{R_t V}{3.6} + \left( \frac{V^2}{254(d + 0.01g)} \right)$$

donde:

$V$  = velocidad del vehículo (kph)

$R_t$  = reacción del conductor / operador y tiempo de accionamiento del freno (generalmente 2 Segundos)

$d$  = pendiente del camino (en grados) pendiente negativa para bajada, pendiente positiva para subida

$g$  = coeficiente de fricción entre el neumático (habitualmente entre 0,3 y 0,45 para caminos no sellados)

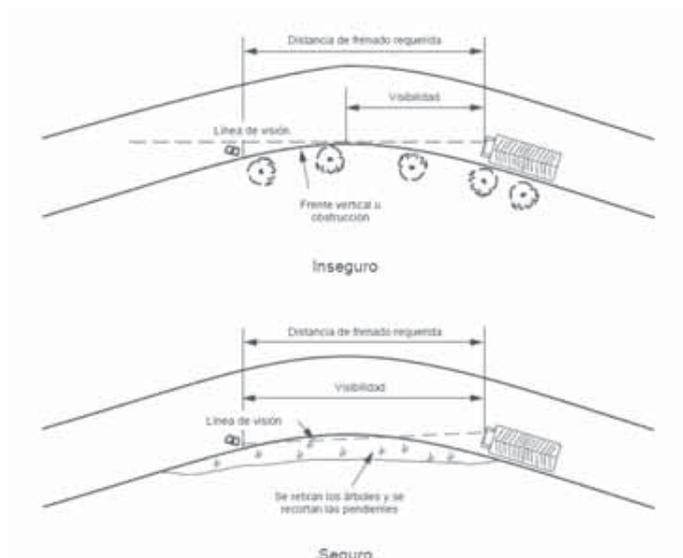


Figura 34: Requisitos de visibilidad alrededor de una curva horizontal.

Fuente: Giummarra (2009).

## Peralte

El peralte (también denominado comba) es la inclinación de un camino que le ayuda a un vehículo a transitar una curva a una determinada velocidad. Lo hace contrarrestando la fuerza centrípeta generada a medida que el vehículo transita a través de la curva. El efecto del peralte le ayuda al conductor a mantener la velocidad y el control de su vehículo y reduce las fuerzas laterales que se ejercen sobre las ruedas del camión. Reducir las fuerzas laterales puede ayudar a mantener el buen estado y longevidad reduciendo el desgaste del neumático y la separación de las capas. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 20)

Tabla 17: Peralte sugerido (n) según el radio de la curva / velocidad del camión.

Radio de curva (m)	Velocidad del vehículo (kph)						
	15	20	24	32	40	48	>56
15 <sup>1</sup>	4%	6%	6%				
30	4%	5%	6%				
45	4%	5%	6%	6%	6%		
75	4%	4%	4%	4%	4%	6%	
90	4%	4%	4%	4%	4%	5%	6%
180	4%	4%	4%	4%	4%	5%	6%
300	4%	4%	4%	4%	4%	5%	6%
400	4%	4%	4%	4%	4%	5%	5%
500	4%	4%	4%	4%	4%	5%	5%

1 – Este radio representa el radio mínimo de giro de un Komatsu 930E y debe reservarse para intersecciones, líneas de partida o áreas de giro donde las velocidades de giro son bajas y no se requiere de peraltes

Fuente: Adaptado de Tannant y Regensburg (2001 citando a Kaufman y Ault (1977)) y Thompson (2015).

$$\text{Longitud de desarrollo del peralte } L_d \text{ (m)} = V \frac{(n_1 - n_2)}{12.6}$$

donde:

$V$  = velocidad del vehículo (kph)

$n_1$  = pendiente transversal normal (+%)

$n_2$  = pendiente transversal con peralte completo (-%)

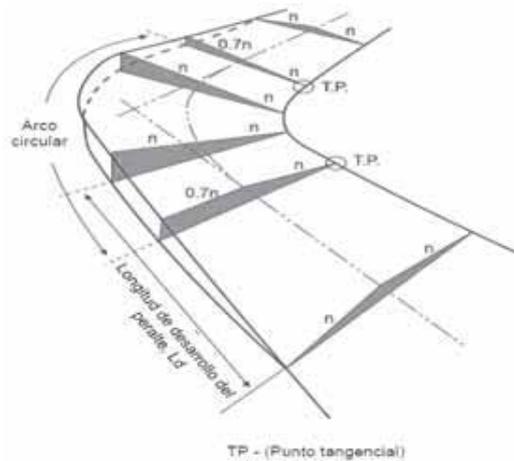


Figura 35: Peralte de curvas de caminos de acarreo minero.

Fuente: Giummarra (2009).

### **Radio de giro y Sección de la vía en curva**

Las curvas horizontales deben tener el radio máximo admisible conforme a las restricciones del terreno. Las curvas de radio amplio les permiten a los camiones de acarreo mantener su velocidad operativa y reducen el desgaste de los neumáticos. Debido a la dificultad que tienen los conductores para mantener una línea consistente al tomar una curva, se debe aplicar un ensanche para garantizar que se mantenga suficiente separación entre los

vehículos. Este ensanche se aplica a curvas con o sin peralte y pueden determinarse basándose en el método ilustrado en la Figura 35, o agregando otro 0,5 veces el ancho del vehículo más ancho que utilice esta sección con curva del camino. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 22)

La distribución del ensanche debe tener una transición entre los puntos de la tangente de la curva tal como se muestra en la Figura 36.

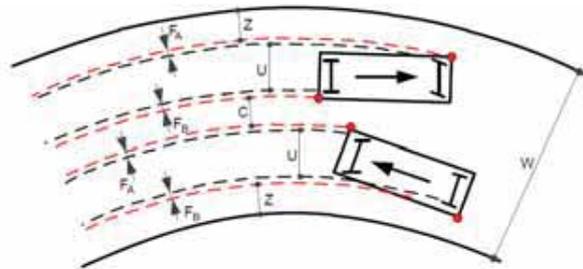


Figura 36: Cálculo del ensanche alrededor de curvas.

Fuente: Adaptado de Kaufman y Ault (2001) citando a Monenco (1989).

$$\text{Ancho de la calzada } W \text{ (m)} = 2(U + F_A + F_B + Z) + C$$

$$\text{Despeje lateral total } C \text{ (m)} = Z = (U + F_A + F_B)/2$$

donde:

$U$  = ancho de la vía (entre centros de ruedas) (m)

$F_A$  = ancho desde el saliente delantero (m)

$F_B$  = ancho desde el saliente trasero (m)

$C$  = despeje lateral total

$Z$  = margen adicional de ancho debido a las dificultades de transitar por curvas (m)

Figura 37: Distribución del ensanche alrededor de una curva

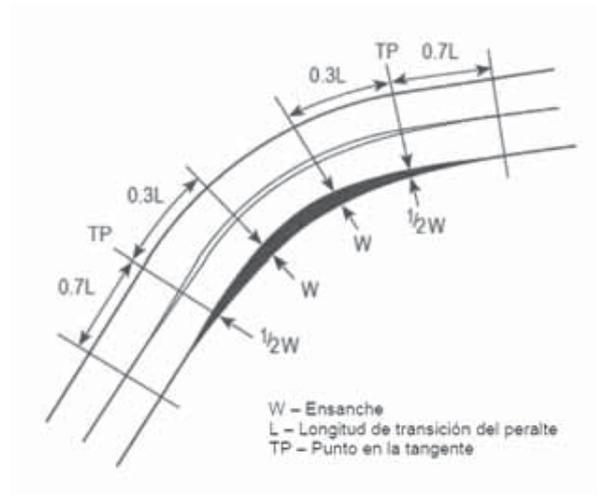


Figura 37: Distribución del ensanche alrededor de una curva

Fuente: Giummarra (2009).

#### 4.2.2.4.2. Trazado vertical

Existen tres objetivos principales al diseñar la traza vertical de un camino. La primera involucra garantizar que el gradiente del camino cumpla con las especificaciones de rendimiento de los vehículos pesados que lo utilizan. El segundo es mantener el camino en óptimas condiciones, y el tercero es establecer gradientes y curvas verticales que le permitan la clara visibilidad del conductor / operador en todos los tramos, cruces y rampas del camino de la mina adecuada para una operación segura. En general, los desniveles deben mantenerse tan bajos como sea posible, y sólo ocasionalmente deben superar el 8%. Se recomienda que la pendiente máxima sostenida a utilizar sea del 10%, ya que mientras menor sea este valor, mayores serán los ahorros operativos. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 26)

## Curvas de cima

No se puede crear un ambiente de bajo riesgo y seguro para un camino de acarreo si las pendientes y las curvas de cima se diseñan sin considerar la visibilidad requerida para el frenado y las limitaciones de frenado de los diferentes vehículos en uso dentro del sitio. Fundamentalmente, si la distancia de frenado supera la longitud del camino visible adelante, existe el riesgo que surjan peligros en el camino (consulte Figura 38). (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 27)

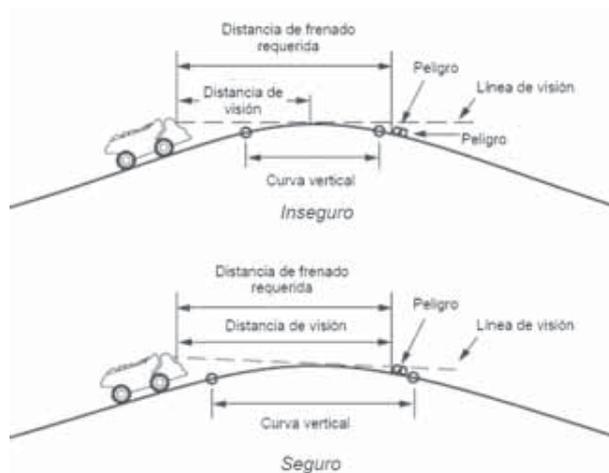


Figura 38: Situaciones en curvas verticales seguras e inseguras.

Fuente: Giummarra (2009).

En sitios mineros, el peligro nominal más factible es el choque contra una roca caída de un camión anterior y que puede dañar al siguiente vehículo pesado; sin embargo, este peligro también puede deberse a fallas en la calzada del camino (la altura efectiva del peligro será de 0 m), un vehículo liviano detenido en el camino, un transeúnte o un animal. Consecuentemente, al calcular la curva vertical requerida según la visibilidad, existen dos condiciones. (McTiernan & Elazar, 2016)

- la visibilidad requerida es menor que la longitud de la curva vertical
- la visibilidad requerida es mayor que la longitud de la curva vertical.

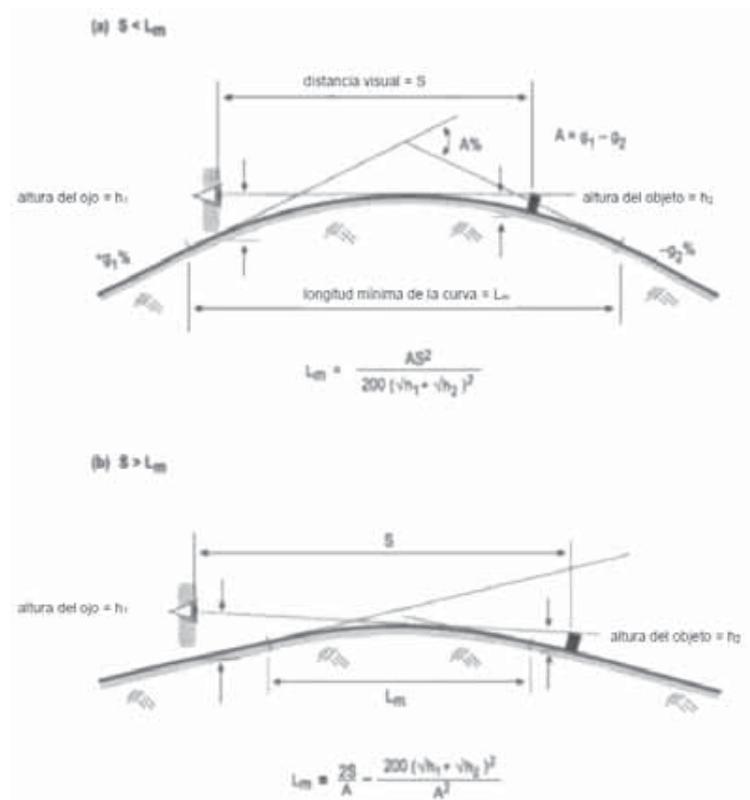


Figura 39: Método para calcular la longitud de la curva vertical para que cumpla con los requisitos de visibilidad.

Fuente: Giummarra (2009).

Para visibilidad inferior a la longitud de la curva vertical:

$$L_m = \frac{A \cdot S^2}{200 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

Para visibilidad mayor a la longitud de la curva vertical:

$$L_m = \frac{2 \cdot S}{A} - \frac{200 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A^2}$$

Donde:

$L_m$  = longitud mínima de la curva en la cima (m)

$S$  = visibilidad de frenado requerida (m)

$A$  = diferencia algebraica en desniveles (%)

$h_1$  = altura del ojo del conductor (1,1 m)

$h_2$  = altura del objeto (0,2 m)

### **Curvas de hundimiento**

Las curvas verticales de hundimiento habitualmente se consideran menos críticas desde la perspectiva de la seguridad que las curvas de cima. La longitud de las curvas de hundimiento afecta la apariencia del camino y las cortas causan incomodidad a los ocupantes de los vehículos. Durante el día, la visibilidad de las curvas de hundimiento vertical no se ve afectada por la traza vertical, excepto que haya una obstrucción superior. Por la noche, las luces de los vehículos limitan la visibilidad efectiva del conductor / operador a una distancia menor, habitualmente entre 120 y 150 m. La relación entre los requisitos de la longitud de la curva vertical y la visibilidad de frenado se muestran en la Figura 40. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 30)

Un conductor que experimenta rápidos cambios en la aceleración vertical sentirá incomodidad. Para reducir este efecto, habitualmente se limita el valor de la aceleración vertical en una curva vertical a valores inferiores a 0,05 g en caminos con bajos niveles y en cruces a 0,10 g ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ). (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 30)

Utilizando este criterio, la longitud de la curva vertical se expresa así:

$$L_m = \frac{v^2 \cdot A}{1296 \cdot a}$$

Donde:

$L_m$  = longitud mínima de la curva vertical (m)

$v$  = velocidad operativa (kmh)

$A$  = diferencia algebraica en desniveles ( $g_1 - g_2$ )(%)

$a$  = aceleración vertical ( $m/s^2$ )

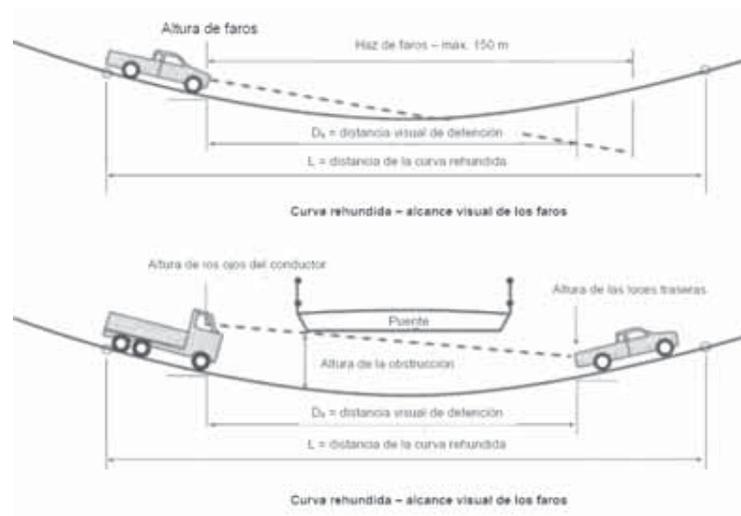


Figura 40: Curvas de hundimiento vertical.

Fuente: Giummarra (2009) citando al Tránsito en Nueva Zelanda (2006).

#### 4.2.2.5. Drenaje

Para fines de esta investigación, el drenaje se ha dividido en dos categorías principales:

- Drenaje superficial - diseñado para mantener el agua fuera de la superficie del camino, y está compuesto de:
  - medidas de drenaje lateral.
  - medidas de drenaje fuera del camino.
- Drenaje subterráneo - diseñado para mantener el agua fuera de la estructura de la calzada del camino.

Cada uno de ellos tiene sus propios requisitos, los que se analizarán a continuación. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 32)

#### 4.2.2.5.1. Drenaje superficial

El drenaje superficial puede evaluarse en términos de sus tres componentes:

- Sacar el agua del camino: se logra por medio de una pendiente transversal positiva. (McTiernan & Elazar, 2016)
- Conducir el agua fuera del camino: una vez que el agua haya salido del camino, conducirla hacia los drenajes laterales y fuera del camino. (McTiernan & Elazar, 2016)
- Mantener el agua alejada del camino: no permitir que el agua fuera del camino se acumule para volver a cubrirlo utilizando drenajes de contención y taludes de desvío por encima del nivel de los taludes. (McTiernan & Elazar, 2016)

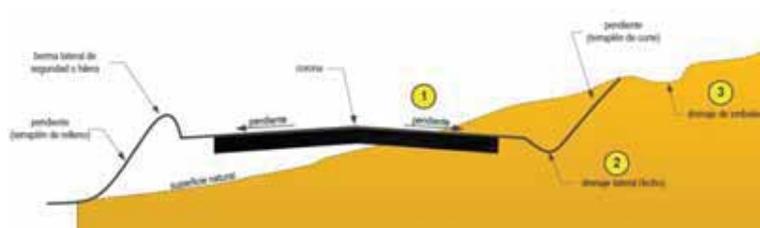


Figura 41: Drenaje superficial de una vía.

#### **Cunetas Laterales**

Son excavaciones de sección triangular o trapezoidal la cual va a lo largo de la vía, cuales sirven para derivar el agua de precipitaciones y/o agua de drenaje, y conducirlas hacia pozas de captación para su posterior tratamiento. El criterio para su construcción es crearla hacia el lado del peralte, logrando así aprovechar la gravedad para facilitar el ingreso del agua hacia ellas.

### **Pozas de sedimentación (Captación)**

Estas pozas están construidas a para sedimentar el agua proveniente de las vías y/o servir de pozas transición entre una cuneta y la alcantarillas.

### **Alcantarillas**

En caso de que un canal o curso natural para descarga de agua de lluvia se ubique pendiente abajo de un camino, será necesario construir alcantarillas de cruce debajo del camino para conducir el agua del lado alto al punto de descarga en el lado bajo.

### **Rápidas.**

Son estructuras similares a los canales de sección variable dependiendo de la cantidad de agua a trasportar y materiales a utilizar. Se podría considerar como un canal de alta pendiente.

#### 4.2.2.5.2. Drenaje Subterráneo

Cuando el drenaje subterráneo puede bajar la napa local de agua, ayuda a reducir el riesgo del ingreso de agua en las capas de base de la calzada. Su efecto reduce el impacto del agua en la integridad estructural de la calzada del camino bajo las cargas del tráfico. El drenaje subterráneo puede evaluarse en términos de sus tres objetivos funcionales. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 44)

1. No permitir que el agua ingrese al camino (a través de la superficie).
2. Evitar que el agua suba hasta el camino (desde la napa del terreno).
3. Impedir el ingreso de agua desde el terreno circundante (es decir, filtración desde terrenos más elevados).

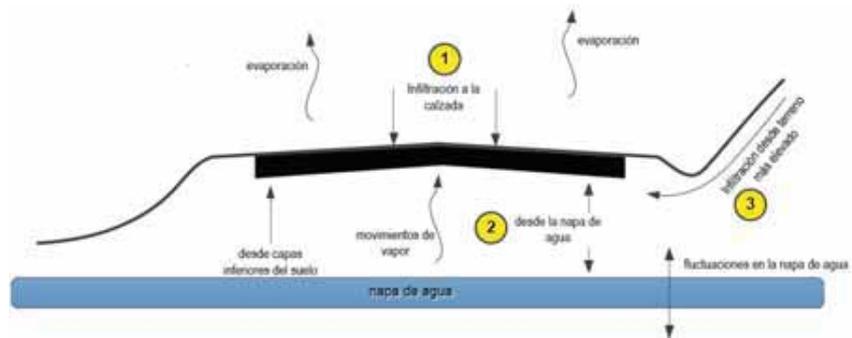


Figura 42: Drenaje Subterráneo

### Subdrenes.

Consiste en una sección de caja trapezoidal que generalmente lleva una tubería ranurada y rocas alrededor para transportar agua producto de la infiltración de la parte superior.

#### 4.2.2.6. Muro de seguridad

Los muros de seguridad para caminos de acarreo de minas están contruidos con material no consolidado obtenido en el sitio. Tal como se indica en Figura 43, existen dos tipos de Muros de seguridad para caminos en uso:

- al costado del camino - ubicadas al lado del borde de la calzada (3/4 del neumático mas grande)
- isla intermedia - ubicadas a lo largo del centro de la calzada (Bermas).



Figura 43: Ubicación de las bermas de seguridad para caminos.

#### 4.2.2.7. Rampa de Alivio (Emergencia)

Carreteras de Alivio o Rampas de Emergencia en las vías principales existentes (accesos y zigzags) con gradientes positivas, como producto de la identificación de peligros, evaluación y control de los riesgos. Estas carreteras de alivio ayudan a la reducción de la velocidad de la maquinaria para controlarla hasta detenerla en una situación de emergencia. (Decreto Supremo N° 023-2017-EM, 2017)

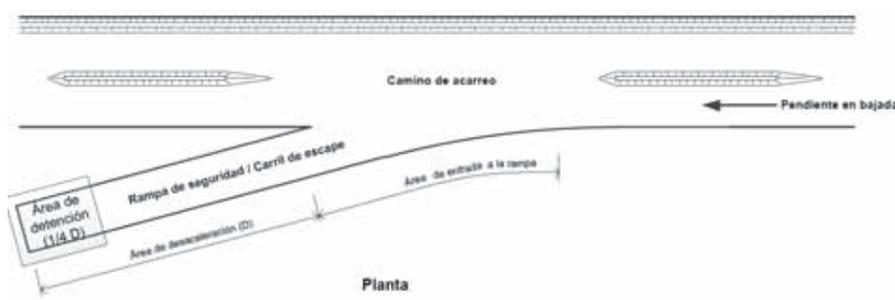
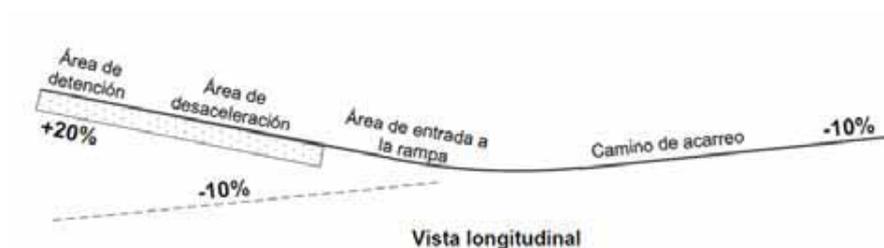


Figura 44: Diseño del carril de escape de las rampas de seguridad.



Fuente: Adaptado de Kaufmann y Ault (1977).

#### 4.2.2.8. Cruce (Intersección entre vías)

las intersecciones son lugares de alto conflicto entre vehículos debido a la cantidad de posibles interacciones y, por lo tanto, lugares de alto riesgo en la red vial. Las intersecciones con cuatro rutas de aproximación, es decir, cruces en X, tienen cuatro veces más puntos de conflicto comparados con los cruces en T. Existen varios principios básicos que pueden ayudar a reducir el riesgo de choques en cruces. Esta sección los describirá y brindará lineamientos adicionales provenientes de las mejores prácticas industriales

para el diseño de intersecciones. SISD es la distancia de visibilidad mínima que debe ofrecerse en todos los cruces. La SISD mínima ofrecida debe ser la mayor calculada para los vehículos principales que utilizan el cruce. (McTiernan & Elazar, 2016, pág. 50)

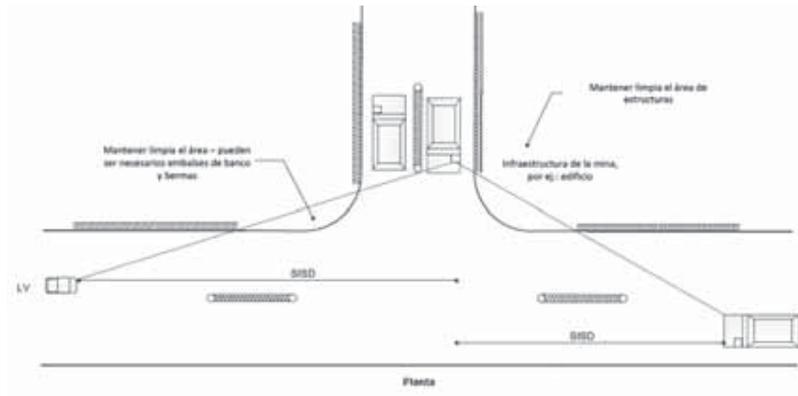


Figura 45: SISD en intersecciones.

Fuente: Grupo ARRB.

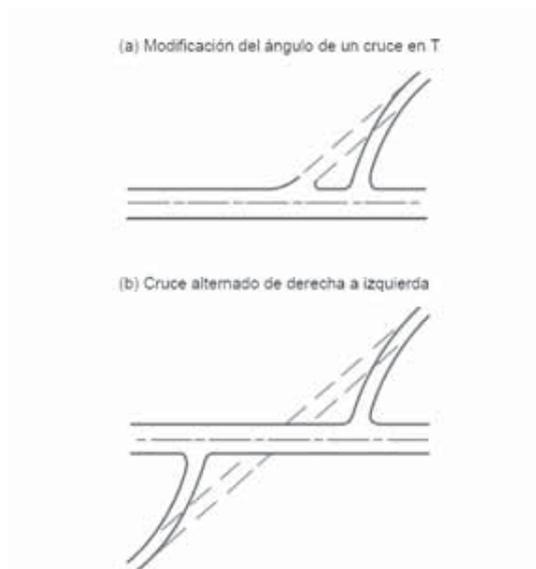


Figura 46: Modificación de ángulos de cruce para mejorar la traza de la intersección

#### 4.2.3. Diseño estructural de vías mineras

Este se refiere al diseño de las capas que conforman el camino – normalmente este diseño se realiza una vez que el diseño geométrico se ha completado.

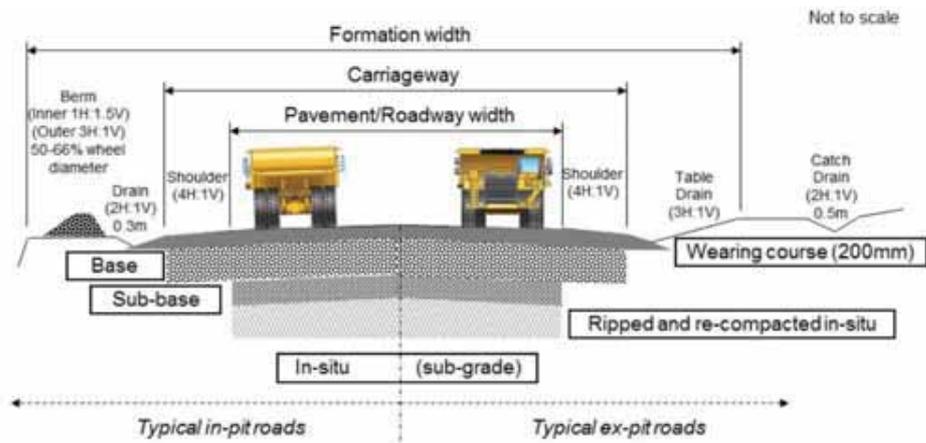


Figura 47: Capas estructurales que conforman un camino.

Fuente: (Truck images courtesy of Caterpillar Inc)

#### 4.2.3.1. Sub-Rasante / In-Situ

La porción preparada de la formación en el nivel natural del terreno se conoce como sub-grado. Este es el material in-situ en el que el camino será construido. Mientras más suave sea la capa de material in-situ, más gruesas deberán ser las capas de la base que protegerá la capa in-situ. (Thompson, 2012, págs. 2-2)

#### 4.2.3.2. Relleno

En ocasiones referido como sub-grado, si la capa in-situ no está nivelada, el relleno usado con frecuencia para nivelar la superficie antes de comenzar la construcción. Es más fácil construir un camino una vez que la capa in-situ o el relleno está nivelado (o “en-grado”) y la forma de la sección transversal o „prisma de carretera” es establecida en este nivel en las capas de relleno.

#### 4.2.3.3. Capa de Sub-Base

Esta es la capa encima de la capa in-situ. La base de un camino bien drenado y estable es uno de los fundamentos más importantes en el diseño de caminos. Si las capas inferiores del camino no son lo suficientemente resistentes o rígidas, siempre ocurrirán hundimientos, baches y

deformaciones. Cuando se utiliza un método de diseño mecánicamente determinado para caminos de minas sin pavimento, la base y la sub-base son combinadas en una sola capa formada con una selección de roca estéril quebrada. (Thompson, 2012, págs. 2-2)

#### 4.2.3.4. Capa de Base

Esta es la capa inmediatamente debajo de la carpeta de rodamiento. Es importante porque “protege” el material suave debajo (in-situ o relleno) del peso del camión pasando sobre la carpeta de rodado. Cuando el peso (o carga) del camión de transporte, es aplicado a una capa débil, y suave del material in situ o el relleno, causará que este material se desplace y eventualmente se deforme, resultando en hundimientos, baches y otros defectos estructurales similares. (Thompson, 2012, págs. 2-2)

#### 4.2.3.5. Capa de rodadura

Esta es la capa de material en la parte superior del camino, también llamada superficie. Para caminos de minas comúnmente es utilizada una mezcla de grava – pero exactamente qué composición de mezcla es lo importante - porque la carpeta de rodamiento controla el cómo se desempeña el camino y controla cómo el usuario interactúa con el camino. Tanto la seguridad y la productividad son influenciadas por el „desempeño“ de la carpeta de rodamiento. Cuando un camino es „mantenido“ o aplanado (raspado), es la carpeta de rodamiento la que trabajamos. La selección y colocación de esta capa está basada en las Especificaciones de Diseño Funcional. (Thompson, 2012, págs. 2-2)

### 4.2.4. Terminología Para Mantenimiento de Vías

#### 4.2.4.1. Gestión de Vías

Es el proceso de administrar y tomar las medidas necesarias para mantener un estado de conservación de las vías mineras, para ello la gerencia de operaciones debe asignar recursos necesarios para dicha administración.

#### 4.2.4.2. Influencia

Es el efecto consecuencia que suceder por el hecho de realizar o no la gestión de mantenimiento de vías, en este caso tendremos una influencia directamente en el rendimiento y productividad de los equipos de neumáticos.

#### 4.2.4.3. Mantenimiento de vías

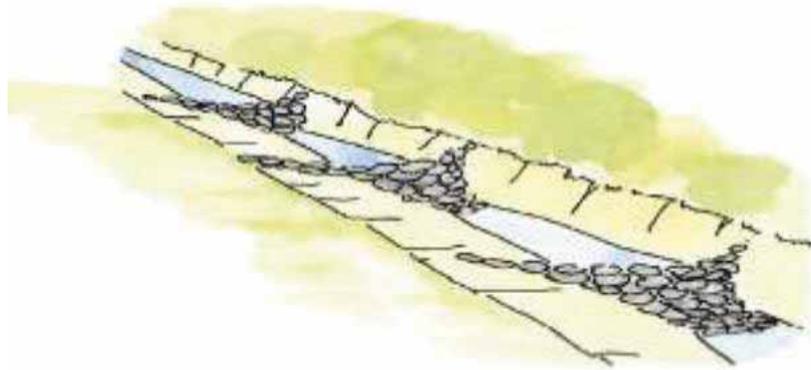
El mantenimiento identifica la frecuencia óptima de mantenimiento (rutina de clasificación) para cada sección de la red de caminos de transporte, por consiguiente, el mantenimiento puede ser planeado, programado y priorizado para obtener un rendimiento óptimo y un costo total mínimo en toda la red de caminos. Esto es especialmente importante donde el mantenimiento de los activos en este caso los caminos son escaso y necesita ser usado de la mejor manera. (Thompson, 2012, págs. 1-11)

Un camino en malas condiciones siempre requerirá de muchas reparaciones – “o mantenimiento” – y trabajos por hacer. Esto disminuirá el rendimiento de los camiones debido a los malos caminos y también se verán afectados debido a los mismos trabajos de mantenimiento. Cuanto mejor construidos estén los caminos, menor mantenimiento será requerido. (Thompson, 2012)

#### 4.2.4.4. Limpieza de Cunetas

Las cunetas ya que siempre van asociados a la vía, es necesario realizar la limpieza permite de ellos con la finalidad de evitar la acumulación de material por el contrario socavado o derrame de material por los camiones

de acarreo, este material acumulado podría generar daños prematuros en las vías de acarreo.



*Figura 48: Embalse de retención producto de material en la cuneta.*

#### 4.2.4.5. Reconformación de Muro de Seguridad

Es la acción de reconstituir y volver a las dimensiones adecuadas los muros de seguridad que pidieron ser dañados por procesos de erosión, las misma que podría ir acumulándose en las cunetas.

#### 4.2.4.6. Excavación de canales de coronación.

Son zanjas de secciones variables que se colocan en algunos segmentos de la vía o terreno natural para evitar que mayor cantidad de agua ingrese a la cuneta de las vías.

#### 4.2.4.7. Limpieza de material derramado

Los equipos de acarreo al estar en pendientes altas, presentar sobrecargas o cargar mal distribuida podrían ocasionar derrames de material en las vías, las que preferiblemente deben ser limpiadas lo más pronto posible esto con la intención de no afectar en la velocidad de tránsito, preservar los neumáticos y por ende mantener la productividad.

#### 4.2.4.8. Lastrado

Se define como la colocación de una capa de material sobre la capa de rodamiento de la vía, de tal manera que sus desniveles sean corregidos y la vía quede conformada de manera uniforme. Un lastrado de vías debe realizarse con la plena seguridad de que se esté realizando con el material correcto y en el lugar correcto, ya que si usamos un material muy fino para lastrar, la lluvia y los mismos equipos con su paso harán que la capa de material colocada sea deshecha y, por otro lado, si usamos un material muy grueso, se generarán mayores desniveles que una motoniveladora no podrá refinar con su cuchilla. (Thompson, 2012)

#### 4.2.4.9. Corte de vías

Es el proceso de retirar la capa superficial de la vía (capa de rodadura) la misma que está dañada por factores climáticos o de erosión, para lo cual la motoniveladora procede a hacer cortes longitudinales para ser remplazados por un mejor material.

#### 4.2.4.10. Regado de Vía

El control del polvo es un problema a nivel mundial en minas y canteras, y siendo el agua y la energía claves para el desarrollo futuro, la escasez de ambos recursos incrementa el costo operacional y determina la capacidad de cumplir con los requerimientos y objetivos de producción, obtener y mantener las licencias para operar y explorar y explotar nuevos depósitos.

#### 4.2.4.11. Control de Piso de Carguío, Botadero y vías

Es el proceso de corroboración de cotas de diseño, para los frentes de carguío se tiene precargado el Provisión en las palas para el auto control de sus pisos, en el botadero y las vías los equipos de empuje cuentan con sistemas

similares de auto gestión de cotas, el proceso de validación es realizada por los topógrafos de mina para evitar errores en el control de piso.

Para el caso de las vías mineras el diseño y construcción es necesario un control más constante del área de topografía para no incurrir en errores con los niveles requeridos.

#### 4.2.4.12. Consideraciones intervenían de una vía

Se considera las siguientes especificaciones a considera al momento de realizar una intercesión en las vías de acarreo.

Tabla 18: especificaciones para la intervención de una vía.

PASOS	MEDIDA DE CONTROL
<b>1.-Planificación</b>	1.1- Todo trabajo que involucre intervención de vías de acarreo de mina se debe planificar como actividad crítica en el <b>formato de planificación de trabajos</b> de la guardia.
	1.2.- Se debe emitir un <b>plano de vías</b> de la guardia 24 horas antes.
<b>2.-Coordinación</b>	2.1.- En el cambio de guardia se debe comunicar las áreas de las vías donde se harán trabajos con intervención de las vías.
	2.2.- El supervisor de vías debe coordinar con supervisor de operaciones el tramo de vía a intervenir, esta coordinación debe ser autorizada con la <b>firma del APT</b> como evidencia para intervenir la vía de acarreo de camiones.
	2.3.- El supervisor de vías debe coordinar en campo con todos los involucrados (equipos propios, topógrafos y supervisión de contratistas) la metodología de trabajo, planos de construcción y toda información válida para cumplir el trabajo, además debe participar en la elaboración del <b>IPERC de las actividades</b> .
	2.4.- El supervisor de vías debe coordinar con despacho la configuración en el <b>sistema Dispatch las alarmas de camiones</b> para emitir mensajes de mantenimiento de vías a los camiones.
<b>3.-Ejecución del trabajo</b>	3.1.- En tramos rectos la intervención no debe exceder los <b>200m de longitud</b> , colocar vigías autorizados en plataformas que cumplan estándar constructivo, poner letrero de <b>VIAS EN MANTENIMIENTO a 50m</b> del inicio del carril a intervenir, toda la señalética debe ser reflectante o iluminada para trabajos turno noche.

	3.2.-En tramos con curva o pendientes altas, coordinar con supervisor de operaciones el desvío de tránsito o cierre de vía temporal, de no ser así colocar los vigías autorizados en plataformas, poner letrero de <b>VIAS EN MANTENIMIENTO y conos de señalización.</b>
	3.3.-En caso de construcción de alcantarillas en vías se debe realizar la instalación por carril delimitando y habilitando con muros de seguridad.
	3.4.-El supervisor de vías debe informar vía radial al Dispatch el inicio del trabajo por canal 6.
	3.5.-Asegurar que los vigías tengan radio especial de corte de comunicación preferencial.
	3.6.-No se realizará trabajos en la vía cuando haya alerta roja en vías, climas adversos como nevadas, lluvias excesivas, neblinas, polución excesiva.
	3.7.-En caso de que la zona de trabajo se encuentre dentro del radio de voladura se debe comunicar con anticipación el retiro de los equipos y persona.
<b>4.-Final del trabajo</b>	4.1.-Al terminar la intervención vial se debe coordinar el retiro de los vigías, equipos, señaléticas, así como la configuración de alarma en el sistema Dispatch de los camiones.
	4.2.-Comunicar vía radial canal 6 al jefe de guardia sobre el término de la labor de intervención vial.

#### 4.2.5. Terminología Relacionada con la productividad

##### 4.2.5.1. Distancia equivalente horizontal (EFH)

“Es la distancia horizontal que el camión podría recorrer en el mismo tiempo que le demanda sobre una pendiente (positiva o negativa).” (Saldaña Tumbay, 2013)

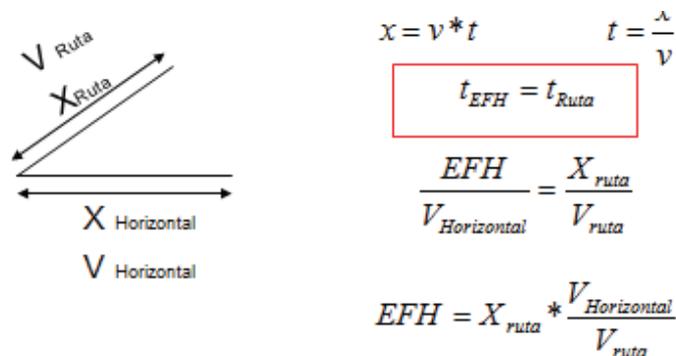


Figura 49: Forma de calcular EFH.

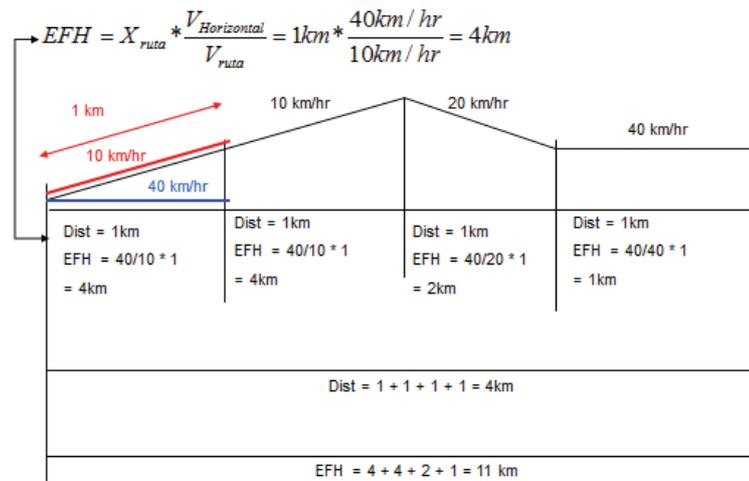


Figura 50: Ejemplo real de cálculo en mina.

#### 4.2.5.2. Actividades del ciclo de carguío y acarreo

Las actividades del Ciclo de Carguío y Acarreo y su óptima asignación están basadas en:

- Actual posición y velocidad del camión
- Tiempo estimado de llegada a destinos.
- Tiempo estimado de llegada a palas.
- Actual cola en las palas
- Actual tasa de carguío de las palas
- Asignaciones recientes de camiones para cada ruta

Para determinar los 8 estados en los cuales puede encontrarse un camión operativo, el DISPATCH es el sistema usado en la gestión de flota U.M. las Bambas para proveernos las actividades registradas. (Saldaña Tumbay, 2013)

Viajando, Esperando, Cuadrando, Cargando, Acarreando, En Cola, Retrocediendo, Descargando.



#### 4.2.5.3. Tiempo de carguío o load time

“Es el tiempo transcurrido desde que se inicia el carguío de un camión hasta que éste es despachado.” (Saldaña Tumbay, 2013, pág. 59)

#### 4.2.5.4. Tiempo de cuadrado o spot time

Es el tiempo transcurrido desde que se despacha a un camión en un equipo de carguío hasta que se inicia el carguío en el siguiente, sin considerar la espera de camiones por el equipo de carguío (*hang*). En término ideales este tiempo debe ser. (Saldaña Tumbay, 2013, pág. 60)

-En palas menor que 50 segundos.

-En cargadores menor que 1 min

#### 4.2.5.5. Equipos de carguío esperando camiones o *hang*

Es el tiempo en el cual el equipo de carguío no tiene camiones, transcurrido desde que salió el último camión del equipo de carguío, hasta que le marca auto-llegada al próximo camión. Para que marque auto-llegada el camión debe tener velocidad GPS cero y estar a menos de 60 m de la pala. (Saldaña Tumbay, 2013, pág. 61)

$$hang(\%) = \frac{tiempo\ esperando\ camiones}{tiempo\ operativo}$$

El *hang* ideal es 15%

#### 4.2.5.6. Tiempo de cola o *queue time*

Es el tiempo en el cual los camiones en el frente de carguío están esperando en cola para ser cargados. Se mide como el porcentaje de tiempo respecto al tiempo operativo del resto de la flota. Un camión en cola es considerado a partir del primer camión en espera, en el radio de 60m de la pala. (Saldaña Tumbay, 2013, pág. 62)

$$\text{queue(\%)} = \frac{\text{tiempo de camiones en cola}}{\text{tiempo operativo}}$$

El queue ideal es 8%

#### 4.2.5.7. Tasa de excavación o *dig rate*

“Es la relación entre las toneladas nominales cargadas y el tiempo de carguío.” (Saldaña Tumbay, 2013)

$$\text{Tasa de excavación (tm/h)} = \frac{\text{tonelaje nominal}}{\text{tiempo de carguío}}$$

#### 4.2.5.8. Productividad efectiva.

Es la relación entre las toneladas nominales cargadas y el tiempo efectivo de carga, incluyendo el tiempo de cuadrado. Esto es lo que se produciría en una hora si el hang fuera cero. Es la productividad que aparece en los reportes de tiempo real y es la empleada para los rankings. (Saldaña Tumbay, 2013)

$$\text{Productividad efectiva (tm/h)} = \frac{\text{tonelaje nominal}}{\text{tiempo de carguío} + \text{tiempo de cuadrado}}$$

#### 4.2.5.9. Productividad horaria o productividad por hora *ready*

“Es la relación entre las toneladas nominales y el tiempo total productivo, que incluye tiempo de carguío, tiempo de cuadrado y esperando camiones.” (Saldaña Tumbay, 2013)

$$Productividad\ horaria\ (tm/h) = \frac{tonelaje\ nominal}{\frac{tiempo\ de\ +\ tiempo\ de\ +\ hang}{carguio\ cuadrado}}$$

#### 4.2.5.10. KPI Despachador

“El KPI despachador es la recopilación de numerosas variables y su interrelación entre las mismas, asignándole pesos a los mismos con el objeto de obtener un mayor KPI a un mejor desempeño.” (Saldaña Tumbay, 2013)

$$KPI = IHQ + IH + IQ + IPA + IPC + IU$$

*Leyenda :*  
*IQH : Indice \_Queue & Hang*  
*IH : Indice \_Hang*  
*IQ : Indice \_Queue*  
*IPA : Indice \_Productividad \_Acarreo*  
*IPC : Indice \_Productividad \_Carguio*  
*IU : Indice \_de \_Usage*

PESO	Valor
HQ	0.15
H	0.15
Q	0.15
PA	0.2
PC	0.2
U	0.15
	1

El objetivo de los supervisores Dispatch es el de mantener el KPI de color verde, es decir que este sea mayor a 81%, teniendo como momentos críticos los cambios de guardia en los cuales el KPI puede caer tremendamente, siendo muy complicado ascenderlo ya que este es un promedio de toda la guardia. (Saldaña Tumbay, 2013, pág. 69)

#### 4.2.6. Terminología Relacionada con Disponibilidad y Utilización

##### 4.2.6.1. Horas totales del equipo.

“Son el total de las 24 horas del día, los 365 días del año. Debe considerarse para cada equipo.” (Saldaña Tumbay, 2013)

4.2.6.2. Disponibilidad Mecánica o mechanical availability (DM)

“Es el porcentaje del tiempo total que el equipo está disponible para operaciones. Es una medida de la eficiencia de Mantenimiento, por lo que es controlada por ellos.” (Saldaña Tumbay, 2013)

$$\text{Disponibilidad Mecánica} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas malogrado}}{\text{Horas totales}}$$

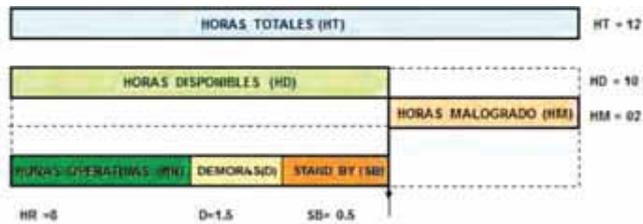
4.2.6.3. Uso de la disponibilidad (UD)

“El porcentaje de tiempo que el equipo está encendido, en producción o en demoras, respecto al tiempo que está disponible mecánicamente. Este parámetro involucra directamente a los Stand by.” (Saldaña Tumbay, 2013)

$$\text{Uso de la disponibilidad} = \frac{\text{Horas operativas} + \text{Demoras}}{\text{Horas totales} - \text{Horas malogrado}}$$



Figura 51: relación entre disponibilidad y uso.



<b>Disponibilidad mecánica</b>	<b>= HD/HT</b>	<b>= 10/12 = 83.3%</b>
<b>Uso de disponibilidad</b>	<b>= HR+D/(HR+D+SB)</b>	<b>= 9.5/10 = 95%</b>
<b>Uso</b>	<b>= HR/(HR+D)</b>	<b>= 8 / (9.5) = 84%</b>
<b>Usage</b>	<b>= HR/(HR+D+SB)</b>	<b>= 8 / 10 = 80%</b>

## CAPÍTULO V

### MEJORAMIENTO DE VIAS DE ACARREO

#### 5.1. Recursos Para el Mantenimiento de Vías

Un camino es construido o mantenido de acuerdo con un diseño, y ese diseño constituye la base de:

- Recomendaciones de construcción (“qué” debemos de hacer), y
- Especificaciones del método (“cómo” debemos de hacerlo).

También necesita los recursos para intervenir un camino. Estos recursos son típicamente. (Thompson, 2012)

##### 5.1.1. El tiempo

“Toda toma tiempo, construir o mantener un buen camino toma tiempo, pero también lo es para un mal camino. Lo que hace la diferencia es como el tiempo es utilizado – ¿está haciendo las cosas correctas?” (Thompson, 2012)

##### 5.1.2. Las personas

“Deben de planear y hacer su trabajo, y tener la habilidad de evaluar qué es lo que han hecho - ¿usted sabe si ha estado haciendo lo correcto?” (Thompson, 2012)

##### 5.1.3. Los equipos

“Hacen su trabajo – el equipo equivocado tal vez parece que realiza su trabajo, pero no.” (Thompson, 2012)

- Los equipos – toman demasiado tiempo, o
- no hace el trabajo de acuerdo con las especificaciones.

##### 5.1.4. Los materiales.

estos forman el camino. Materiales incorrectos pueden parecer que son satisfactorios, pero cuando el camino es construido y son usados, solamente entonces se verá que sus materiales eran inapropiados. Podemos seleccionar

nuestros materiales para la construcción y construir con ellos, pero no podemos seleccionar fácilmente los materiales in-situ sobre el cual el camino será construido. (Thompson, 2012)

## 5.2. Equipos para el Mantenimiento de Vías

### 5.2.1. Bulldozer (CAT D8T, Komatsu D475A, CAT D11T) y Wheeldozer CAT. 844H (asistente)

en una mina con material fragmentado. El bulldozer deberá ser capaz de darle forma a la capa de roca (a la base) sobre la que el camino será construido. Para hacer esto, deberá de ser capaz de raspar y nivelar el material suelto si es requerido, empujarlo para perfilarlo (o nivelarlo) y remover rocas de gran tamaño. También deberá de ser capaz de abrir y esparcir roca vaciada por los camiones como parte del proceso de construcción. Al hacer esto, el bulldozer será también parte del proceso de compactación y formara una superficie lisa sobre la cual el vibrador o compactador de rodillo operara. Mientras más grande sea el bulldozer, mayor será la resistencia inicial de la capa de roca y los requerimientos de compactación serán reducidos (pero no eliminados). (Thompson, 2012)

El bulldozer idealmente necesitará usar un sistema CAES o similar para empujar el material en la base del camino o el material in-situ para obtener el perfil requerido. Recuerde que este perfil deberá de ser alineado tanto en el plano horizontal como en el plano vertical. (Thompson, 2012)

Un wheeldozer también puede ser usado para asistir al bulldozer de orugas, pero NO como equipo primario. Esto es porque el material quebrado o fragmentado causado por el bulldozer es útil en la preparación de un acabado a las capas de la base o del material in-situ – un efecto no fácilmente logrado por un wheeldozer. (Thompson, 2012, págs. 2-13)

### 5.2.2. Equipo de compactación – Rodillo vibratorio

Un rodillo vibrador grande (230kN de fuerza vibratoria) puede ayudar en la compactación de las capas – especialmente en material in-situ compuesto de grava, relleno, en la subbase, la base y en la superficie de rodado. Para compactar el material de la carpeta de rodado, un rodillo vibrador puede ser usado con o sin vibración. Este compactador es superior a cualquier otro tipo de equipos de compactación para esta capa. (Thompson, 2012, págs. 13-14)

Tabla 19: equipos de compactación.

Equipo	Marca /Modelo	Cantidad	Codigo
Roller Vibrator	Caterpillar CS56	1	RV001
	Bomag BW226DI-5	2	RV003
			RV004

### 5.2.3. Motoniveladora (16M -24M, hoja ancha o equivalente)

Una motoniveladora es usada durante la construcción o mantenimiento:

Para separar y esparcir el material de roca triturada como un inicio o reducir la delgada capa superior, de la capa base de roca quebrada. (Thompson, 2012)

- Para separar y esparcir los materiales seleccionados que serán usados como parte de la construcción de la superficie de rodado; y
- Completar el perfilado o corte final de la superficie de rodado una vez que la compactación haya sido completada.

Una motoniveladora es usada en caminos en operación para:

- Escarificar (ripping-rasgado superficial) del material in-situ suave o de la superficie de rodado – en el caso de la superficie de rodado, un rasgado más profundo es comúnmente parte de la rehabilitación del camino donde la superficie de rodado original es traída hasta la superficie para reparar el

camino de nuevo a sus especificaciones (el tráfico y un raspado y/o perfilado regular realizado a menudo da como resultado que con el tiempo se de una acumulación de finos en los primeros 50mm de la parte superior de la superficie de rodado, lo que causa que la superficie de rodado se aparte significativamente de las especificaciones del diseño original). (Thompson, 2012, págs. 2-16)

- El mantenimiento rutinario para nivelar (raspar) la superficie de rodado de un camino y la redistribución de la capa de rodado de forma homogénea para mantener el diseño planteado.

Recuerde - si el camino no ha sido mojado, siempre riegue la superficie de rodado ligeramente antes de intentar nivelar oraspas el camino. Esto hará que el camino sea más fácil de rebajar, proporcionando un mejor acabado y donde se hagan cortes o rebajes significativos, ayudara a la re-compactación. (Thompson, 2012)

Tabla 20: Equipos de nivelación y lastrado.

Equipo	Marca /Modelo	Cantidad	Codigo
Motoniveladora	Caterpillar 24M	4	GR 001
	Caterpillar 24M		GR 002
	Caterpillar 24M		GR 003
	Caterpillar 24M		GR 004
	Caterpillar 16M	1	GR 021

#### 5.2.4. Camiones Cisterna.

Los camiones cisterna son muy importantes, especialmente durante la compactación de las capas. Debe de aplicar agua sobre el material suelto que ha sido compactado, para llevar el material hasta a lo que es referido como Contenido de Humedad Optimo (CHO). Este es el contenido de humedad en el material asociada con su máxima densidad, que se verá más adelante, máxima resistencia.

No es necesario utilizar el camión cisterna para aplicar agua a una base (si es usado) de material de roca estéril fragmentada durante la compactación.

En caminos terminados, una boquilla con barra de rociado es una mejor solución para un regado efectivo que un regado por goteo. Las boquillas dan una cobertura más adecuada, menor saturación del material con agua y mejor eficiencia de los camiones cisterna. También – trate de rociar en „parcelas o áreas“ de 50m dentro y 50m fuera – esto ayudara a reducir el daño potencial a los caminos por exceso de agua (especialmente en las rampas; esto también previene condiciones excesivamente resbaladizas). Un regado ligero mejora la productividad del camión cisterna y reduce la erosión del camino. Sin embargo, como se discutirá más adelante, el agua es inherentemente mala para un camino de grava y, como medida de supresión de polvos – no es tan efectiva en algunas regiones climáticas. Además, usando una velocidad integrada de regado para mantener aproximadamente 0.5 litros/m<sup>2</sup> de camino, ayuda a reducir el exceso de agua regada en las rampas y adoptando un sistema de administración y un sistema de localización en los camiones cisterna es útil para controlar la cobertura de regado, optimizar la utilización del vehículo (tiempo de regado) y como medio para la reducción de la generación de polvos en la red de caminos. (Thompson, 2012)

#### 5.2.5. Camiones de acarreo.

Hay varios tipos de camiones de transporte frecuentemente usados en la minería – y el diseño de un camino comienza por considerar las especificaciones básicas del camión y los requerimientos de diseño, de la siguiente manera.

### 5.3. Materiales para el Mantenimiento de vías

Un camino puede ser construido casi sobre cualquier material (in-situ) – pero si ese material es particularmente débil (puede deformarse fácilmente cuando una carga es

aplicada), o el camión que es especialmente pesado, entonces una capa de material mucho más gruesa será requerida para proteger el material in-situ de la carga aplicada por los neumáticos del camión. Similarmente, si los materiales que usamos para construir el mismo terraplén fueran débiles – una serie de gruesas capas y más resistentes también serán requeridas. (Thompson, 2012)

- El material in-situ (sub-grado) en el cual el camino es construido, y si es requerido, a menudo el relleno por encima del in-situ;
- La sub-base y las capas base (como una sola, combinada con capas de roca estéril quebrada) y;
- La capa o superficie de rodado, la cual es colocada en la parte superior de la capa base.

¿Cuáles son las características de las capas y qué puede hacer a un material bueno o malo?

#### 5.3.1. Materiales In-Situ

Estos pueden ser cualquiera de los siguientes:

- Suelos;
- Cubierta de material erosionado;
- Cubierta de roca dura quebrada y suelta; o
- Cubierta de roca dura sólida.

Cuando se está planeando un nuevo camino, la primera tarea es encontrar que tan duro o suave es el material sobre el que vamos a construir el camino. Un Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP) y/o las líneas-centrales topográficas y los sistemas de clasificación de suelos pueden ser usados para establecer las características de ingeniería y la resistencia del material in-situ o de sub-grado sobre el cual se construye el camino. No hay muchas opciones en la minería sobre

en dónde vamos a construir el camino. Un camino debe conectar dos puntos, y a menudo la distancia más corta, o la más lógica desde la perspectiva de planeación, es la opción más económica. El modelo de bloques de la mina a menudo indica donde el camino será construido, cuanto espacio ocupará, y cuál será el efecto en los costos de explotación de roca estéril si se planeára un camino en cualquier otro lugar diferente a la ubicación del camino de costo mínimo. (Saldaña Tumbay, 2013, págs. -19)

Si la capa in-situ es dura, cubierta de roca solida, entonces generalmente no tendremos problemas. Esta es resistente y no necesita mucha protección de las cargas aplicadas por los neumáticos de los camiones. Seguiremos colocando relleno seleccionado sobre la capa in-situ para obtener el perfil y la alineación correcta del camino – y críticamente, permitir el drenado del agua a través de esta capa y no a través de la superficie de rodado (el relleno de roca quebrada seleccionada forma bloques y como tal su resistencia no es afectada por el agua). De manera similar, para una buena y resistente cubierta de roca quebrada, es a menudo suficiente acomodar y compactar los 300mm de material de la parte superior antes de colocar la superficie de rodado. Si el material in-situ es una cubierta de material erosionado o de baja compactación, éste será mucho más suave y por lo tanto requerirá mayor protección - o una sub-base más gruesa y una capa base encima de ésta. Ocasionalmente, el material es tan suave que tenemos que removerlo. Esto es porque queremos reducir el espesor de la base, por lo tanto necesitamos una capa in-situ más resistente sobre la cual construir. Si el material in-situ es tierra o arcilla, o no transitable ( $CBR < 2\%$ ) entonces éste será removido completamente hasta una profundidad donde un material más resistente sea

encontrado. Además, si el material está muy mojado, esta capa también será removida ya que hará la construcción del camino muy costosa. (Thompson, 2012)

Cuando un material in-situ razonablemente resistente es expuesto, este puede ser raspado y compactado para proveer un “yunque” o una base firme para la compactación de la capa superior. Sin esta base firme, compactar la capa superior es difícil, toma mucho tiempo y es muy costoso. En ambos casos, el siguiente tipo de material, la base de roca quebrada o relleno reemplazará el material removido. Cuánto material usaremos, depende de la resistencia de la capa in-situ. (Thompson, 2012)

#### 5.3.2. Capas Base y Sub-base

Usando una metodología de diseño mecánicamente determinado, donde una cubierta de roca quebrada / material estéril de buena calidad (no-erosionado) esta disponible, puede ser usada como la base y sub-base combinadas. Es importante que el bloque de roca quebrada seleccionada como fuente para esta capa no contenga roca erosionada, arcilla o tierra, ya que para esta capa necesitamos material en bloque y duro, con apenas un poco de materiales finos (menos del 20%). El tamaño del bloque más grande es idealmente 2/3 del espesor de la capa de diseño, la cual es normalmente entre 200-300mm máximo. (Thompson, 2012)

Algo más grande, y estas rocas serán difíciles de compactar y formaran una parte alta en la capa, rodeadas por un anillo de material suave sin compactar. También harán difícil darle forma al camino, cuando grandes bloques de roca sobresalgan de la capa. Si dicho material no está disponible, entonces las capas son construidas con una selección de materiales excavados que ofrezcan una gran resistencia en la compactación. La elección de los materiales dependerá de la calidad de los materiales, la comparación de los costos y la disponibilidad local. Con estos tipos

de materiales, la estabilización puede ser una opción cuando se utiliza como una capa base. (Thompson, 2012, págs. 2-21)

### 5.3.3. Capa de rodadura (Superficie de rodado)

Esta capa está hecha de un solo, o una mezcla de materiales. En las especificaciones que se introducirán más adelante, son dadas dos áreas de selección recomendadas. Cuando los parámetros de la carpeta de rodadura son determinada, el resultado (de un solo, o una mezcla de materiales) deben encontrarse dentro de estas recomendaciones. Si esto no es así, las especificaciones también dan una idea de lo "defectos" que normalmente se producen como consecuencia de ello. Los límites recomendados para la selección de estos materiales son establecidos tanto en términos de rendimiento y degradación minimizada (degradación equivale al aumento de la resistencia al rodado). Para lograr una capa de buena resistencia, el o los materiales para esta capa debe de ser seleccionada cuidadosamente. Roca muy erosionada hará mucho material fino, el cual dará resultados muy pobres y una capa demasiado suave. Recuerde, necesitamos materiales duros, resistentes al desgaste y la erosión causada por los enormes camiones que operaran este camino. (Thompson, 2012)

Para esta capa, una resistencia mayor que el 80% de CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) es necesaria. Este valor es determinado mediante pruebas de laboratorio de los materiales o por Pruebas DCP. Si una mezcla de materiales es requerida, la mezcla utilizada es seleccionada en base a los resultados de los ensayos de los materiales. Si la mezcla no es correcta, puede ser de material muy fino y la capa será muy resbalosa y polvorienta, o muy suelta, cuando produzca piedras sueltas, corrugación y, en

ambos casos, un rápido incremento de la resistencia al rodado una vez que el camino es transitado. (Thompson, 2012)

### Material Chancado

Luego de pruebas realizadas en base a experiencias en otras unidades mineras en las Bambas se inició el lastrado de la capa de rodadura con material de 2” de diámetro, posteriormente pasmos a 2.5” para finalmente quedarnos con las 3” de material chancado que ahora se viene usando.

Tabla 21: Análisis mecánico por tamizado con material de 3”.

Malla		Peso (gr)	% Ret Parcial	% Ret Acum.	% que Pasa	Especificaciones	
Tamiz	mm.					LI	LS
3"	76.200	0	0.00%	0.00%	100.00%	80%	100%
1"	25.400	4520	77.25%	77.25%	22.75%	15%	80%
No4	4.760	1145	19.57%	96.82%	3.18%	5%	15%
200	0.074	161	2.75%	99.57%	0.43%	0%	5%
< 200		25	0.43%	100.00%			
		5851	100.0%				

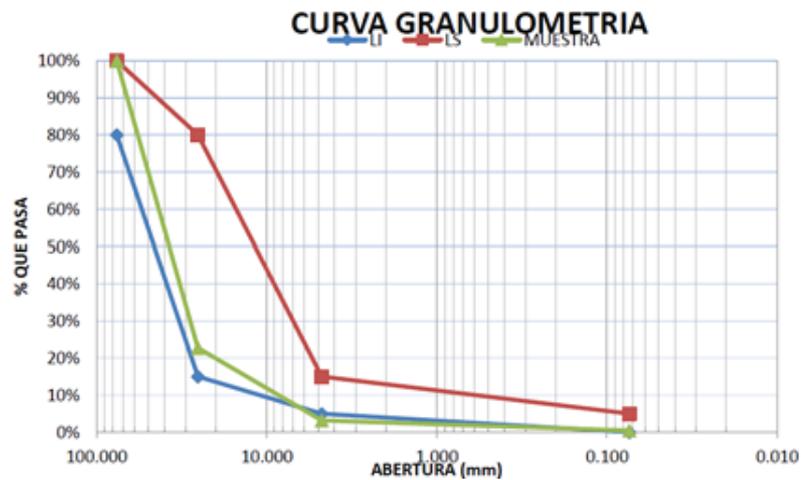


Figura 52: curva granulométrica de la muestra del 11 junio 2019.

#### 5.4. Tipo de Mantenimiento de vías.

Es un conjunto de actividades que tienen por objeto mantener la seguridad y la transpirabilidad de las vías en niveles adecuados a la Operación Minera. Comprende al Mantenimiento Preventivo o Rutinario y al Mantenimiento Correctivo

#### 5.4.1. El Mantenimiento Rutinario

conformado por:

- (i) La limpieza de cunetas.
- (ii) El retiro de bloques caídos de los camiones de acarreo
- (iii) la estabilización de los finos acumulados sobre la superficie de la vía con materiales granulares
- (iv) el riego contra la polvareda en épocas secas.

Para realizar un mantenimiento rutinario el supervisor de campo o planeador realiza una preinspección utilizando el Dispatch y corroboración en campo, esta información:



Figura 53: Eventos en la vía - Reporte por sensores de los equipos de acarreo

Esta actividad se realiza diariamente para lo cual principalmente están asignados los siguientes:

- 2 cargador frontal, 01 Cat 988K y Cat 988H.
- Motoniveladora 16M
- Tractor D8T

- 2 retroexcavadoras 444F
- 2 camiones Articulados Cat 774.

#### 5.4.2. El Mantenimiento Correctivo

consiste en:

- El restablecimiento de la Rasante.
- El refuerzo de la Capacidad Estructural del Pavimento.
- El Mejoramiento de la Capa de Rodadura.

Esta actividad está programada con antelación cuenta con un presupuesto previamente aprobado por el área operaciones y tiene un cronograma porque en la mayoría de los casos presenta intervención de la vía con interrupción parcial de tránsito.



Figura 54: Diseño completo de los trabajos en el Tramo 9, para medir y proceder a cronograma.

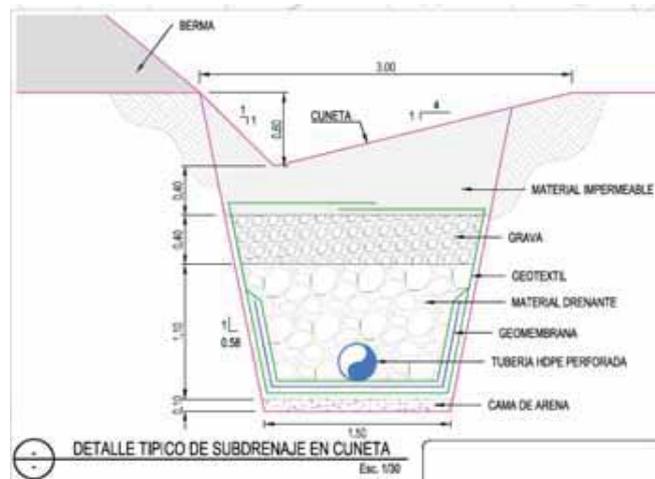


Figura 55: Sección típica de sub-dren que va paralela a la vía, por debajo de la cuneta.

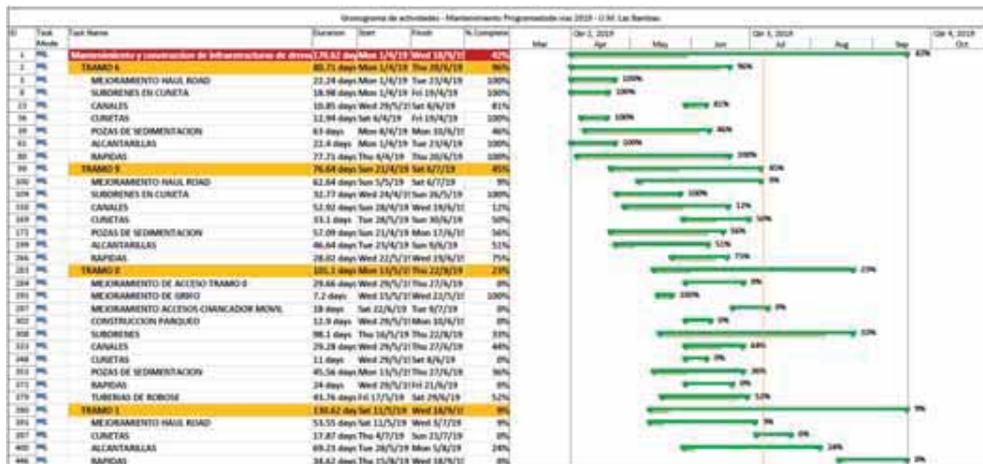


Figura 56: Cronograma de trabajo par intervención de vías de acarreo y sistemas de drenaje.

Para el año 2019 se plantea mejorar íntegramente 4 Tramos que serán de alto tránsito que son (Tramo 0, Tramo 1, Tramo 6 y Tramo 9) el detalle de los metros está disponible en el anexo 10.

El cronograma se realiza en función de los valores obtenidos del cálculo de material a mover, esta información es proveniente del metrado. Para ver el cronograma del mantenimiento correctivo a realizar durante el 2019 está en el anexo 09.

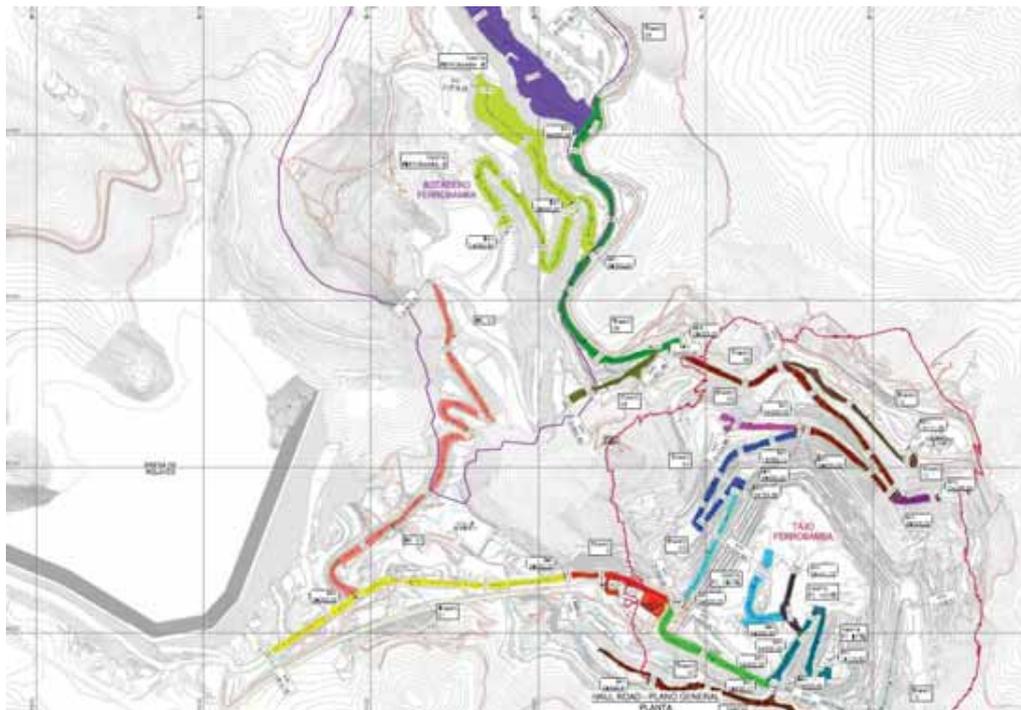


Figura 57: la distribución de tramos en la unida minera las Bambas.

LEYENDA DE HAUL ROAD	
	TRAMO 0
	TRAMO 01
	TRAMO 02
	TRAMO 03
	TRAMO 04
	TRAMO 05
	TRAMO 06
	TRAMO 08
	TRAMO 09
	TRAMO 10
	TRAMO 12
	TRAMO 13
	RAMPA FERROBAMBA II
	RAMPA FERROBAMBA III
	HR1

LEYENDA DE HAUL ROAD	
	RAMPA F2 ESTE
	RAMPA F2 NORTE
	RAMPA F2 OESTE
	RAMPA STK 2M1

## CAPÍTULO VI

### ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS ANTES Y DESPUES DE GESTION DE MANTENIMINETO DE VIAS

Luego de haber iniciado las operaciones en el año 2016 en la Unidad Minera las Bambas teniendo deterioros prematuros en los neumáticos de los camiones Komatsu 930E es producto a que las vías de acarreo de mineral y desmante fueron construidas sobre material in-situ sin contemplar diseño estructural alguno, este inicio de operación vertiginoso con llevo a que de inmediato se tomara medidas una de las cuales fue realizar pruebas para mejor el rendimiento de los neumáticos. Posterior a ello en el 2017 se procede a lastar las vías con material proveniente de mina lo cual mejoro la rodadura y agarre de los neumáticos pero no fue satisfactorio para los neumáticos debido a que aun presentaban bajos rendimiento en su vida útil, el 2018 se realiza actividades de mejora en tramos significativos de la vía, Tramo 2, Tramo 3, Tramo 4, Tramo y mantenimiento rutinario en los demás tramos, estas actividades fueron consideradas mantenimiento de vía de forma empírica debido a que prácticamente no tenía diseños definidos. Pero esta actividad ya presento mejoras tanto en el rendimiento de los neumáticos de los 3 modelos de camiones que transitan en las Bambas.

A partir de ello para este año 2019 se plante realizar actividades con la intención de mejorar las vías de mayor transportabilidad durante este y el próximo año 2020.

## 6.1. Comparación de Producción en el periodo 2018 al 2019

Se hace evidente las mejoras de producción desde las mejoras realizadas en el intervalo del 2018 al 2019.

Para muestra los datos de producción mes a mes de la unidad minera las Bambas.

Tabla 22: Resumen de producción U.M las Bambas 2018 (Enero – Diciembre).

Mine Summary	Unid	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Aug-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dec-18	Total 2018
Days in Period		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Ore to Crusher	Kt	3,418	2,903	3,824	2,795	4,152	3,921	3,302	3,875	4,172	3,885	4,486	4,430	45,162
Cu Grade	%	0.97	0.73	0.87	0.97	1.04	0.93	0.81	0.75	0.85	1.05	1.06	1.05	11.09
CuS Grade	%	0.12	0.09	0.12	0.10	0.09	0.09	0.07	0.08	0.10	0.14	0.15	0.13	1.27
Mo Grade	ppm	179	158	128	221	228	180	181	189	223	234	207	277	2405
Ag Grade	g/t	4.26	3.43	3.77	4.93	5.87	3.41	3.18	3.93	5.04	6.15	6.76	6.66	57.37
Au Grade	g/t									0.10	0.12	0.13	0.12	0.46
TCuOX		0.12	0.12	0.13	0.10	0.09	0.10	0.09	0.11	0.12	0.13	0.14	0.12	1.36
Ore to Stock (*)	Kt	420	313	482	834	471	867	1,780	968	1,063	2,024	1,958	1,304	12,484
Cu Grade	%	0.74	0.86	0.47	0.52	0.67	0.44	0.53	0.49	0.50	0.33	0.38	0.40	6.33
CuS Grade	%	0.10	0.07	0.07	0.07	0.06	0.04	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.77
Mo Grade	ppm	155.91	211.51	135.33	168.23	206.02	197.10	157.57	135.35	156.16	114.90	122.82	171.95	1932.85
Ag Grade	g/t	3.98	5.65	1.81	2.41	3.40	1.79	2.08	2.36	2.23	1.39	1.79	2.01	30.88
Au Grade	g/t									0.04	0.02	0.03	0.03	0.12
TCuOX		0.14	0.09	0.15	0.13	0.09	0.10	0.10	0.13	0.12	0.17	0.16	0.13	1.51
Waste to Dump	Kt	4,342	4,101	4,183	6,388	7,803	7,883	7,794	7,845	7,559	6,713	5,045	6,337	75,993
Waste to TSF	Kt	4,550	4,431	4,897	3,511	2,746	1,819	1,890	2,261	2,244	2,750	3,150	3,255	37,505
Total Rock Mined	Kt	12,729	11,748	13,386	13,529	15,171	14,490	14,766	14,951	15,038	15,372	14,639	15,326	171,144

Respecto a la producción en al año 2019 se esta considerando el movimiento real realizado de enero a junio, para los meses subsiguientes se está tomando en cuenta los tonelajes planeados la misma que toma criterios similares de meses anteriores.

Tabla 23: Resumen de producción U.M las Bambas 2019 (Enero – Diciembre).

Mine Summary	Unid	Jan-19	Feb-19	Mar-19	Apr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Aug-19	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dec-19	Total 2019
Days in Period		31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Ore to Crusher	Kt	4,253.17	3,388.24	4,863.86	2,748.95	4,249.85	4,041.47	3,662.39	3,747.69	3,706.83	3,372.70	3,653.50	3,830.77	45,519.43
Cu Grade	%	1.00	0.84	0.79	0.86	0.88	0.80	0.79	0.95	0.96	1.07	1.05	1.00	11.00
CuS Grade	%	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	1.16
Mo Grade	ppm	288.52	219.11	205.16	177.45	181.05	163.18	115.20	102.43	100.86	106.71	114.49	112.33	1,886.48
Ag Grade	g/t	5.84	5.27	4.42	4.46	4.87	3.12	3.87	5.79	5.03	6.32	5.72	5.30	60.02
Au Grade	g/t	-	-	0.11	-	-	0.06	0.08	0.11	0.12	0.14	0.12	0.12	0.86
TCuOX		0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.11	0.13	0.13	0.12	0.11	0.12	0.12	1.25
Ore to Stock (*)	Kt	1,087.18	1,053.09	897.56	307.51	506.41	1,546.55	1,959.31	608.90	545.90	978.82	1,045.68	510.41	11,047.31
Cu Grade	%	0.42	0.43	0.54	0.67	0.64	0.43	0.25	0.23	0.21	0.25	0.27	0.26	4.58
CuS Grade	%	0.04	0.04	0.05	0.09	0.06	0.07	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.53
Mo Grade	ppm	167.09	166.36	169.67	202.25	162.48	120.49	90.80	80.47	99.28	73.89	66.31	92.63	1,491.74
Ag Grade	g/t	1.81	2.03	3.01	3.83	3.47	0.58	0.83	0.75	0.71	0.93	1.26	0.82	20.03
Au Grade	g/t	0.00	0.00	0.02	-	-	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.13
TCuOX		0.09	0.08	0.09	0.13	0.09	0.16	0.12	0.13	0.12	0.14	0.14	0.10	1.41
Waste to Dump	Kt	7,630.93	6,553.42	6,329.31	4,664.93	7,711.04	7,275.00	7,638.29	8,945.37	9,642.34	8,641.48	8,563.04	9,547.83	93,143
Waste to TSF	Kt	3,013.40	2,271.48	2,380.00	1,205.98	2,436.68	2,400.00	2,790.00	3,100.00	3,150.00	3,255.00	3,150.00	2,790.00	31,942.55
Total Rock Mined	Kt	15,984.7	13,266.2	14,470.7	8,927.4	14,904.0	15,383.5	16,950.0	16,402.0	17,045.1	16,248.0	16,412.2	16,679.0	181,772.8

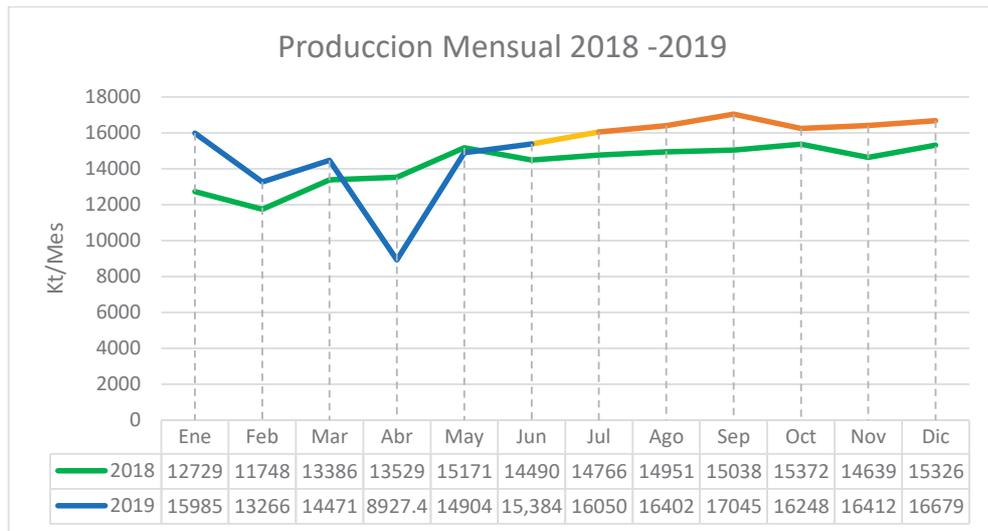


Figura 58: Cuadro comparativo de producción del 2018 al 2019

En la Figura 58 se evidencia que en los tres primeros meses se presenta un incremento en el tonelaje movido haciendo evidente que el mantenimiento de vías está influyendo positivamente en la producción.

Lo ocurrido en el mes de abril es un caso puntual debido a problemas sociales y bloqueo de vías razón por la cual no se pudo cumplir la cuota prevista.

Para cumplir el tonelaje indicado de julio a diciembre del 2019 es necesario realizar los mantenimientos tanto correctivos como rutinarios, ambos suman a mejorar la productividad de la unidad minera Las Bambas.

## 6.2. Comparación de velocidades de acarreo.

En base al registro en el sistema de gestión de flota, DISPATCH® nos ayuda a registrar la información de acuerdo a cada nodo generado en el sistema. Cada uno de los cuales tiene información de la elevación, longitud entre nodos, etc.



Ya con la información de velocidades podemos corroborar si lo planteado anteriormente respecto a las mejoras en las condiciones de acarreo están siendo los esperados.



Figura 61: Velocidad media de equipo de acarreo cargado.



Figura 62: Velocidad media de equipos de acarreo en vacío.

En la figura 61 y 62 se hace un comparativo de las velocidades medias del 2018 y lo que va del año 2019 hasta el mes de junio, en esta grafica refleja lo ya visto anteriormente en la graficas de producción. Esto incrementa las evidencias para demostrar lo ya mencionado en las hipótesis planteadas al inicio de la investigación.



Figura 63: Precipitaciones pluviales de los últimos del 2015 al 2019.

La figura 63 donde nos muestra los meses con mayor precipitación en el año, esta grafica muestra los meses de Octubre a marzo con altos niveles de lluvia la misma que merma significativamente en la velocidad media de los equipos de acarreo esto puede hacerse un comparativo con las figuras 61 y 62.

### 6.3. Distancia equivalente

La distancia equivalente es un comparativo del recorrido en un plano horizontal y una vía inclinada. Esta distancia es marcada por la pendiente.



Figura 64: Distancia equivalente.

### 6.4. Comparación de consumo de Diesel

El consumo de combustible es uno de los factores de influencia directa en los costos operativos razón por la cual siempre se hacemos el constante seguimiento de consumo, en este caso a mayor sea el esfuerzo generen los camiones al transitar se consumirá

más combustible, esto, aunque las condiciones de las vías estén en óptimas condiciones.

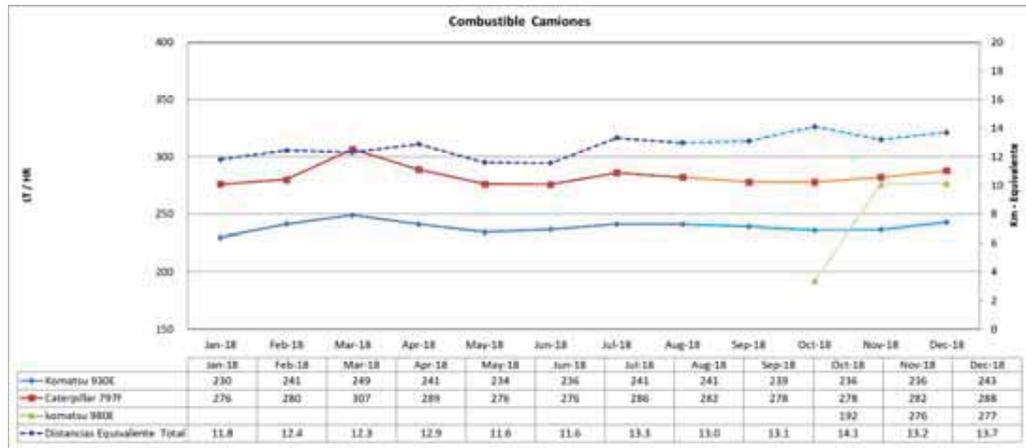


Figura 65: Comparación de consumo de combustible de acuerdo a la distancia equivalente que recorren (Enero – Diciembre del 2018).

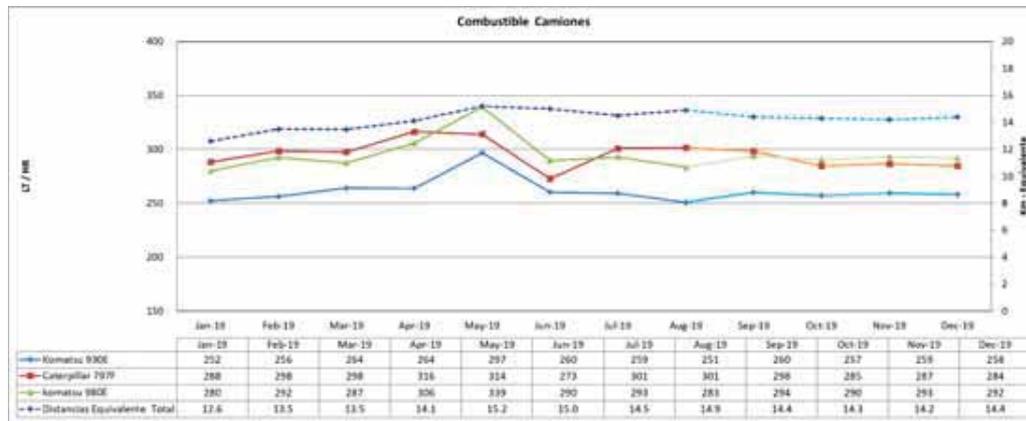


Figura 66: Comparación de consumo de combustible de acuerdo a la distancia equivalente que recorren (Enero – Junio del 2019) los meses julio a diciembre son fechas aun no contabilizadas, a la fecha del Julio a Diciembre son tomados con o datos referenciales.

Tabla 6.4-1: Comparacion de consumo de combustible de acuerdo a la distancia equivalente que recorren (Enero – Diciembre del 2018).

Consumo Combustible		Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Aug-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dec-18
Komatsu 930E	Hrs	24,482	22,542	24,914	24,878	25,266	24,789	26,248	25,927	25,291	25,453	24,527	25,231
Caterpillar 797F	Hrs	4,554	4,411	4,162	4,707	4,635	4,475	5,156	5,156	5,082	4,994	4,795	4,951
komatsu 980E	Hrs						-	-	-	-	2,825	2,722	2,800
Komatsu 930E	lt/hr	230	241	249	241	234	236	241	241	239	236	236	243
Caterpillar 797F	lt/hr	276	280	307	289	276	276	286	282	278	278	282	288
komatsu 980E	lt/hr										192	276	277
Komatsu 930E	lt	5,628,712	5,436,901	6,202,798	5,997,615	5,702,600	5,862,366	6,325,781	6,248,386	6,044,549	5,999,947	5,793,128	6,127,126
Caterpillar 797F	lt	1,256,443	1,235,676	1,276,254	1,359,778	1,279,680	1,233,847	1,474,593	1,453,969	1,412,796	1,386,577	1,352,162	1,424,568
komatsu 980E	lt								-	-	542,838	750,819	775,301
Distancia Equivalente	Km	11.8	12.4	12.3	12.9	11.6	11.6	13.3	13.0	13.1	14.1	13.2	13.7

Tabla 6.4-2: Comparacion de consumo de combustible de acuerdo a la distancia equivalente que recorren (Enero – Junio del 2019).

Consumo Combustible		Jan-19	Feb-19	Mar-19	Apr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Aug-19	Sep-19	Oct-19	Nov-19	Dec-19
Komatsu 930E	Hrs	25,927	23,950	23,793	26,231	27,407	25,094	26,222	25,930	25,376	26,222	25,094	26,222
Caterpillar 797F	Hrs	5,362	4,844	5,126	2,368	5,424	5,075	7,575	7,575	7,247	7,575	7,414	8,741
komatsu 980E	Hrs	2,977	2,542	2,655	1,376	2,980	2,884	2,980	2,980	2,884	2,980	2,884	2,980
Komatsu 930E	lt/hr	252	256	264	264	297	260	259	251	260	257	259	258
Caterpillar 797F	lt/hr	288	298	298	316	314	273	301	301	298	285	287	284
komatsu 980E	lt/hr	280	292	287	306	339	290	293	283	294	290	293	292
Komatsu 930E	lt	6,539,189	6,131,220	6,281,464	6,918,422	8,132,257	6,527,995	6,795,919	6,502,606	6,597,240	6,737,540	6,511,240	6,766,730
Caterpillar 797F	lt	1,545,449	1,445,251	1,525,275	748,991	1,703,061	1,384,502	2,279,105	2,282,519	2,162,711	2,155,682	2,124,857	2,486,441
komatsu 980E	lt	833,057	742,796	763,117	420,577	1,011,138	835,145	872,658	844,376	847,146	865,161	845,497	868,910
Distancia Equivalente	Km	12.6	13.5	13.5	14.1	15.2	15.0	14.5	14.9	14.4	14.3	14.2	14.4

## 6.5. Comparación de Disponibilidad y Utilización

Siendo las Bambas una de las operaciones mineras más grandes a nivel mundial no debemos se podría considerar un estándar no estar por debajo del 80% de disponibilidad y su respectivo uso.



Figura 67: Muestra el número de equipos de acarreo que cuenta las Bambas.



Figura 68: Muestra la disponibilidad de los equipos de acarreo haciendo un comparativo entre el 2018 hasta junio 2019



Figura 69: Muestra el uso de la disponibilidad de los equipos de acarreo haciendo un comparativo entre el 2018 hasta junio 2019

## 6.6. Rendimiento de neumático.

Es un factor principal para darnos cuenta de cómo va andando las vías, es rendimiento en la vida útil de los neumáticos. El costo de estos neumáticos supera los 40,000 dólares americanos, no realizar un control y seguimiento adecuado de los mismo a la larga representaría gastos significativos que podrían variar nuestros costos operacionales.

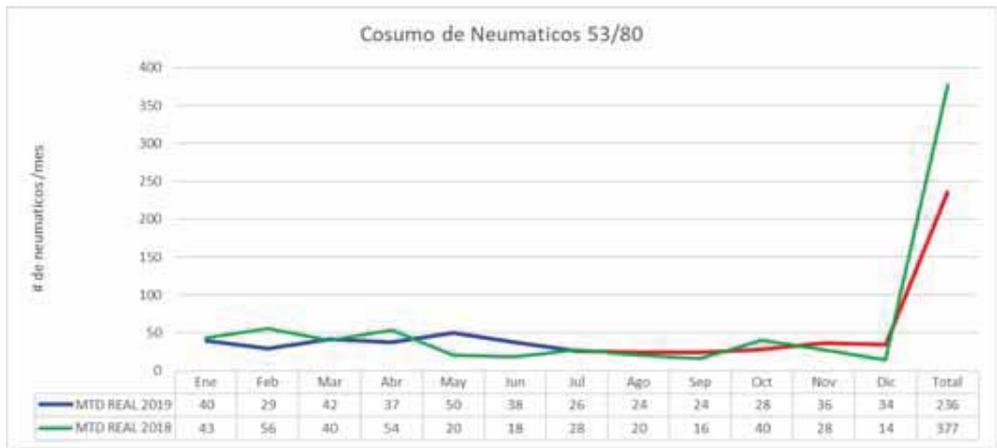


Figura 70: Representa el consumo comparativo de neumáticos de aro 53/80 de 2018 a junio del 2019.

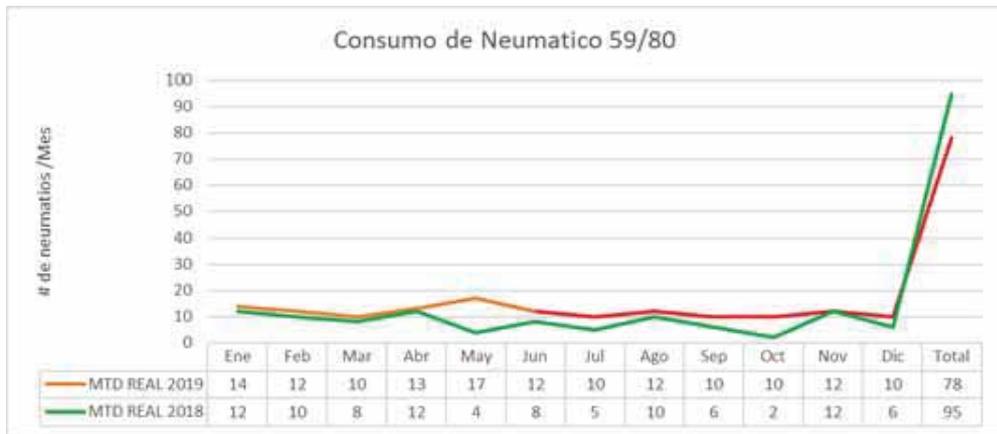


Figura 71: Representa el consumo comparativo de neumáticos de aro 59/80 de 2018 a junio del 2019.

Estos consumos reflejan lo importante que es cuidar los neumáticos por la cantidad y costo que reflejan en la operación.

Ahora lo que marcará si estamos controlando adecuadamente la velocidad, capacidad de carga y estado de la conservación de las vías será el rendimiento promedio de las llantas.

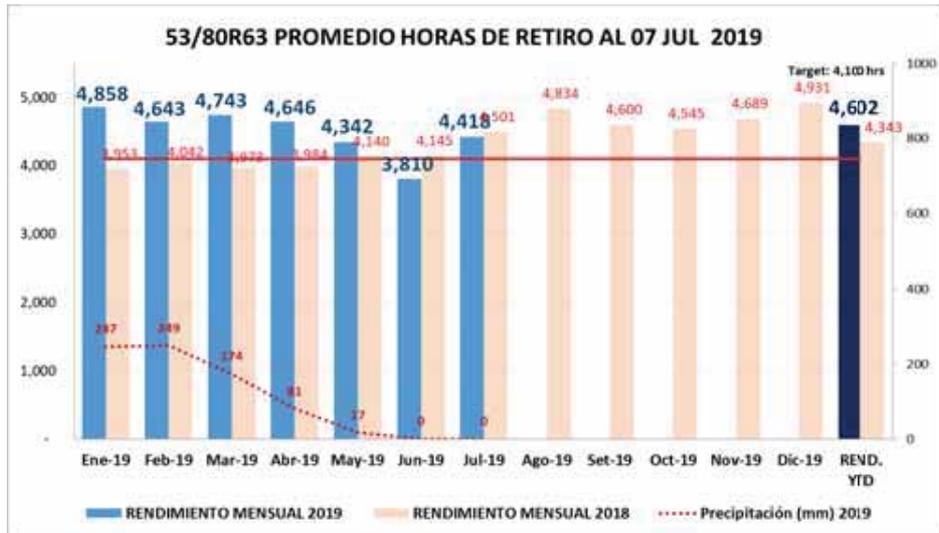


Figura 72: Representa el rendimiento comparativo de neumáticos de aro 53/80 de 2018 a la primera semana de julio del 2019.

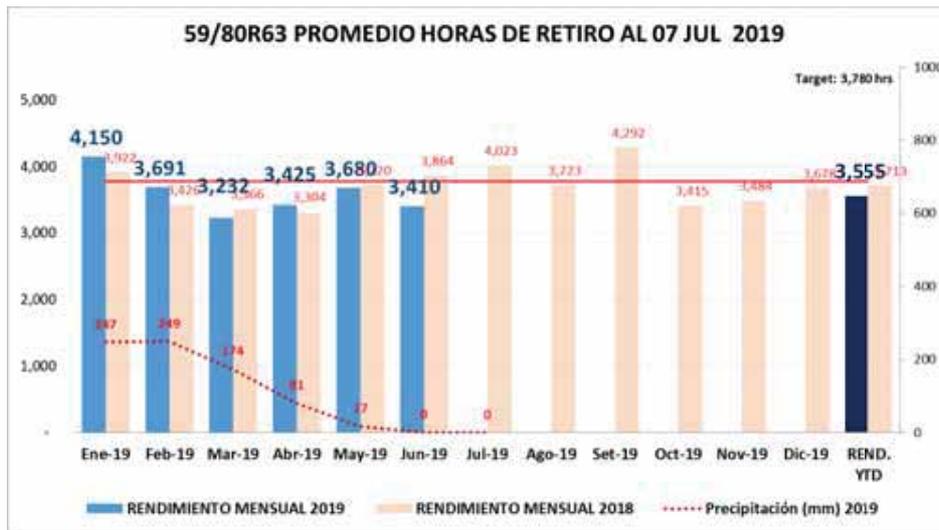


Figura 73: Representa el rendimiento comparativo de neumáticos de aro 59/80 de 2018 a la primera semana de julio del 2019.

## CONCLUSIONES

Respecto maestro problema de investigación podemos indicar que el mantenimiento de las vías de acarreo está directamente relacionado con la productividad, llegamos a esta conclusión viendo el incremento de material movido del tajo Ferrobamba pese a que se presenta mayores longitudes de acarreo esto producto de que día a día se profundiza más el Pit, realizando un comparativo de productividad entre el 2018-2019 tenemos un incremento de 4.19 % en toneladas movidas y respecto al rendimiento de los neumáticos en este mis periodo de 5.96%.

Luego de realizado el análisis podemos indicar que no es conveniente reducir los periodos de mantenimiento habiendo determinado dos criterios de mantenimiento (Rutinario o preventivo y correctivo) en este caso se hace necesario el mantenimiento preventivo casi diario y prácticamente imperceptible para la operación en vista que no genera demoras significativas, con ello podemos incrementar la durabilidad de la carpeta de rodadura que deberá ir entre 25 a 30 centímetros de espesor con una granulometría de 3” de diámetro.

Otros factores importantes para incrementar la durabilidad de la carpeta de rodadura es la adecuada selección de los materiales que van a ser previamente chancados, esta roca deberá ser resistent a la erosión y a la humedad, un adecuado diseño de la pendiente transversal ayudar a drenar el agua hacia las cunetas, estas cunetas deben tener un cause continuo sin interrupciones en el flujo, mantener las cunetas limpias y evitar que las vías se encalaminen.

En la U.M Las bambas se cuenta con dos estaciones claramente marcadas una que es época de secas y la otra con lluvias constantes tal como lo muestra la Figura 63. Es notar que la baja en las velocidades de los equipos tanto cargados como vacíos se debe a los riesgos principalmente de derrape y pérdida de control de las unidades, esta resta de velocidad afecta directamente al ciclo de minado por ende a la productividad, de no mantener cunetas y sistemas de drenaje se generaría daños prematuros en la carpeta de rodadura y la vía misma.

Los costos del proceso de mantenimiento serán reducidos notablemente si usamos los materiales adecuados en la vía, la granulometría de material chancado de 3” ayudara a una mejor tracción de los equipos, pero también resistirán mucho más al tránsito de los equipos pesados, recordemos que un retrabajo genera costo innecesario.

## RECOMENDACIONES

La Gestión de mantenimiento de una vía es responsabilidad de todos, el incremento de los KPIs estará siempre sujeto al trabajo en equipo. Por ende, el cumplimiento de las características de diseño de una vía y posterior ejecución bajo esos lineamientos ayudaran a mantener el performance de una vía de altos estándares de calidad.

El mantenimiento correctivo de las vías siempre tiene que ser planeado, previo diseño y con cronogramas aprobados esto nos ayuda a identificar nuestras necesidades y posibles falencias antes de iniciar la actividad, esto nos permite reducir las demoras por interferencia de vías de acarreo principal, esto a su vez nos ayuda a controlar los recursos empleados en la actividad lo cual siempre hace tener el control de los costos.

Es importante mantener las vías con una rasante uniforme para mantener velocidades constantes al momento del acarreo, esto también nos ayuda a reducir los desprendimientos por temperatura de los neumáticos 53/80 y 59/80.

Siempre pensemos en la seguridad, ante todo, el factor humano siempre es importante dentro de toda organización y tener un trabajador seguro genera tener asegurada nuestra producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barra Nayhua, J. P. (2017). *Repositorio UNSA*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2405/MIbanajp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernaola Alonso, J., Castilla Gómez, J., & Herrera Herbert, J. (2013). *Perforación Y Voladura De Rocas En Minería*. Madrid: Laboratorio De Tecnologías Mineras .
- Chavez Chugnas, J. C. (06 de 2015). *www.Adademia.edu*. Obtenido de Universidad Nacional De Cajamarca, Cajamarca, Alumnus: [https://www.academia.edu/18093279/CARGUIO\\_Y\\_ACARREO](https://www.academia.edu/18093279/CARGUIO_Y_ACARREO)
- Decreto Supremo N° 023-2017-EM. (2017). *Diario oficial el Peruano*. Obtenido de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-diversos-articulos-y-anexos-del-reglamento-de-segu-decreto-supremo-n-023-2017-em-1555418-2/>
- Gómez Gómez, G. D. (2017). *Repositorio Unsa*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3252/MIgogogd10.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hidalgo, T., López, I., Pincheira, J., & Troncoso, A. (s.f.). *www.U-Cursos.Cl*. Obtenido de [https://www.u-cursos.cl/usuario/0aa8cf970f34da4081605da3f277ecbf/mi\\_blog/r/Mineria\\_MI3130.pdf](https://www.u-cursos.cl/usuario/0aa8cf970f34da4081605da3f277ecbf/mi_blog/r/Mineria_MI3130.pdf)
- Hustrulid, W., Kuchta, M., & R., M. (2013). *Pen Pit Mine Planning & Design*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Marinovich Azabache, F. A. (2016). *Repositorio Institucional UNITRU*. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/5341/MARINOVICH%20AZABACHE%20c%20Frano%20Antun.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maruri Meza, D. (2016). *Repositorio Institucional UNAMBA*. Obtenido de <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/530>
- Mauricio Quiquia, G. (2015). *Repositorio Institucional - UNI*. Obtenido de <https://docplayer.es/58803028-Universidad-nacional-de-ingenieria.html>
- McTiernan, D., & Elazar, N. (2016). *Guía Para El Diseño De La Red Vial De Las Bambas*.
- Minera Las Bambas S.A. (2016). *Informe Técnico Minero Para Autorización De Funcionamiento De La Pila De Mineral De Baja Ley Temporal (Stock Pile) Primera Fase, Proyecto "Las Bambas"*. Apurímac.
- Roberts, J., Sen, R., & McTiernan, D. (2016). *Guía Para El Diseño De Calzadas De Caminos De Acarreo En Las Bambas*.

- Saldaña Tumbay, A. D. (2013). *Repositorio Institucional - UNI*. Obtenido de [https://www.academia.edu/34699860/UNIVERSIDAD\\_NACIONAL\\_DE\\_INGENIER%C3%8DA\\_ANTHONY\\_DENNIS\\_SALDA%C3%91A\\_TUMBAY?auto=download](https://www.academia.edu/34699860/UNIVERSIDAD_NACIONAL_DE_INGENIER%C3%8DA_ANTHONY_DENNIS_SALDA%C3%91A_TUMBAY?auto=download)
- SNC - Lavalin Perú. (2018). *Caracterización De Impactos Ambientales Y Sociales*. Apurímac.
- SNC - Lavalin Perú. (2018). *Descripción Del Proyecto*. Apurímac.
- SNC - Lavalin Perú. (2018). *Estrategia De Manejo Ambiental*. Apurímac.
- SNC - Lavalin Perú. (2018). *Línea Base*. Apurímac.
- SNC - Lavalin Perú. (2018). *Plan De Participación Ciudadana* . Apurímac.
- SNC - Lavalin Perú. (2018). *Resumen Ejecutivo De La Tercera Modificación Del Estudio De Impacto Ambiental De La Unidad Minera Las Bambas*. Apurímac.
- Thompson, R. (2012). *El Diseño, Construcción y Mantenimiento De los Caminos de la Mina*.
- Yarmuch Guzmán, J. L. (2012). *Repositorio Académico De La Universidad De Chile*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/102798>

## ANEXOS

### ANEXO 01: Vías en mal estado.



ANEXO 02: Mantenimiento de vías de acarreo



ANEXO 03: Vías en buen estado



ANEXO 04: Problemas de drenaje superficial.

- Frente de minado (pala y cargador)



- Sistema de drenaje (Cunetas, canales y alcantarillado)



ANEXO 04: óptimo de drenaje superficial.

- Frente de minado (pala y cargador)



- Sistema de drenaje (Cunetas, canales y Alcantarillas)



## ANEXO 05: Drenaje subterráneo

- Subredes.



- Pozos Verticales



- Pozos Horizontales



ANEXO 06: Conformación de muros de seguridad



ANEXO 07: Regado de vías

- Aplicando Cisternas de Agua



- Aplicando aspersores de agua.

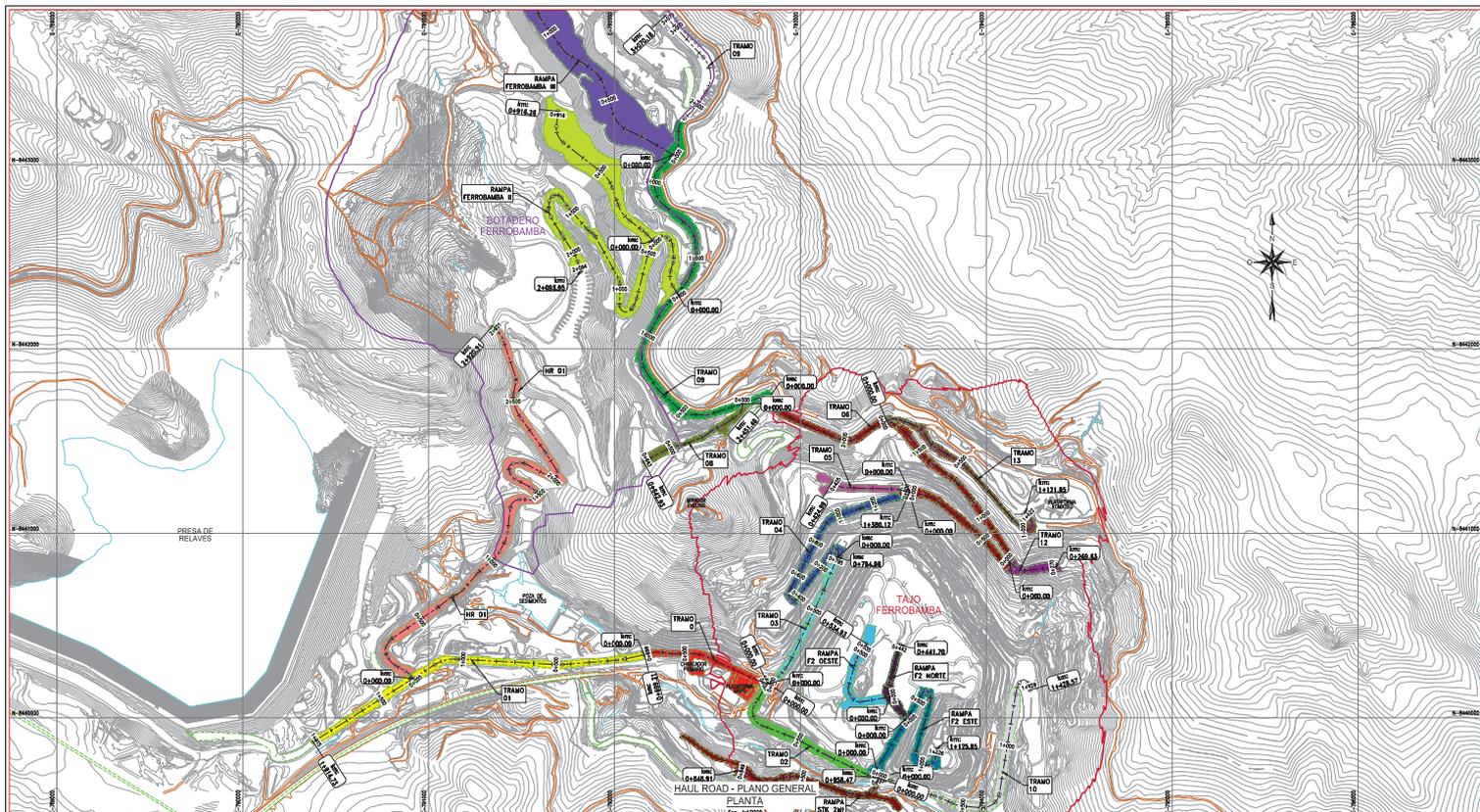


ANEXO 07: Señalización de vías



ANEXO 08:

Plano General de rutas de Acarreo – Unidad Mineras Las Bambas



HAUL ROAD - PLANO GENERAL  
PLANTA  
Etc. 1:10000

LEYENDA	
	CURVAS PRIMARIAS
	CURVAS SECUNDARIAS
	CSF
	RIOS
	LAGUNA
	BOFEDA
	ACCESOS EXISTENTES
	HAUL ROAD EXISTENTE
	ESTRUCTURAS
	PUNTO TOPOGRAFICO
	SENTIDO DE FLUJO

LEYENDA DE HAUL ROAD	
	TRAMO 0
	TRAMO 01
	TRAMO 02
	TRAMO 03
	TRAMO 04
	TRAMO 05
	TRAMO 06
	TRAMO 08
	TRAMO 09
	TRAMO 10
	TRAMO 12
	TRAMO 13
	RAMPA FERROBAMBA I
	RAMPA FERROBAMBA II
	HPI

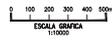
LEYENDA DE HAUL ROAD	
	RAMPA FZ ESTE
	RAMPA FZ NORTE
	RAMPA FZ OESTE
	RAMPA STK 200

CUADRO DE KILOMETRAJE				
ITEM	PROG. INICIO	PROG. FIN	DESCRIPCION	km
1	0+000.00	0+609.85	Tramo 0	0.700
2	0+000.00	1+019.12	Tramo 01	1.019
3	0+000.00	0+958.47	Tramo 02	0.958
4	0+000.00	0+794.36	Tramo 03	0.795
5	0+000.00	1+380.10	Tramo 04	1.380
6	0+000.00	0+418.48	Tramo 05	0.418
7	0+000.00	2+451.48	Tramo 06	2.451
8	0+000.00	0+448.33	Tramo 08	0.448
9	0+000.00	3+070.78	Tramo 09	3.071
10	0+000.00	1+403.87	Tramo 10	1.404
11	0+000.00	0+388.63	Tramo 12	0.379
12	0+000.00	1+121.95	Tramo 13	1.122
13	0+000.00	2+802.89	Rampa Ferros. I	2.803
14	0+000.00	1+223.08	Rampa Ferros. II	1.223
15	0+000.00	2+802.89	HPI	2.803

CUADRO DE KILOMETRAJE				
ITEM	PROG. INICIO	PROG. FIN	DESCRIPCION	km
16	0+000.00	1+122.95	Rampa FZ Este	1.128
17	0+000.00	0+417.70	Rampa FZ Norte	0.418
18	0+000.00	0+524.85	Rampa FZ Oeste	0.525
19	0+000.00	0+948.91	Rampa STK 200	0.949

NOTAS:  
1. EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM BOG 84, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.  
2. DIMENSIONES Y ANGULOS MOSTRADOS EN METROS, SALVO INDICACION.  
3. LA ESCALA CADA VEINTICINCO ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-2 CONSIDERAR EL DOBLE

REFERENCIAS:  
1. TOPOGRAFIA DE PLANEAMIENTO MINA.



REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBADO

**COMPAÑIA MINERA LAS BAMBAS**

PLANEAMIENTO MINA	<b>TAJO FERROBAMBA</b>
DISEÑO: PM REVISO: PM FECHA: 15/06/2016	PLANO: <b>HAUL ROAD          PLANO GENERAL          PLANTA</b>
	ESCALA: NUMERO DE PLANO: INDICADA: PM-TOP-GEN-001
	REV: 0

ANEXO 09:

Cronograma de Mantenimiento de vías – Unidad Mineras Las Bambas

Gronograma de actividades - Mantenimiento Programado de vías 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Preced	Mar	Qtr 2, 2019	Qtr 3, 2019	Qtr 4, 2019				
									Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct
1		<b>Gantt General</b>	<b>170.62 days</b>	<b>Mon 1/4/19</b>	<b>Wed 18/9/19</b>	<b>42%</b>			96%						42%
2		<b>TRAMO 6</b>	<b>80.71 days</b>	<b>Mon 1/4/19</b>	<b>Thu 20/6/19</b>	<b>96%</b>			96%						
3		<b>MEJORAMIENTO HAUL ROAD</b>	<b>22.24 days</b>	<b>Mon 1/4/19</b>	<b>Tue 23/4/19</b>	<b>100%</b>			100%						
4		Corte y conformacion	12.59 days	Mon 1/4/19	Sat 13/4/19	100%			100%						
5		Excavacion para mejoramiento	6.01 days	Mon 1/4/19	Sun 7/4/19	100%	4SS		100%						
6		Relleno, conformacion y compactado para Mejoramiento	5.36 days	Mon 1/4/19	Sat 6/4/19	100%	4SS		100%						
7		Relleno Capa de Rodadura	16.88 days	Sat 6/4/19	Tue 23/4/19	100%	6		100%						
8		<b>SUBDRENES EN CUNETETA</b>	<b>18.98 days</b>	<b>Mon 1/4/19</b>	<b>Fri 19/4/19</b>	<b>100%</b>			100%						
9		<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-890(Long.643.00mt)</b>	<b>7.98 days</b>	<b>Mon 1/4/19</b>	<b>Mon 8/4/19</b>	<b>100%</b>			100%						
10		Excavacion en roca con voladura controlada	1.82 days	Mon 1/4/19	Tue 2/4/19	100%			100%						
11		Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	3.57 days	Tue 2/4/19	Sat 6/4/19	100%	10		100%						
12		Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=	3.22 days	Tue 2/4/19	Sat 6/4/19	100%	10		100%						
13		Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	1.12 days	Sat 6/4/19	Sun 7/4/19	100%	12		100%						
14		Relleno material filtro (Grava D=2.5")	0.67 days	Sun 7/4/19	Sun 7/4/19	100%	13		100%						
15		Eliminacion de material excedente	1.82 days	Sun 7/4/19	Mon 8/4/19	100%	13		100%						
16		<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-544(Long.1033.00mt)</b>	<b>12.82 days</b>	<b>Sun 7/4/19</b>	<b>Fri 19/4/19</b>	<b>100%</b>			100%						
17		Excavacion en roca con voladura controlada	2.93 days	Sun 7/4/19	Wed 10/4/19	100%	13		100%						
18		Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	0.57 days	Wed 10/4/19	Wed 10/4/19	100%	17		100%						
19		Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=	5.17 days	Wed 10/4/19	Mon 15/4/19	100%	17		100%						
20		Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	1.79 days	Mon 15/4/19	Wed 17/4/19	100%	19		100%						
21		Relleno material filtro (Grava D=2.5")	1.08 days	Wed 17/4/19	Thu 18/4/19	100%	20		100%						
22		Eliminacion de material excedente	2.93 days	Wed 17/4/19	Fri 19/4/19	100%	20		100%						
23		<b>CANALES</b>	<b>10.85 days</b>	<b>Wed 29/5/19</b>	<b>Sat 8/6/19</b>	<b>81%</b>									
24		<b>CANAL CA-832 (Long.38mt)</b>	<b>2.13 days</b>	<b>Wed 29/5/19</b>	<b>Fri 31/5/19</b>	<b>0%</b>									
25		Excavacion en roca con voladura controlada	0.68 days	Wed 29/5/19	Wed 29/5/19	0%			0%						
26		Instalacion Geotextil	0.82 days	Wed 29/5/19	Thu 30/5/19	0%	25		0%						
27		Instalacion Geomembrana	0.82 days	Wed 29/5/19	Thu 30/5/19	0%	25		0%						
28		Construccion y conformacion de berma	0.38 days	Thu 30/5/19	Thu 30/5/19	0%	27		0%						
29		Eliminacion de material excedente	0.25 days	Thu 30/5/19	Fri 31/5/19	0%	28		0%						
30		<b>CANAL CA-824 (Long.165mt)</b>	<b>9.35 days</b>	<b>Thu 30/5/19</b>	<b>Sat 8/6/19</b>	<b>100%</b>			100%						
31		Excavacion en roca con voladura controlada	3 days	Thu 30/5/19	Sun 2/6/19	100%	27		100%						
32		Instalacion Geotextil	3.55 days	Sun 2/6/19	Thu 6/6/19	100%	31		100%						
33		Instalacion Geomembrana	3.55 days	Sun 2/6/19	Thu 6/6/19	100%	31		100%						
34		Construccion y conformacion de berma	1.65 days	Thu 6/6/19	Fri 7/6/19	100%	33		100%						
35		Eliminacion de material excedente	1.15 days	Fri 7/6/19	Sat 8/6/19	100%	34		100%						
36		<b>CUNETAS</b>	<b>12.94 days</b>	<b>Sat 6/4/19</b>	<b>Fri 19/4/19</b>	<b>100%</b>			100%						
37		Construccion, Limpieza y mantenimiento de cunetas	10.5 days	Sat 6/4/19	Tue 16/4/19	100%	6		100%						
38		Eliminacion de material excedente y lodo	2.44 days	Tue 16/4/19	Fri 19/4/19	100%	37		100%						
39		<b>POZAS DE SEDIMENTACION</b>	<b>63 days</b>	<b>Mon 8/4/19</b>	<b>Mon 10/6/19</b>	<b>46%</b>									
40		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-832</b>	<b>2.02 days</b>	<b>Mon 3/6/19</b>	<b>Wed 5/6/19</b>	<b>0%</b>									
41		Excavacion en roca con voladura controlada	0.73 days	Mon 3/6/19	Mon 3/6/19	0%			0%						

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

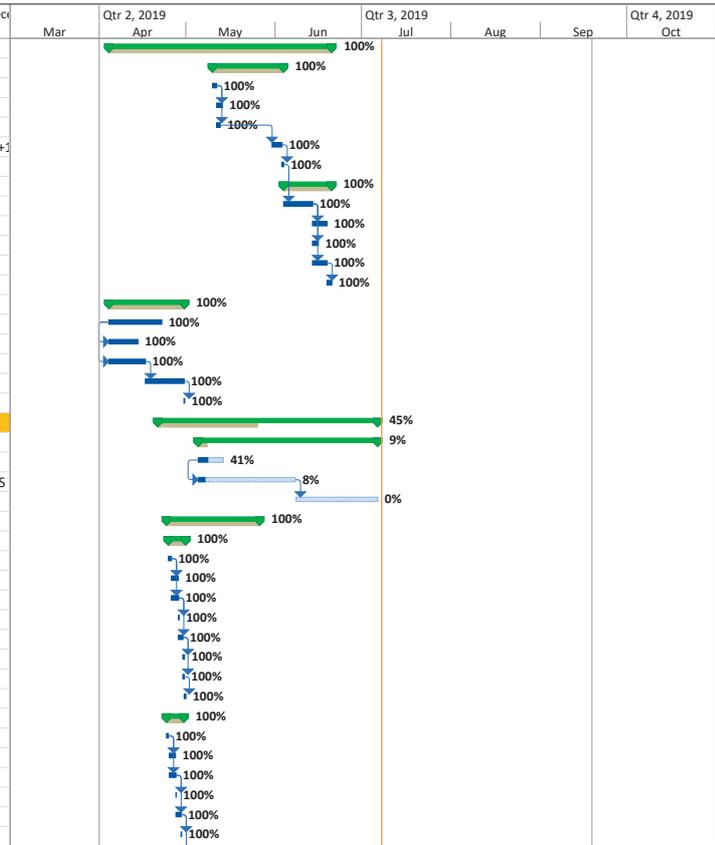
Gronograma de actividades - Mantenimiento Programadode vias 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
42		Construccion y conformacion de berma	0.6 days	Mon 3/6/19	Tue 4/6/19	0%	41					0%						
43		Eliminacion de material excedente	0.69 days	Tue 4/6/19	Wed 5/6/19	0%	42					0%						
44		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-824</b>	<b>2.02 days</b>	<b>Wed 5/6/19</b>	<b>Fri 7/6/19</b>	<b>100%</b>						100%						
45		Excavacion en roca con voladura controlada	0.73 days	Wed 5/6/19	Wed 5/6/19	100%	43					100%						
46		Construccion y conformacion de berma	0.6 days	Wed 5/6/19	Thu 6/6/19	100%	45					100%						
47		Eliminacion de material excedente	0.69 days	Thu 6/6/19	Fri 7/6/19	100%	46					100%						
48		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-948</b>	<b>1.01 days</b>	<b>Fri 7/6/19</b>	<b>Sat 8/6/19</b>	<b>0%</b>						0%						
49		Excavacion en roca con voladura controlada	0.37 days	Fri 7/6/19	Fri 7/6/19	0%	47					0%						
50		Construccion y conformacion de berma	0.3 days	Fri 7/6/19	Fri 7/6/19	0%	49					0%						
51		Eliminacion de material excedente	0.34 days	Fri 7/6/19	Sat 8/6/19	0%	50					0%						
52		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-003</b>	<b>2.02 days</b>	<b>Sat 8/6/19</b>	<b>Mon 10/6/19</b>	<b>0%</b>						0%						
53		Excavacion en roca con voladura controlada	0.73 days	Sat 8/6/19	Sat 8/6/19	0%	51					0%						
54		Construccion y conformacion de berma	0.6 days	Sat 8/6/19	Sun 9/6/19	0%	53					0%						
55		Eliminacion de material excedente	0.69 days	Sun 9/6/19	Mon 10/6/19	0%	54					0%						
56		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-168</b>	<b>2.23 days</b>	<b>Mon 8/4/19</b>	<b>Wed 10/4/19</b>	<b>100%</b>						100%						
57		Excavacion en roca con voladura controlada	0.33 days	Mon 8/4/19	Mon 8/4/19	100%						100%						
58		Excavacion en terreno comun	0.44 days	Mon 8/4/19	Mon 8/4/19	100%	57					100%						
59		Construccion y conformacion de berma	0.75 days	Mon 8/4/19	Tue 9/4/19	100%	58					100%						
60		Eliminacion de material excedente	0.71 days	Tue 9/4/19	Wed 10/4/19	100%	59					100%						
61		<b>ALCANTARILLAS</b>	<b>22.4 days</b>	<b>Mon 1/4/19</b>	<b>Tue 23/4/19</b>	<b>100%</b>						100%						
62		<b>Alcantarilla A-863 Incluye 2 Cajas (Long.74mt)</b>	<b>5.27 days</b>	<b>Thu 18/4/19</b>	<b>Tue 23/4/19</b>	<b>100%</b>						100%						
63		Excavacion en roca con voladura controlada	0.91 days	Thu 18/4/19	Fri 19/4/19	100%	21					100%						
64		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.02 days	Fri 19/4/19	Fri 19/4/19	100%	63					100%						
65		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.64 days	Fri 19/4/19	Sat 20/4/19	100%	64					100%						
66		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.6 days	Sat 20/4/19	Sun 21/4/19	100%	65					100%						
67		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.08 days	Sun 21/4/19	Sun 21/4/19	100%	66					100%						
68		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Sun 21/4/19	Mon 22/4/19	100%	67					100%						
69		Construccion y conformacion de berma	0.7 days	Mon 22/4/19	Tue 23/4/19	100%	68					100%						
70		Eliminacion de material excedente	0.32 days	Tue 23/4/19	Tue 23/4/19	100%	69					100%						
71		<b>ALCANTARILLA A-106 Incluye 2 Cajas (Long.88.60m)</b>	<b>5.69 days</b>	<b>Mon 1/4/19</b>	<b>Sat 6/4/19</b>	<b>100%</b>						100%						
72		Excavacion en roca con voladura controlada	0.95 days	Mon 1/4/19	Mon 1/4/19	100%						100%						
73		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.02 days	Mon 1/4/19	Mon 1/4/19	100%	72					100%						
74		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.97 days	Mon 1/4/19	Wed 3/4/19	100%	73					100%						
75		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.71 days	Wed 3/4/19	Thu 4/4/19	100%	74					100%						
76		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.1 days	Thu 4/4/19	Thu 4/4/19	100%	75					100%						
77		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Thu 4/4/19	Fri 5/4/19	100%	76					100%						
78		Construccion y conformacion de berma	0.7 days	Fri 5/4/19	Sat 6/4/19	100%	77					100%						
79		Eliminacion de material excedente	0.24 days	Sat 6/4/19	Sat 6/4/19	100%	78					100%						

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

Gronograma de actividades - Mantenimiento Programado de vías 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
80		<b>RAPIDAS</b>	<b>77.71 days</b>	<b>Thu 4/4/19</b>	<b>Thu 20/6/19</b>	<b>100%</b>												
81		<b>RAPIDA R-863(Long.80.00mt)</b>	<b>24.94 days</b>	<b>Fri 10/5/19</b>	<b>Mon 3/6/19</b>	<b>100%</b>												
82		Excavacion en roca con Martillo Hidraulico	1.79 days	Fri 10/5/19	Sat 11/5/19	100%												
83		Excavacion en terreno comun	2 days	Sat 11/5/19	Mon 13/5/19	100%	82											
84		Relleno Material de Zona	1.15 days	Sat 11/5/19	Sun 12/5/19	100%	82											
85		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	3.2 days	Thu 30/5/19	Mon 3/6/19	100%	84FS+											
86		Construccion y conformacion de berma	0.8 days	Mon 3/6/19	Mon 3/6/19	100%	85											
87		<b>RAPIDA R-948(Long.177.00mt)</b>	<b>16.77 days</b>	<b>Mon 3/6/19</b>	<b>Thu 20/6/19</b>	<b>100%</b>												
88		Excavacion en roca con Martillo Hidraulico	10 days	Mon 3/6/19	Thu 13/6/19	100%	86											
89		Excavacion en terreno comun	5 days	Thu 13/6/19	Tue 18/6/19	100%	88											
90		Relleno Material de Zona	2 days	Thu 13/6/19	Sat 15/6/19	100%	88											
91		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	5 days	Thu 13/6/19	Tue 18/6/19	100%	88											
92		Construccion y conformacion de berma	1.77 days	Tue 18/6/19	Thu 20/6/19	100%	91											
93		<b>RAPIDA R-168 Incluye Disipadores (Long.330.00mt)</b>	<b>26.63 days</b>	<b>Thu 4/4/19</b>	<b>Tue 30/4/19</b>	<b>100%</b>												
94		Excavacion en roca con Martillo Hidraulico	18.7 days	Thu 4/4/19	Mon 22/4/19	100%												
95		Excavacion en terreno comun	10.24 days	Thu 4/4/19	Sun 14/4/19	100%	94SS											
96		Relleno Material de Zona	12.93 days	Thu 4/4/19	Tue 16/4/19	100%	94SS											
97		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	13.2 days	Tue 16/4/19	Tue 30/4/19	100%	96											
98		Construccion y conformacion de berma	0.5 days	Tue 30/4/19	Tue 30/4/19	100%	97											
99		<b>TRAMO 9</b>	<b>76.64 days</b>	<b>Sun 21/4/19</b>	<b>Sat 6/7/19</b>	<b>45%</b>												
100		<b>MEJORAMIENTO HAUL ROAD</b>	<b>62.64 days</b>	<b>Sun 5/5/19</b>	<b>Sat 6/7/19</b>	<b>9%</b>												
101		Corte y conformacion	9 days	Sun 5/5/19	Mon 13/5/19	41%												
102		Relleno, conformacion y compactado	34 days	Sun 5/5/19	Fri 7/6/19	8%	101SS											
103		Relleno Capa de Rodadura	28.64 days	Sat 8/6/19	Sat 6/7/19	0%	102											
104		<b>SUBDRENES EN CUNETETA</b>	<b>32.77 days</b>	<b>Wed 24/4/19</b>	<b>Sun 26/5/19</b>	<b>100%</b>												
105		<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-350(Long.280.00mt)</b>	<b>6 days</b>	<b>Wed 24/4/19</b>	<b>Tue 30/4/19</b>	<b>100%</b>												
106		Excavacion en roca con voladura controlada	1 day	Wed 24/4/19	Thu 25/4/19	100%												
107		Instalacion Geotextil	2.2 days	Thu 25/4/19	Sun 28/4/19	100%	106											
108		Instalacion Geomembrana	2.5 days	Thu 25/4/19	Sun 28/4/19	100%	106											
109		Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	0.3 days	Sun 28/4/19	Sun 28/4/19	100%	108											
110		Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=	1.56 days	Sun 28/4/19	Mon 29/4/19	100%	108											
111		Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	0.49 days	Mon 29/4/19	Tue 30/4/19	100%	110											
112		Relleno material filtro (Grava D=2.5")	0.29 days	Mon 29/4/19	Tue 30/4/19	100%	110											
113		Eliminacion de material excedente	0.65 days	Tue 30/4/19	Tue 30/4/19	100%	112											
114		<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-450(Long.298.00mt)</b>	<b>6.15 days</b>	<b>Wed 24/4/19</b>	<b>Tue 30/4/19</b>	<b>100%</b>												
115		Excavacion en roca con voladura controlada	1 day	Wed 24/4/19	Wed 24/4/19	100%												
116		Instalacion Geotextil	2.2 days	Thu 25/4/19	Sat 27/4/19	100%	115											
117		Instalacion Geomembrana	2.5 days	Thu 25/4/19	Sat 27/4/19	100%	115											
118		Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	0.3 days	Sat 27/4/19	Sat 27/4/19	100%	117											
119		Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=	1.56 days	Sat 27/4/19	Mon 29/4/19	100%	117											
120		Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	0.4 days	Mon 29/4/19	Mon 29/4/19	100%	119											



Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

Grongograma de actividades - Mantenimiento Programadode vias 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predece	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
121		Relleno material filtro (Grava D=2.5")	0.29 days	Mon 29/4/19	Mon 29/4/19	100%	119			100%								
122		Eliminacion de material excedente	0.8 days	Mon 29/4/19	Tue 30/4/19	100%	121			100%								
123		<b>SUBDREN EN CUNETAS SDC-372(Long.501.00mt)</b>	<b>11.42 days</b>	<b>Mon 6/5/19</b>	<b>Fri 17/5/19</b>	<b>100%</b>				100%								
124		Excavacion en roca con voladura controlada / Picot	1.42 days	Mon 6/5/19	Tue 7/5/19	100%				100%								
125		Instalacion Geotextil	5 days	Tue 7/5/19	Sun 12/5/19	100%	124			100%								
126		Instalacion Geomembrana	5 days	Tue 7/5/19	Sun 12/5/19	100%	124			100%								
127		Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	0.55 days	Sun 12/5/19	Mon 13/5/19	100%	126			100%								
128		Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=	2.76 days	Mon 13/5/19	Wed 15/5/19	100%	126			100%								
129		Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	0.86 days	Wed 15/5/19	Thu 16/5/19	100%	128			100%								
130		Relleno material filtro (Grava D=2.5")	0.52 days	Wed 15/5/19	Thu 16/5/19	100%	128			100%								
131		Eliminacion de material excedente	1.42 days	Thu 16/5/19	Fri 17/5/19	100%	130			100%								
132		<b>SUBDREN EN CUNETAS SDC-164(Long.334.00mt)</b>	<b>7.24 days</b>	<b>Fri 17/5/19</b>	<b>Sat 25/5/19</b>	<b>100%</b>				100%								
133		Excavacion en roca con voladura controlada	0.98 days	Fri 17/5/19	Sat 18/5/19	100%	131			100%								
134		Instalacion Geotextil	3 days	Sat 18/5/19	Tue 21/5/19	100%	133			100%								
135		Instalacion Geomembrana	3 days	Sat 18/5/19	Tue 21/5/19	100%	133			100%								
136		Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	0.38 days	Tue 21/5/19	Wed 22/5/19	100%	135			100%								
137		Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=	1.92 days	Tue 21/5/19	Thu 23/5/19	100%	135			100%								
138		Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	0.6 days	Thu 23/5/19	Fri 24/5/19	100%	137			100%								
139		Relleno material filtro (Grava D=2.5")	0.36 days	Thu 23/5/19	Fri 24/5/19	100%	137			100%								
140		Eliminacion de material excedente	0.98 days	Fri 24/5/19	Sat 25/5/19	100%	139			100%								
141		<b>SUBDREN EN CUNETAS SDC-461(Long.50.00mt)</b>	<b>1.61 days</b>	<b>Sat 25/5/19</b>	<b>Sun 26/5/19</b>	<b>100%</b>				100%								
150		<b>CANALES</b>	<b>52.92 days</b>	<b>Sun 28/4/19</b>	<b>Wed 19/6/19</b>	<b>12%</b>				100%								
151		<b>CANAL CA-293 (Long.157mt)</b>	<b>6.39 days</b>	<b>Sun 28/4/19</b>	<b>Sat 4/5/19</b>	<b>100%</b>				100%								
152		Excavacion en terreno comun	2.38 days	Sun 28/4/19	Tue 30/4/19	100%	152			100%								
153		Relleno, conformacion y compactado	1.74 days	Tue 30/4/19	Thu 2/5/19	100%	152			100%								
154		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	0.17 days	Thu 2/5/19	Thu 2/5/19	100%	153			100%								
155		Construccion y conformacion de berma	1.57 days	Thu 2/5/19	Fri 3/5/19	100%	154			100%								
156		Eliminacion de material excedente	0.53 days	Fri 3/5/19	Sat 4/5/19	100%	155			100%								
157		<b>CANAL CA-475 (Long.335mt)</b>	<b>9.23 days</b>	<b>Tue 28/5/19</b>	<b>Thu 6/6/19</b>	<b>0%</b>	<b>156</b>			0%								
158		Excavacion en roca con voladura controlada	5.88 days	Tue 28/5/19	Sun 2/6/19	0%	158			0%								
159		Instalacion Geotextil	2.96 days	Sun 2/6/19	Wed 5/6/19	0%	158			0%								
160		Instalacion Geomembrana	2.96 days	Sun 2/6/19	Wed 5/6/19	0%	158			0%								
161		Construccion y conformacion de berma	3.35 days	Sun 2/6/19	Thu 6/6/19	0%	158			0%								
162		Eliminacion de material excedente	2.13 days	Sun 2/6/19	Wed 5/6/19	0%	158			0%								
163		<b>CANAL CA-237 (Long.550mt)</b>	<b>14.91 days</b>	<b>Wed 5/6/19</b>	<b>Wed 19/6/19</b>	<b>0%</b>				0%								
164		Excavacion en roca con voladura controlada	9.54 days	Wed 5/6/19	Fri 14/6/19	0%	162			0%								
165		Instalacion Geotextil	4.8 days	Fri 14/6/19	Wed 19/6/19	0%	164			0%								
166		Instalacion Geomembrana	4.8 days	Fri 14/6/19	Wed 19/6/19	0%	164			0%								
167		Construccion y conformacion de berma	5.37 days	Fri 14/6/19	Wed 19/6/19	0%	164			0%								
168		Eliminacion de material excedente	3.5 days	Fri 14/6/19	Tue 18/6/19	0%	164			0%								
169		<b>CUNETAS</b>	<b>33.1 days</b>	<b>Tue 28/5/19</b>	<b>Sun 30/6/19</b>	<b>50%</b>				50%								

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

Gronograma de actividades - Mantenimiento Programado de vías 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
170		Construccion, Limpieza y mantenimiento de cunetas	30 days	Tue 28/5/19	Wed 26/6/19	50%						50%						
171		Eliminacion de material excedente y lodo	3.1 days	Thu 27/6/19	Sun 30/6/19	50%	170					50%						
172		<b>POZAS DE SEDIMENTACION</b>	<b>57.09 days</b>	<b>Sun 21/4/19</b>	<b>Mon 17/6/19</b>	<b>56%</b>						56%						
173		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-200</b>	<b>5.7 days</b>	<b>Sun 21/4/19</b>	<b>Fri 26/4/19</b>	<b>100%</b>						100%						
174		Excavacion en terreno comun	1.9 days	Sun 21/4/19	Mon 22/4/19	100%						100%						
175		Relleno Material de Zona	2.9 days	Mon 22/4/19	Thu 25/4/19	100%	174					100%						
176		Construccion y conformacion de berma	0.9 days	Thu 25/4/19	Fri 26/4/19	100%	175					100%						
177		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-463</b>	<b>4.7 days</b>	<b>Fri 26/4/19</b>	<b>Wed 1/5/19</b>	<b>100%</b>						100%						
178		Excavacion en terreno comun	1.9 days	Fri 26/4/19	Sun 28/4/19	100%	176					100%						
179		Construccion y conformacion de berma	0.9 days	Sun 28/4/19	Mon 29/4/19	100%	178					100%						
180		Eliminacion de material excedente	1.9 days	Mon 29/4/19	Wed 1/5/19	100%	179					100%						
181		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-032</b>	<b>1.46 days</b>	<b>Sun 9/6/19</b>	<b>Mon 10/6/19</b>	<b>0%</b>						0%						
182		Excavacion en roca con voladura controlada	0.73 days	Sun 9/6/19	Sun 9/6/19	0%						0%						
183		Relleno Material de Zona	0.27 days	Sun 9/6/19	Sun 9/6/19	0%	182					0%						
184		Construccion y conformacion de berma	0.02 days	Mon 10/6/19	Mon 10/6/19	0%	183					0%						
185		Eliminacion de material excedente	0.44 days	Mon 10/6/19	Mon 10/6/19	0%	184					0%						
186		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-422</b>	<b>2.08 days</b>	<b>Mon 10/6/19</b>	<b>Wed 12/6/19</b>	<b>0%</b>						0%						
187		Excavacion en roca con voladura controlada	0.77 days	Mon 10/6/19	Tue 11/6/19	0%	185					0%						
188		Construccion y conformacion de berma	0.6 days	Tue 11/6/19	Tue 11/6/19	0%	187					0%						
189		Eliminacion de material excedente	0.71 days	Tue 11/6/19	Wed 12/6/19	0%	188					0%						
190		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-423</b>	<b>2.08 days</b>	<b>Wed 12/6/19</b>	<b>Fri 14/6/19</b>	<b>0%</b>						0%						
191		Excavacion en roca con voladura controlada	0.77 days	Wed 12/6/19	Thu 13/6/19	0%	189					0%						
192		Construccion y conformacion de berma	0.6 days	Thu 13/6/19	Thu 13/6/19	0%	191					0%						
193		Eliminacion de material excedente	0.71 days	Thu 13/6/19	Fri 14/6/19	0%	192					0%						
194		<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-293</b>	<b>2.47 days</b>	<b>Fri 14/6/19</b>	<b>Mon 17/6/19</b>	<b>0%</b>						0%						
195		Excavacion en terreno comun	0.9 days	Fri 14/6/19	Sat 15/6/19	0%	193					0%						
196		Relleno Material de Zona	0.23 days	Sat 15/6/19	Sat 15/6/19	0%	195					0%						
197		Construccion y conformacion de berma	0.7 days	Sat 15/6/19	Sun 16/6/19	0%	196					0%						
198		Eliminacion de material excedente	0.64 days	Sun 16/6/19	Mon 17/6/19	0%	197					0%						
199		<b>ALCANTARILLAS</b>	<b>46.64 days</b>	<b>Tue 23/4/19</b>	<b>Sun 9/6/19</b>	<b>51%</b>						51%						
200		<b>Alcantarilla A-032 Incluye 2 Cajas (Long.78mt)</b>	<b>7.2 days</b>	<b>Tue 23/4/19</b>	<b>Wed 1/5/19</b>	<b>0%</b>						0%						
201		Excavacion en terreno comun	0.95 days	Tue 23/4/19	Wed 24/4/19	0%	200					0%						
202		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.02 days	Wed 24/4/19	Wed 24/4/19	0%	201					0%						
203		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.73 days	Thu 25/4/19	Fri 26/4/19	0%	202					0%						
204		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.71 days	Sat 27/4/19	Sat 27/4/19	0%	203					0%						
205		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	1 day	Sat 27/4/19	Sun 28/4/19	0%	204					0%						
206		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Sun 28/4/19	Mon 29/4/19	0%	205					0%						
207		Construccion y conformacion de berma	0.7 days	Tue 30/4/19	Tue 30/4/19	0%	206					0%						
208		Eliminacion de material excedente	0.25 days	Tue 30/4/19	Wed 1/5/19	0%	207					0%						

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

Gronograma de actividades - Mantenimiento Programado de vías 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
209		<b>ALCANTARILLA A-475 (Long.90mt)</b>	4.9 days	Wed 24/4/19	Sun 28/4/19	100%				100%								
210		Excavacion en roca con voladura controlada	0.9 days	Wed 24/4/19	Wed 24/4/19	100%			100%									
211		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.9 days	Wed 24/4/19	Wed 24/4/19	100%	210		100%									
212		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	2.9 days	Wed 24/4/19	Fri 26/4/19	100%	211		100%									
213		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	1.9 days	Fri 26/4/19	Sat 27/4/19	100%	212		100%									
214		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.9 days	Sat 27/4/19	Sat 27/4/19	100%	213		100%									
215		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1.9 days	Sat 27/4/19	Sun 28/4/19	100%	214		100%									
216		Eliminacion de material excedente	0.9 days	Sun 28/4/19	Sun 28/4/19	100%	215		100%									
217		<b>ALCANTARILLA A-237 Incluye 2 Cajas (Long.95mt)</b>	6.9 days	Sun 28/4/19	Sat 4/5/19	100%												
218		Excavacion en terreno comun	1.9 days	Sun 28/4/19	Mon 29/4/19	100%			100%									
219		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.9 days	Mon 29/4/19	Mon 29/4/19	100%	218		100%									
220		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	2.9 days	Mon 29/4/19	Wed 1/5/19	100%	219		100%									
221		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	1.9 days	Wed 1/5/19	Thu 2/5/19	100%	220		100%									
222		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.9 days	Thu 2/5/19	Thu 2/5/19	100%	221		100%									
223		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1.9 days	Thu 2/5/19	Fri 3/5/19	100%	222		100%									
224		Construccion y conformacion de berma	1.9 days	Fri 3/5/19	Sat 4/5/19	100%	223		100%									
225		Eliminacion de material excedente	0.9 days	Sat 4/5/19	Sat 4/5/19	100%	224		100%									
226		<b>ALCANTARILLA A-200 (Long.43mt)</b>	2.84 days	Sun 5/5/19	Wed 8/5/19	100%												
227		Excavacion en terreno comun	0.43 days	Sun 5/5/19	Sun 5/5/19	100%	225		100%									
228		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.01 days	Sun 5/5/19	Sun 5/5/19	100%	227		100%									
229		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	0.96 days	Sun 5/5/19	Mon 6/5/19	100%	228		100%									
230		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.4 days	Mon 6/5/19	Tue 7/5/19	100%	229		100%									
231		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Tue 7/5/19	Wed 8/5/19	100%	230		100%									
232		Eliminacion de material excedente	0.04 days	Wed 8/5/19	Wed 8/5/19	100%	231		100%									
233		<b>ALCANTARILLA A-250 (Long.81mt)</b>	4.52 days	Fri 24/5/19	Tue 28/5/19	0%												
234		Excavacion en roca con voladura controlada	0.8 days	Fri 24/5/19	Fri 24/5/19	0%	234		0%									
235		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.02 days	Fri 24/5/19	Fri 24/5/19	0%	234		0%									
236		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.8 days	Fri 24/5/19	Sun 26/5/19	0%	235		0%									
237		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.67 days	Sun 26/5/19	Mon 27/5/19	0%	236		0%									
238		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.1 days	Mon 27/5/19	Mon 27/5/19	0%	237		0%									
239		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Mon 27/5/19	Tue 28/5/19	0%	238		0%									
240		Eliminacion de material excedente	0.13 days	Tue 28/5/19	Tue 28/5/19	0%	239		0%									
241		<b>ALCANTARILLA A-157 (Long.60mt)</b>	3.54 days	Sun 12/5/19	Thu 16/5/19	18%												
242		Excavacion en roca con voladura controlada	0.6 days	Sun 12/5/19	Mon 13/5/19	100%	240		100%									

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

Gronograma de actividades - Mantenimiento Programadode vias 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
243		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.01 days	Mon 13/5/19	Mon 13/5/19	0%	242				0%							
244		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.33 days	Mon 13/5/19	Tue 14/5/19	0%	243				0%							
245		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.57 days	Tue 14/5/19	Wed 15/5/19	0%	244				0%							
246		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Wed 15/5/19	Thu 16/5/19	0%	245				0%							
247		Eliminacion de material excedente	0.03 days	Thu 16/5/19	Thu 16/5/19	100%	246				100%							
248		<b>ALCANTARILLA A-293 (Long.135mt)</b>	<b>7.53 days</b>	<b>Tue 28/5/19</b>	<b>Tue 4/6/19</b>	<b>0%</b>					0%							
249		Excavacion en roca con voladura controlada	1.33 days	Tue 28/5/19	Wed 29/5/19	0%					0%							
250		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.03 days	Wed 29/5/19	Wed 29/5/19	0%	249				0%							
251		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	3 days	Wed 29/5/19	Sat 1/6/19	0%	250				0%							
252		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	1.1 days	Sat 1/6/19	Sun 2/6/19	0%	251				0%							
253		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.17 days	Sun 2/6/19	Sun 2/6/19	0%	252				0%							
254		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Sun 2/6/19	Mon 3/6/19	0%	253				0%							
255		Construccion y conformacion de berma	0.7 days	Mon 3/6/19	Tue 4/6/19	0%	254				0%							
256		Eliminacion de material excedente	0.2 days	Tue 4/6/19	Tue 4/6/19	0%	255				0%							
257		<b>ALCANTARILLA A-375 Incluye 1 Cajas (Long.74mt)</b>	<b>5.06 days</b>	<b>Tue 4/6/19</b>	<b>Sun 9/6/19</b>	<b>0%</b>					0%							
258		Excavacion en roca con voladura controlada	0.83 days	Tue 4/6/19	Wed 5/6/19	0%	256				0%							
259		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.02 days	Wed 5/6/19	Wed 5/6/19	0%	258				0%							
260		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.64 days	Wed 5/6/19	Fri 7/6/19	0%	259				0%							
261		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.6 days	Fri 7/6/19	Fri 7/6/19	0%	260				0%							
262		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.09 days	Fri 7/6/19	Fri 7/6/19	0%	261				0%							
263		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Fri 7/6/19	Sat 8/6/19	0%	262				0%							
264		Construccion y conformacion de berma	0.7 days	Sat 8/6/19	Sun 9/6/19	0%	263				0%							
265		Eliminacion de material excedente	0.18 days	Sun 9/6/19	Sun 9/6/19	0%	264				0%							
266		<b>RAPIDAS</b>	<b>28.02 days</b>	<b>Wed 22/5/19</b>	<b>Wed 19/6/19</b>	<b>75%</b>					75%							
267		<b>RAPIDA R-475(Long.50.00mt)</b>	<b>6.12 days</b>	<b>Sun 9/6/19</b>	<b>Sat 15/6/19</b>	<b>59%</b>					59%							
268		Excavacion en terreno comun	3.02 days	Sun 9/6/19	Wed 12/6/19	100%	265				100%							
269		Relleno Material de Zona	0.6 days	Wed 12/6/19	Thu 13/6/19	100%	268				100%							
270		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	2 days	Thu 13/6/19	Sat 15/6/19	0%	269				0%							
271		Construccion y conformacion de berma	0.5 days	Sat 15/6/19	Sat 15/6/19	0%	270				0%							
272		<b>RAPIDA R-200 (Long.112.00mt)</b>	<b>16.02 days</b>	<b>Mon 3/6/19</b>	<b>Wed 19/6/19</b>	<b>100%</b>					100%							
273		Excavacion en terreno comun	10.9 days	Mon 3/6/19	Thu 13/6/19	100%	271				100%							
274		Relleno Material de Zona	0.9 days	Thu 13/6/19	Thu 13/6/19	100%	273				100%							
275		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	4.48 days	Thu 13/6/19	Mon 17/6/19	100%	274				100%							
276		Construccion y conformacion de berma	1.12 days	Mon 17/6/19	Wed 19/6/19	100%	275				100%							
277		<b>RAPIDA R-598(Long.25.00mt)</b>	<b>4.61 days</b>	<b>Wed 22/5/19</b>	<b>Sun 26/5/19</b>	<b>0%</b>					0%							
278		Excavacion en roca con Martillo Hidraulico	2.68 days	Wed 22/5/19	Fri 24/5/19	0%	278				0%							

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

Gronograma de actividades - Mantenimiento Programado de vías 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
279		Excavacion en terreno comun	0.4 days	Fri 24/5/19	Sat 25/5/19	0%	278				0%							
280		Relleno Material de Zona	0.28 days	Sat 25/5/19	Sat 25/5/19	0%	279				0%							
281		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	1 day	Sat 25/5/19	Sun 26/5/19	0%	280				0%							
282		Construccion y conformacion de berma	0.25 days	Sun 26/5/19	Sun 26/5/19	0%	281				0%							
283		<b>TRAMO 0</b>	<b>101.1 days</b>	<b>Mon 13/5/19</b>	<b>Thu 22/8/19</b>	<b>23%</b>												
284		<b>MEJORAMIENTO DE ACCESO TRAMO 0</b>	<b>29.66 days</b>	<b>Wed 29/5/19</b>	<b>Thu 27/6/19</b>	<b>0%</b>												
285		Corte y conformacion	10.46 days	Wed 29/5/19	Sat 8/6/19	0%					0%							
286		Excavacion para mejoramiento	9.74 days	Wed 29/5/19	Sat 8/6/19	0%	285FF				0%							
287		Relleno, conformacion y compactado	4.83 days	Sat 8/6/19	Thu 13/6/19	0%	286				0%							
288		Relleno para mejoramiento	2.07 days	Thu 13/6/19	Sat 15/6/19	0%	287				0%							
289		Eliminacion de material excedente	12.3 days	Sat 15/6/19	Thu 27/6/19	0%	288				0%							
290		Capa de rodadura	8.13 days	Sat 15/6/19	Sun 23/6/19	0%	288				0%							
291		<b>MEJORAMIENTO DE GRIFO</b>	<b>7.2 days</b>	<b>Wed 15/5/19</b>	<b>Wed 22/5/19</b>	<b>100%</b>					100%							
292		Corte y conformacion	2 days	Wed 15/5/19	Thu 16/5/19	100%					100%							
293		Relleno, conformacion y compactado	0.7 days	Fri 17/5/19	Fri 17/5/19	100%	292				100%							
294		Construccion y conformacion de berma	2 days	Fri 17/5/19	Sun 19/5/19	100%	293				100%							
295		Eliminacion de material excedente	0.5 days	Sun 19/5/19	Mon 20/5/19	100%	294				100%							
296		Capa de rodadura	2 days	Mon 20/5/19	Wed 22/5/19	100%	295				100%							
297		<b>MEJORAMIENTO ACCESOS CHANCADOR MOVIL</b>	<b>18 days</b>	<b>Sat 22/6/19</b>	<b>Tue 9/7/19</b>	<b>0%</b>												
298		Corte y conformacion	5 days	Sat 22/6/19	Wed 26/6/19	0%					0%							
299		Relleno, conformacion y compactado	3 days	Thu 27/6/19	Sat 29/6/19	0%	298				0%							
300		Eliminacion de material excedente	4 days	Sun 30/6/19	Wed 3/7/19	0%	299				0%							
301		Capa de rodadura	6 days	Thu 4/7/19	Tue 9/7/19	0%	300				0%							
302		<b>CONSTRUCCION PARQUEO</b>	<b>12.9 days</b>	<b>Wed 29/5/19</b>	<b>Mon 10/6/19</b>	<b>0%</b>												
303		Corte y conformacion	5.84 days	Wed 29/5/19	Mon 3/6/19	0%					0%							
304		Relleno, conformacion y compactado	1 day	Mon 3/6/19	Tue 4/6/19	0%	303				0%							
305		Construccion y conformacion de berma	1.22 days	Tue 4/6/19	Thu 6/6/19	0%	304				0%							
306		Eliminacion de material excedente	3.8 days	Thu 6/6/19	Sun 9/6/19	0%	305				0%							
307		Capa de rodadura	1.04 days	Sun 9/6/19	Mon 10/6/19	0%	306				0%							
308		<b>SUBDRENES</b>	<b>98.1 days</b>	<b>Thu 16/5/19</b>	<b>Thu 22/8/19</b>	<b>33%</b>												
309		<b>SUBDREN SD-681(Long.74.00mt)</b>	<b>6.66 days</b>	<b>Thu 8/8/19</b>	<b>Wed 14/8/19</b>	<b>0%</b>												
310		Excavacion en roca con voladura controlada	2 days	Thu 8/8/19	Fri 9/8/19	0%												
311		Instalacion Geotextil	2 days	Sat 10/8/19	Sun 11/8/19	0%	310											
312		Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	0.82 days	Mon 12/8/19	Mon 12/8/19	0%	311											
313		Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=	1 day	Mon 12/8/19	Mon 12/8/19	0%	311											
314		Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	0.26 days	Tue 13/8/19	Tue 13/8/19	0%	313											
315		Relleno material filtro (Grava D=2.5")	0.4 days	Tue 13/8/19	Tue 13/8/19	0%	314											
316		Eliminacion de material excedente	1 day	Tue 13/8/19	Wed 14/8/19	0%	315											
317		<b>SUBDREN SD-742(Long.71.00mt)</b>	<b>6.44 days</b>	<b>Thu 15/8/19</b>	<b>Thu 22/8/19</b>	<b>0%</b>												
318		Excavacion en roca con voladura controlada	2 days	Thu 15/8/19	Sat 17/8/19	0%	316FS											
319		Instalacion Geotextil	2 days	Sat 17/8/19	Mon 19/8/19	0%	318											

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			



Gronograma de actividades - Mantenimiento Programado de vías 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
361		Eliminacion de material excedente	0.64 days	Tue 25/6/19	Wed 26/6/19	0%	360						0%					
362		Instalacion Geotextil	2.08 days	Tue 25/6/19	Thu 27/6/19	0%	360						0%					
363		Instalacion Geomembrana	2.06 days	Tue 25/6/19	Thu 27/6/19	0%	360						0%					
364		<b>POZA DE SEDIMENTACION P5-683</b>	<b>9 days</b>	<b>Mon 13/5/19</b>	<b>Tue 21/5/19</b>	<b>100%</b>												
365		Excavacion en roca con voladura controlada	5 days	Mon 13/5/19	Fri 17/5/19	100%												
366		Construccion y conformacion de berma	2 days	Sat 18/5/19	Sun 19/5/19	100%	365											
367		Eliminacion de material excedente	2 days	Mon 20/5/19	Tue 21/5/19	100%	366											
368		<b>POZA DE SEDIMENTACION P5-703</b>	<b>9 days</b>	<b>Wed 22/5/19</b>	<b>Fri 30/5/19</b>	<b>100%</b>												
369		Excavacion en roca con voladura controlada	5 days	Wed 22/5/19	Sun 26/5/19	100%	367											
370		Construccion y conformacion de berma	2 days	Mon 27/5/19	Tue 28/5/19	100%	369											
371		Eliminacion de material excedente	2 days	Wed 29/5/19	Thu 30/5/19	100%	370											
372		<b>RAPIDAS</b>	<b>24 days</b>	<b>Wed 29/5/19</b>	<b>Fri 21/6/19</b>	<b>0%</b>												
373		<b>RAPIDA R-709(Long.84.00mt)</b>	<b>24 days</b>	<b>Wed 29/5/19</b>	<b>Fri 21/6/19</b>	<b>0%</b>												
374		Excavacion en terreno comun	10.12 days	Wed 29/5/19	Sat 8/6/19	0%												
375		Relleno Material de Zona	1.74 days	Sat 8/6/19	Sun 9/6/19	0%	374											
376		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	6.72 days	Sun 9/6/19	Sun 16/6/19	0%	375											
377		Construccion y conformacion de berma	1.5 days	Thu 20/6/19	Fri 21/6/19	0%	378											
378		Eliminacion de material excedente	6.64 days	Thu 13/6/19	Thu 20/6/19	0%	376SS-											
379		<b>TUBERIAS DE REBOSE</b>	<b>43.76 days</b>	<b>Fri 17/5/19</b>	<b>Sat 29/6/19</b>	<b>52%</b>												
380		<b>TUBERIA DE REBOSE 683</b>	<b>5.24 days</b>	<b>Fri 17/5/19</b>	<b>Wed 22/5/19</b>	<b>100%</b>												
381		Excavacion en roca con voladura controlada	2 days	Fri 17/5/19	Sat 18/5/19	100%												
382		Relleno con material propio	2 days	Sun 19/5/19	Mon 20/5/19	100%	381											
383		Eliminacion de material excedente	0.2 days	Tue 21/5/19	Tue 21/5/19	100%	382											
384		Intalacion de tuberia (HDPE D=12 ")	1.04 days	Tue 21/5/19	Wed 22/5/19	100%	383											
385		<b>TUBERIA DE REBOSE 469</b>	<b>4.76 days</b>	<b>Tue 25/6/19</b>	<b>Sat 29/6/19</b>	<b>0%</b>												
386		Excavacion en roca con picoton	1.22 days	Tue 25/6/19	Wed 26/6/19	0%												
387		Relleno con material propio	1.2 days	Wed 26/6/19	Thu 27/6/19	0%	386											
388		Eliminacion de material excedente	0.34 days	Thu 27/6/19	Thu 27/6/19	0%	387											
389		Intalacion de tuberia (HDPE D=12 ")	2 days	Thu 27/6/19	Sat 29/6/19	0%	388											
390		<b>TRAMO 1</b>	<b>130.62 day</b>	<b>Sat 11/5/19</b>	<b>Wed 18/9/19</b>	<b>9%</b>												
391		<b>MEJORAMIENTO HUAL ROAD</b>	<b>53.55 days</b>	<b>Sat 11/5/19</b>	<b>Wed 3/7/19</b>	<b>9%</b>												
392		Corte y conformacion	36.89 days	Wed 15/5/19	Thu 20/6/19	6%	393SS-											
393		Excavacion para mejoramiento	28.62 days	Sat 11/5/19	Sat 8/6/19	0%												
394		Relleno, conformacion y compactado	30.4 days	Sun 19/5/19	Tue 18/6/19	28%	392SS-											
395		Relleno, conformacion y compactado para Mejoramiento	6.07 days	Sat 8/6/19	Fri 14/6/19	0%	393											
396		Relleno Capa de Rodadura	19.15 days	Fri 14/6/19	Wed 3/7/19	0%	394FS-											
397		<b>CUNETAS</b>	<b>17.87 days</b>	<b>Thu 4/7/19</b>	<b>Sun 21/7/19</b>	<b>0%</b>												
398		Construccion, Limpieza y mantenimiento de cunetas	15.33 days	Thu 4/7/19	Fri 19/7/19	0%	396											
399		Eliminacion de material excedente y lodo	2.54 days	Fri 19/7/19	Sun 21/7/19	0%	398											
400		<b>ALCANTARILLAS</b>	<b>69.23 days</b>	<b>Tue 28/5/19</b>	<b>Mon 5/8/19</b>	<b>24%</b>												
401		<b>Alcantarilla A-106 Incluye 2 Cajas (Long.79mt)</b>	<b>5.75 days</b>	<b>Tue 28/5/19</b>	<b>Sun 2/6/19</b>	<b>100%</b>												

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

Gronograma de actividades - Mantenimiento Programado de vías 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
402		Excavacion de terreno	0.94 days	Tue 28/5/19	Tue 28/5/19	100%						100%						
403		Instalacion y conformacion cama de arena (e=0.20	0.01 days	Tue 28/5/19	Tue 28/5/19	100%	402					100%						
404		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.97 days	Tue 28/5/19	Thu 30/5/19	100%	403					100%						
405		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.79 days	Thu 30/5/19	Fri 31/5/19	100%	404					100%						
406		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.11 days	Fri 31/5/19	Fri 31/5/19	100%	405					100%						
407		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Fri 31/5/19	Sat 1/6/19	100%	406					100%						
408		Construccion y conformacion de berma	0.78 days	Sat 1/6/19	Sun 2/6/19	100%	407					100%						
409		Eliminacion de material excedente	0.15 days	Sun 2/6/19	Sun 2/6/19	100%	408					100%						
410		<b>ALCANTARILLA A-523 Incluye 2 Cajas (Long.88.5mt)</b>	<b>5.6 days</b>	<b>Mon 22/7/19</b>	<b>Sat 27/7/19</b>	<b>0%</b>												
411		Excavacion en roca con voladura controlada	0.94 days	Mon 22/7/19	Mon 22/7/19	0%	39355											
412		Instalacion y conformacion cama de arena (e=0.20	0.01 days	Mon 22/7/19	Mon 22/7/19	0%	411											
413		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.97 days	Mon 22/7/19	Wed 24/7/19	0%	412											
414		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.79 days	Wed 24/7/19	Thu 25/7/19	0%	413											
415		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.11 days	Thu 25/7/19	Thu 25/7/19	0%	414											
416		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Thu 25/7/19	Fri 26/7/19	0%	415											
417		Construccion y conformacion de berma	0.78 days	Fri 26/7/19	Sat 27/7/19	0%	416											
418		Eliminacion de material excedente	0.15 days	Fri 26/7/19	Fri 26/7/19	0%	416											
419		<b>ALCANTARILLA A-813 Incluye 2 Cajas (Long.50mt)</b>	<b>3.94 days</b>	<b>Fri 26/7/19</b>	<b>Tue 30/7/19</b>	<b>0%</b>												
420		Excavacion en roca con voladura controlada	0.53 days	Fri 26/7/19	Sat 27/7/19	0%	418											
421		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.01 days	Sat 27/7/19	Sat 27/7/19	0%	420											
422		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	1.11 days	Sat 27/7/19	Sun 28/7/19	0%	421											
423		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.45 days	Sun 28/7/19	Mon 29/7/19	0%	422											
424		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.06 days	Mon 29/7/19	Mon 29/7/19	0%	423											
425		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Mon 29/7/19	Tue 30/7/19	0%	424											
426		Construccion y conformacion de berma	0.78 days	Tue 30/7/19	Tue 30/7/19	0%	425											
427		Eliminacion de material excedente	0.09 days	Tue 30/7/19	Tue 30/7/19	0%	425											
428		<b>ALCANTARILLA A-730 Incluye 2 Cajas (Long.94mt)</b>	<b>6.01 days</b>	<b>Tue 30/7/19</b>	<b>Mon 5/8/19</b>	<b>0%</b>												
429		Excavacion en roca con voladura controlada	1 day	Tue 30/7/19	Wed 31/7/19	0%	427											
430		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.02 days	Wed 31/7/19	Wed 31/7/19	0%	429											
431		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	2.09 days	Wed 31/7/19	Fri 2/8/19	0%	430											
432		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.84 days	Fri 2/8/19	Sat 3/8/19	0%	431											
433		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.12 days	Sat 3/8/19	Sat 3/8/19	0%	432											
434		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Sat 3/8/19	Sun 4/8/19	0%	433											
435		Construccion y conformacion de berma	0.78 days	Sun 4/8/19	Mon 5/8/19	0%	434											

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

Gronograma de actividades - Mantenimiento Programado de vías 2019 - U.M. Las Bambas

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	% Complete	Predec	Mar	Qtr 2, 2019	Apr	May	Jun	Qtr 3, 2019	Jul	Aug	Sep	Qtr 4, 2019	Oct
436		Eliminacion de material excedente	0.16 days	Mon 5/8/19	Mon 5/8/19	0%	435											
437		<b>ALCANTARILLA A-068 Incluye 2 Cajas (Long.92.25m</b>	<b>5.93 days</b>	<b>Sat 1/6/19</b>	<b>Fri 7/6/19</b>	<b>17%</b>						17%						
438		Excavacion Terreno comun	0.98 days	Sat 1/6/19	Sun 2/6/19	100%	407					100%						
439		Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	0.02 days	Sun 2/6/19	Sun 2/6/19	0%	438					0%						
440		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	2.05 days	Sun 2/6/19	Tue 4/6/19	0%	439					0%						
441		Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	0.82 days	Tue 4/6/19	Wed 5/6/19	0%	440					0%						
442		Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	0.12 days	Wed 5/6/19	Wed 5/6/19	0%	441					0%						
443		Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	1 day	Wed 5/6/19	Thu 6/6/19	0%	442					0%						
444		Construccion y conformacion de berma	0.78 days	Thu 6/6/19	Fri 7/6/19	0%	443					0%						
445		Eliminacion de material excedente	0.16 days	Fri 7/6/19	Fri 7/6/19	0%	444					0%						
446		<b>RAPIDAS</b>	<b>34.62 days</b>	<b>Thu 15/8/19</b>	<b>Wed 18/9/19</b>	<b>0%</b>												
447		<b>RAPIDA R-523(Long.50.00mt)</b>	<b>6.05 days</b>	<b>Thu 15/8/19</b>	<b>Wed 21/8/19</b>	<b>0%</b>												
448		Excavacion en terreno comun	3.02 days	Thu 15/8/19	Sun 18/8/19	0%	444											
449		Relleno Material de Zona	0.53 days	Sun 18/8/19	Sun 18/8/19	0%	448											
450		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	2 days	Sun 18/8/19	Tue 20/8/19	0%	449											
451		Construccion y conformacion de berma	0.5 days	Tue 20/8/19	Wed 21/8/19	0%	450											
452		<b>RAPIDA R-813(Long.85.00mt)</b>	<b>10.27 days</b>	<b>Wed 21/8/19</b>	<b>Sat 31/8/19</b>	<b>0%</b>												
453		Excavacion en terreno comun	5.13 days	Wed 21/8/19	Mon 26/8/19	0%	451											
454		Relleno Material de Zona	0.89 days	Mon 26/8/19	Tue 27/8/19	0%	453											
455		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	3.4 days	Tue 27/8/19	Fri 30/8/19	0%	454											
456		Construccion y conformacion de berma	0.85 days	Fri 30/8/19	Sat 31/8/19	0%	455											
457		<b>RAPIDA R-680(Long.125.00mt)</b>	<b>15.11 days</b>	<b>Sat 31/8/19</b>	<b>Sun 15/9/19</b>	<b>0%</b>												
458		Excavacion en terreno comun	7.55 days	Sat 31/8/19	Sat 7/9/19	0%	456											
459		Relleno Material de Zona	1.31 days	Sat 7/9/19	Mon 9/9/19	0%	458											
460		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	5 days	Mon 9/9/19	Sat 14/9/19	0%	459											
461		Construccion y conformacion de berma	1.25 days	Sat 14/9/19	Sun 15/9/19	0%	460											
462		<b>RAPIDA R-036(Long.45.00mt)</b>	<b>34.62 days</b>	<b>Thu 15/8/19</b>	<b>Wed 18/9/19</b>	<b>0%</b>												
463		Excavacion en terreno comun	2.72 days	Sun 15/9/19	Wed 18/9/19	0%	461											
464		Relleno Material de Zona	0.47 days	Wed 18/9/19	Wed 18/9/19	0%	463											
465		Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media	1.8 days	Thu 15/8/19	Fri 16/8/19	0%	242											
466		Construccion y conformacion de berma	1.25 days	Fri 16/8/19	Sun 18/8/19	0%	465											

Critical Progress		Start-only		Baseline		Summary		Inactive Task	
Task		Finish-only		Baseline Split		Manual Summary		Inactive Milestone	
Split		Duration-only		Baseline Milestone		Project Summary		Inactive Summary	
Task Progress		Critical		Milestone		External Tasks		Deadline	
Manual Task		Critical Split		Summary Progress		External Milestone			

ANEXO 10

Metrado de Mantenimiento de vías – Unidad Mineras Las Bambas

ESTIMACIONES DE DIAS DE TRABAJO Y COSTOS - TRAMO 0

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD A EJECUTAR	DIAS LT-001 (12 HR - DIA)	DIAS LD-005 (12 HR - DIA)	EQUIPOS	CANTIDAD	RENDIMIENTO DIA	RENDIMIENTO O HR	HORA	DIAS	PU (PEN)	COSTO (PEN)
<b>1</b>	<b>METRADOS GENERALES</b>													
<b>1.10</b>	<b>MEJORAMIENTO DE ACCESO TRAMO 0</b>													<b>733,005.487</b>
1.1.01	Corte y conformacion	m3	9,457.000	9,457.000	1.109	5.718	CAT 773	4.000	918.770	91.877	25.733	2.573	593.606	15,275.138
							D10T	1.000		320.000	29.553	2.955	485.146	14,337.587
1.1.02	Excavacion para mejoramiento	m3	29,350.000	8,805.000	1.033	4.792	CAT 773	4.000	918.770	91.877	23.959	2.396	593.606	14,222.014
							D10T	1.000		320.000	27.516	2.752	485.146	13,349.102
1.1.03	Relleno, conformacion y compactado	m3	20,575.000	20,575.000	2.413	2.413	D10T	2.000		320.000	64.297	3.215	485.146	31,193.387
1.1.04	Relleno para mejoramiento	m3	29,350.000	8,805.000	1.033	1.033	D10T	2.000		390.000	22.577	1.129	485.146	10,953.109
							RODILLO	1.000		160.000	55.031	5.503	188.990	10,400.348
1.1.05	Eliminacion de material excedente	m3	11,118.000	11,118.000	1.304	3.025	CAT 773	4.000	918.770	91.877	30.252	3.025	593.606	17,958.019
							D10T	1.000		390.000	28.508	2.851	485.146	13,830.400
1.1.06	Capa de rodadura	m3	9,989.000	9,989.000	1.171	5.428	CAT 773	1.000	1,299.048	129.905	76.895	7.689	593.606	45,645.230
							D10T	1.000		390.000	25.613	2.561	485.146	12,425.963
							MOTONVELADORA	2.000		150.000	66.593	3.330	344.156	22,918.511
							RODILLO	2.000		160.000	62.431	3.122	188.990	11,798.873
<b>1.20</b>	<b>MEJORAMIENTO DE GRIFO</b>													
1.2.01	Corte y conformacion	m3	5,086.000	5,086.000			CAT 773	2.000	918.770	91.877	27.678	2.768	593.606	16,430.020
							D10T	1.000		320.000	15.894	1.589	485.146	7,710.793
1.2.02	Relleno, conformacion y compactado	m3	2,794.000	2,794.000			D10T	1.000		390.000	7.164	0.716	485.146	3,475.637
1.2.03	Construccion y conformacion de berma	m	663.000	663.000			LD 003	1.000		30.000	22.100	2.210	485.146	10,743.832
1.2.04	Eliminacion de material excedente	m3	2,292.000	2,292.000			CAT 773	2.000	918.770	91.877	12.473	1.247	593.606	7,404.170
							D10T	1.000		390.000	5.877	0.588	485.146	2,851.167
1.2.05	Capa de rodadura	m3	2,703.000	2,703.000			CAT 773	1.000	1,299.048	129.905	20.808	2.081	593.606	12,351.492
							D10T	1.000		390.000	6.931	0.693	485.146	3,362.437
							MOTONVELADORA	2.000		150.000	18.020	0.901	344.156	6,201.695
							RODILLO	2.000		160.000	16.894	0.845	188.990	3,192.747
<b>1.30</b>	<b>MEJORAMIENTO ACCESOS CHANCADOR MOVIL</b>													
1.3.01	Corte y conformacion	m3	2,673.000	2,673.000			CAT 773	2.000	918.770	91.877	14.547	1.455	593.606	8,634.967
							D9T	1.000		250.000	10.692	1.069	485.146	5,187.184
1.3.02	Relleno, conformacion y compactado	m3	151.000	151.000			D9T	2.000		290.000	0.521	0.026	485.146	252.611
1.3.03	Eliminacion de material excedente	m3	2,522.000	2,522.000			CAT 773	2.000	918.770	91.877	13.725	1.372	593.606	8,147.171
							D9T	1.000		290.000	8.697	0.870	485.146	4,219.099
1.3.04	Capa de rodadura	m3	3,265.000	3,265.000			CAT 773	1.000	1,299.048	129.905	25.134	2.513	593.606	14,919.579
							D9T	1.000		290.000	11.259	1.126	485.146	5,462.077
							MOTONVELADORA	2.000		150.000	21.767	1.088	344.156	7,491.134
							RODILLO	2.000		160.000	20.406	1.020	188.990	3,856.574
<b>1.40</b>	<b>CONSTRUCCION PARQUEO</b>													
1.4.01	Corte y conformacion	m3	5,276.000	5,276.000			CAT 773	2.000	918.770	91.877	28.712	2.871	593.606	17,043.804
							D9T	1.000		250.000	21.104	2.110	485.146	10,238.526
1.4.02	Relleno, conformacion y compactado	m3	247.000	247.000			D9T	2.000		290.000	0.852	0.043	485.146	413.211
1.4.03	Construccion y conformacion de berma	m	182.000	182.000			LD 003	1.000		30.000	6.067	0.607	485.146	2,949.287
1.4.04	Eliminacion de material excedente	m3	3,436.000	3,436.000			CAT 773	2.000	918.770	91.877	18.699	1.870	593.606	11,099.793
							D9T	1.000		290.000	11.848	1.185	485.146	5,748.146
1.4.05	Capa de rodadura	m3	1,288.000	1,288.000			CAT 773	2.000	1,299.048	129.905	4.957	0.496	593.606	2,942.790
							D9T	1.000		290.000	4.441	0.444	485.146	2,154.718
							MOTONVELADORA	2.000		150.000	8.587	0.429	344.156	2,955.155
							RODILLO	2.000		160.000	8.050	0.403	188.990	1,521.368
<b>1.50</b>	<b>SUBDRENES</b>													
<b>1.5.1</b>	<b>SUBDREN SD-681(Long.74.00mt)</b>													
1.5.1.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	566.84				EX 390	1.000		300.000	1.889	0.189	645.806	1,220.229
1.5.1.2	Instalacion Geotextil	m2	749.62											
1.5.1.3	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	74.00				EX 390	1.000		18.000	4.111	0.411	645.806	2,654.981
							VOQUETE	2.000		6.500	2.391	0.239	193.480	462.566
1.5.1.4	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	74.00				GRUA	1.000		20.000	3.700	0.370	330.990	1,224.663
1.5.1.5	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	385.54				EX 390	1.000		300.000	1.285	0.129	645.806	829.947
							CAT 773	2.000		129.140	2.985	0.299	593.606	1,772.176
1.5.1.6	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	162.06				D9T	1.000		290.000	0.559	0.056	485.146	271.113
							CAT 773	2.000		129.140	1.255	0.125	593.606	744.926
1.5.1.7	Eliminacion de material excedente	m3	566.84				EX 390	1.000		300.000	1.889	0.189	645.806	1,220.229
							CAT 773	2.000		129.140	4.389	0.439	593.606	2,605.541
<b>1.5.2</b>	<b>SUBDREN SD-742(Long.71.00mt)</b>													
1.5.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	543.860				EX 390	1.000		300.000	1.813	0.181	645.806	1,170.761
1.5.2.2	Instalacion Geotextil	m2	719.230											
1.5.2.3	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	71.000				EX 390	1.000		18.000	3.944	0.394	645.806	2,547.347
							VOQUETE	2.000		6.500	2.294	0.229	193.480	443.813
1.5.2.4	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	71.000				GRUA	1.000		20.000	3.550	0.355	330.990	1,175.015
1.5.2.5	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	369.910				EX 390	1.000		300.000	1.233	0.123	645.806	796.300
							CAT 773	2.000		129.140	2.864	0.286	593.606	1,700.331
1.5.2.6	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	155.490				D9T	1.000		290.000	0.536	0.054	485.146	260.122
							CAT 773	2.000		129.140	1.204	0.120	593.606	714.727
1.5.2.7	Eliminacion de material excedente	m3	543.860				EX 390	1.000		300.000	1.813	0.181	645.806	1,170.760
							CAT 773	2.000		129.140	4.211	0.421	593.606	2,499.911
<b>1.5.3</b>	<b>SUBDREN SD-618(Long.61.00mt)</b>													
1.5.3.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	467.260				EX 390	1.000		300.000	1.558	0.156	645.806	1,005.865
1.5.3.2	Instalacion Geotextil	m2	617.930											
1.5.3.3	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	61.000				EX 390	1.000		18.000	3.389	0.339	645.806	2,188.566
							VOQUETE	2.000		6.500	1.971	0.197	193.480	381.304
1.5.3.4	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	61.000				GRUA	1.000		20.000	3.050	0.305	330.990	1,009.530
1.5.3.5	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	317.810				EX 390	1.000		300.000	1.059	0.106	645.806	684.145
							CAT 773	2.000		129.140	2.461	0.246	593.606	1,460.848
1.5.3.6	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	133.590				D9T	1.000		290.000	0.461	0.046	485.146	223.485
							CAT 773	2.000		129.140	1.034	0.103	593.606	614.061
1.5.3.7	Eliminacion de material excedente	m3	467.260				EX 390	1.000		300.000	1.558	0.156	645.806	1,005.864
							CAT 773							



ESTIMACIONES DE DIAS DE TRABAJO Y COSTOS - TRAMO 1

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD A EJECUTAR	DIAS LT-001 (12 HR - DIA)	DIAS LD-005 (12 HR - DIA)	EQUIPOS	CANTIDAD	RENDIMIENTO DIA	RENDIMIENTO HR	HORA	DIAS	PU (PEN)	COSTO (PEN)
<b>1</b>	<b>METRADOS GENERALES</b>													
<b>1.1</b>	<b>MEJORAMIENTO HAUL ROAD</b>													<b>1,156,113.678</b>
1.1.01	Corte y conformacion	m3	41,720	41,720	4.89	22.70	CAT 773	4	918.77	91.88	113.52	11.35	593.61	67386.99
														69794.14
1.1.02	Excavacion para mejoramiento	m3	103,500	51,750.0	6.07	56.33	CAT 773	4	918.77	91.88	140.81	14.08	593.61	83587.65
														100425.27
1.1.03	Relleno, conformacion y compactado	m3	106,565	106,565.000	12.50	12.50	D10T	2		290	367.47	18.37	485.15	178274.51
1.1.04	Relleno, conformacion y compactado para Mejoramiento	m3	103,500	51,750.0	6.07	6.07	D10T	2		290	178.45	8.92	485.15	86573.51
														61126.41
1.1.05	Relleno Capa de Rodadura	m3	28,050	28,050	3.29	15.24	CAT 773	4	1299.05	129.90	53.98	5.40	593.61	32043.97
														46925.35
														64357.22
														33132.29
<b>1.20</b>	<b>CUNETAS</b>													
1.2.1	Construccion, Limpieza y mantenimiento de cunetas	m	4,600	4,600			D10T	1		300	153.33	15.33	485.15	74,389.09
1.2.2	Eliminacion de material excedente y lodo	m	4,600	4,600			CAT 773	2	918.77	91.88	25.03	2.50	594	14,860.03
<b>1.30</b>	<b>ALCANTARILLAS</b>													
<b>1.3.1</b>	<b>Alcantarilla A-523 Incluye 2 Cajas (Long.88.5mt)</b>													5.75
1.3.1.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,550				EX 390	1		300	8.50	0.94	645.81	5,488.71
1.3.1.2	Instalacion y conformacion cama de arena (e=0.20 mt.)	m3	19				EX 390	1		300	0.06	0.01	645.81	40.04
1.3.1.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	89				GRUA	1	45		19.67	1.97	330.98	6,509.20
1.3.1.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	2,134				EX 390	1		300	7.11	0.79	645.81	4,559.19
1.3.1.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	301				EX 390	1		300	1.00	0.11	645.81	646.88
1.3.1.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6,458.06
1.3.1.7	Construccion y conformacion de bermas	m	70				EX 390	1		10	7.00	0.78	645.81	4,520.64
1.3.1.8	Eliminacion de material excedente	m3	416				EX 390	1		300	1.39	0.15	645.81	895.52
														4.03
<b>1.3.2</b>	<b>ALCANTARILLA A-813 Incluye 2 Cajas (Long.50mt)</b>													
1.3.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	1,441				EX 390	1		300	4.80	0.53	645.81	3,100.95
1.3.2.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	31				EX 390	1		300	0.10	0.01	645.81	66.73
1.3.2.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	50				GRUA	1	45		11.11	1.11	330.98	3,677.51
1.3.2.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	1,206				EX 390	1		300	4.02	0.45	645.81	2,595.06
1.3.2.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	170				EX 390	1		300	0.57	0.06	645.81	365.53
1.3.2.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6,458.06
1.3.2.7	Construccion y conformacion de bermas	m	70				EX 390	1		10	7.00	0.78	645.81	4,520.64
1.3.2.8	Eliminacion de material excedente	m3	235				EX 390	1		300	0.78	0.09	645.81	505.88
<b>1.3.3</b>	<b>ALCANTARILLA A-790 Incluye 2 Cajas (Long.54mt)</b>													6.01
1.3.3.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,708				EX 390	1		300	9.03	1.00	645.81	5,829.69
1.3.3.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	58				EX 390	1		300	0.19	0.02	645.81	125.50
1.3.3.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	94				GRUA	1	45		20.89	2.09	330.98	6,913.73
1.3.3.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	2,266				EX 390	1		300	7.55	0.84	645.81	4,878.64
1.3.3.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	319				EX 390	1		300	1.06	0.12	645.81	686.92
1.3.3.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6,458.06
1.3.3.7	Construccion y conformacion de bermas	m	70				EX 390	1		10	7.00	0.78	645.81	4,520.64
1.3.3.8	Eliminacion de material excedente	m3	442				EX 390	1		300	1.47	0.16	645.81	951.06
<b>1.3.4</b>	<b>ALCANTARILLA A-068 Incluye 2 Cajas (Long.92.25mt)</b>													5.93
1.3.4.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,658				EX 390	1		300	8.86	0.98	645.81	5,721.20
1.3.4.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	57				EX 390	1		300	0.19	0.02	645.81	123.13
1.3.4.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	92				GRUA	1	45		20.50	2.05	330.98	6,785.01
1.3.4.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	2,224				EX 390	1		300	7.41	0.82	645.81	4,787.79
1.3.4.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	313				EX 390	1		300	1.04	0.12	645.81	674.22
1.3.4.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6,458.06
1.3.4.7	Construccion y conformacion de bermas	m	70				EX 390	1		10	7.00	0.78	645.81	4,520.64
1.3.4.8	Eliminacion de material excedente	m3	434				EX 390	1		300	1.45	0.16	645.81	933.41
<b>1.40</b>	<b>RAPIDAS</b>													
<b>1.4.1</b>	<b>RAPIDA R-523(Long.50.00mt)</b>													6.05
1.4.1.1	Excavacion en terreno comun	m3	378				EX 336	1	125		30.20	3.02	361.32	10,911.75
1.4.1.2	Relleno Material de Zona	m3	105				EX 336	1	200		5.25	0.53	361.32	1,896.91
1.4.1.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	50				GRUA	1	25		20.00	2.00	330.98	6,619.52
1.4.1.4	Construccion y conformacion de bermas	m	50				EX 336	1	100		5.00	0.50	361.32	1,806.58
<b>1.4.2</b>	<b>RAPIDA R-813(Long.85.00mt)</b>													10.25
1.4.2.1	Excavacion en terreno comun	m3	642				EX 336	1	125		51.34	5.13	361.32	18,554.42
1.4.2.2	Relleno Material de Zona	m3	179				EX 336	1	200		8.93	0.89	361.32	3,224.75
1.4.2.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	85				GRUA	1	25		34.00	3.40	330.98	11,253.19
1.4.2.4	Construccion y conformacion de bermas	m	85				EX 336	1	100		8.50	0.85	361.32	3,071.19
<b>1.4.3</b>	<b>RAPIDA R-680(Long.125.00mt)</b>													15.11
1.4.3.1	Excavacion en terreno comun	m3	944				EX 336	1	125		75.50	7.55	361.32	27,280.82
1.4.3.2	Relleno Material de Zona	m3	263				EX 336	1	200		13.13	1.31	361.32	4,742.28
1.4.3.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	125				GRUA	1	25		50.00	5.00	330.98	16,548.81
1.4.3.4	Construccion y conformacion de bermas	m	125				EX 336	1	100		12.50	1.25	361.32	4,516.45
<b>1.4.5</b>	<b>RAPIDA R-036(Long.45.00mt)</b>													6.24
1.4.5.1	Excavacion en terreno comun	m3	340				EX 336	1	125		27.18	2.72	361.32	9,827.02
1.4.5.2	Relleno Material de Zona	m3	95				EX 336	1	200		4.73	0.47	361.32	1,707.22
1.4.5.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	45				GRUA	1	25		18.00	1.80	330.98	5,957.57
1.4.5.4	Construccion y conformacion de bermas	m	125				EX 336	1	100		12.50	1.25	361.32	4,516.45

ESTIMACIONES DE DIAS DE TRABAJO Y COSTOS - TRAMO 6

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD A EJECUTAR	DIAS LT-001 (12 HR - DIA)	DIAS LD-005 (12 HR - DIA)	EQUIPOS	CANTIDAD	RENDIMIENTO DIA	RENDIMIENTO HR	HORA	DIAS	PU (PE)	COSTO (PE)
<b>1</b>	<b>METRADOS GENERALES</b>													
<b>1.10</b>	<b>MEJORAMIENTO HAUL ROAD</b>													<b>1,793,388.253</b>
1.1.01	Corte y conformacion	m3	32,510.000	32,510.000	3.812	12.587	CAT 773	2.000	1,291.420	129.142	125.869	12.587	593.61	74.716.74
							D9T	1.000		250.000	130.040	13.004	485.15	63.888.42
1.1.02	Excavacion para mejoramiento	m3	155,326.600	15,532.660	1.821	6.014	CAT 773	2.000	1,291.420	129.142	60.138	6.014	593.61	35,698.24
							D9T	1.000		250.000	62.131	6.213	485.15	30,142.45
1.1.03	Relleno, conformacion y compactado	m3	195,505.000	195,505.000	22.926	22.926	D9T	2.000		290.000	674.155	33.708	485.15	327,063.84
1.1.04	Relleno, conformacion y compactado para Mejoramiento	m3	155,326.600	15,532.660	1.821	1.821	D9T	1.000		290.000	53.561	5.356	485.15	25,984.87
							RODILLO	1.000		160.000	97.079	9.708	188.99	18,346.97
1.1.05	Relleno Capa de Rodadura	m3	43,600.000	43,600.000	5.113	16.881	CAT 773	2.000	1,291.420	129.142	168.806	16.881	593.61	100,204.55
							D9T	1.000		290.000	150.345	15.034	485.15	72,939.23
							MOTONIVELADORA	2.000		150.000	290.667	14.533	344.16	100,034.75
							RODILLO	2.000		160.000	272.500	13.625	188.99	51,499.74
<b>1.20</b>	<b>SUBDRENES EN CUNETETA</b>													
<b>1.2.1</b>	<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-890 (Long. 643.00mt)</b>													
1.2.1.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	5,465.000				EX 390	1.000		300.000	18.217	1.822	645.806	11,764.437
1.2.1.2	Instalacion Geotextil	m2	7,716.000											
1.2.1.3	Instalacion Geomembrana	m2	2,572.000											
1.2.1.4	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	643				EX 390	1.000		18.000	35.722	3.572	645.806	23,069.634
		m3	130.000				VOQUETE	2.000		6.500	20.000	2.000	193.480	3,869.600
1.2.1.5	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	643.000				GRUA	1.000		20.000	32.150	3.215	330.990	10,641.329
1.2.1.6	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	3,350.000				EX 390	1.000		300	11.167	1.117	645.806	7,211.500
		m3	3,350.000				CAT 773	2.000		129.140	25.941	2.594	593.606	15,398.638
1.2.1.7	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	1,945.000				D9T	1.000		290	6.707	0.671	485.146	3,253.824
		m3	1,945.000				CAT 773	2.000		129.140	15.061	1.506	593.606	8,940.403
1.2.1.8	Eliminacion de material excedente	m3	5,465.000				EX 390	1.000		300	18.217	1.822	645.806	11,764.433
		m3	5,466.000				CAT 773	2.000		129.140	42.326	4.233	593.606	25,125.061
<b>1.2.2</b>	<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-544 (Long. 1033.00mt)</b>													
1.2.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	8,781.000				EX 390	1.000		300.000	29.270	2.927	645.806	18,902.749
1.2.2.2	Instalacion Geotextil	m2	12,396.000				GR							
1.2.2.3	Instalacion Geomembrana	m2	4,132.000				GR							
1.2.2.4	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	1033				EX 390	1.000		18.000	57.389	5.739	645.806	37,062.102
		m3	209.000				VOQUETE	2.000		6.500	32.154	3.215	193.480	6,221.126
1.2.2.5	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	1,033.000				GRUA	1.000		20.000	51.650	5.165	330.990	17,095.634
1.2.2.6	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	5,382.000				EX 390	1.000		300	17.940	1.794	645.806	11,585.760
		m3	5,382.000				CAT 773	2.000		129.140	41.676	4.168	593.606	24,738.946
1.2.2.7	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	3,120.000				EX 390	1.000		290	10.759	1.076	485.146	5,219.502
		m3	3,120.000				CAT 773	2.000		129.140	24.160	2.416	593.606	14,341.418
1.2.2.8	Eliminacion de material excedente	m3	8,781.000				EX 390	1.000		300	29.270	2.927	645.806	18,902.742
		m3	8,781.000				CAT 773	2.000		129.140	67.996	6.800	593.606	40,362.818
<b>1.30</b>	<b>CANALES</b>													
<b>1.3.1</b>	<b>CANAL CA-608 (Long. 140mt)</b>													
1.3.1.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	510.000				EX 336	1.000		200	25.500	2.55	361.32	9,213.56
1.3.1.2	Instalacion Geotextil	m2	1,120.000				GRUA	1.000		62.000	18.065	3.011	330.990	5,979.174
1.3.1.3	Instalacion Geomembrana	m2	1,120.000				GRUA	1.000		62.000	18.065	3.011	330.990	5,979.174
1.3.1.4	Construccion y conformacion de berma	m	140.000				EX 336	1.000	100.000	14.000	1.400	361.316	5,058.427	
1.3.1.5	Eliminacion de material excedente	m3	160.000				EX 336	1.000		200	8.000	0.80	361.32	2,890.53
<b>1.3.2</b>	<b>CANAL CA-832 (Long. 38mt)</b>													
1.3.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	135.000				EX 336	1.000		200	6.75	0.68	361.32	2,438.88
1.3.2.2	Instalacion Geotextil	m2	305.000				GRUA	1.000		62.000	4.919	0.820	330.990	1,628.257
1.3.2.3	Instalacion Geomembrana	m2	305.000				GRUA	1.000		62.000	4.919	0.820	330.990	1,628.257
1.3.2.4	Construccion y conformacion de berma	m	38.000				EX 336	1.000	100.000	3.800	0.380	361.316	1,373.002	
1.3.2.5	Eliminacion de material excedente	m3	50.000				EX 336	1.000		200	2.50	0.25	361.32	903.29
<b>1.3.3</b>	<b>CANAL CA-824 (Long. 165mt)</b>													
1.3.3.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	600.000				EX 336	1.000		200	30.000	3.00	361.32	10,839.49
1.3.3.2	Instalacion Geotextil	m2	1,320.000				GRUA	1.000		62.000	21.290	3.548	330.990	7,046.884
1.3.3.3	Instalacion Geomembrana	m2	1,320.000				GRUA	1.000		62.000	21.290	3.548	330.990	7,046.884
1.3.3.4	Construccion y conformacion de berma	m	165.000				EX 336	1.000	100.000	16.500	1.650	361.316	5,961.718	
1.3.3.5	Eliminacion de material excedente	m3	230.000				EX 336	1.000		200	11.50	1.15	361.32	4,155.14
<b>1.40</b>	<b>CUNETAS</b>													
1.4.1	Construccion, Limpieza y mantenimiento de cunetas	m	6,305.000				D9T	1.000		300.000	210.167	21.017	485.146	101,961.567
1.4.2	Eliminacion de material excedente y lodo	m	6,305.000				CAT 773	2.000	1,291.420	129.142	24.411	2.441	593.606	14,490.589
<b>1.50</b>	<b>POZAS DE SEDIMENTACION</b>													
<b>1.5.1</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-832</b>													
1.5.1.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,200.000				EX 390	1.000		300	7.333	0.733	648.806	4,757.912
1.5.1.2	Construccion y conformacion de berma	m	60.000				EX 336	1.000	100.000	6.000	0.600	361.316	2,167.897	
1.5.1.3	Eliminacion de material excedente	m3	2,065.000				EX 390	1.000		300	6.883	0.688	648.806	4,465.950
<b>1.5.3</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-824</b>													
1.5.3.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,200.000				EX 390	1.000		300	7.333	0.733	648.806	4,757.912
1.5.3.2	Construccion y conformacion de berma	m	60.000				EX 336	1.000	100.000	6.000	0.600	361.316	2,167.897	
1.5.3.3	Eliminacion de material excedente	m3	2,065.000				EX 390	1.000		300	6.883	0.688	648.806	4,465.950
<b>1.5.3</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-948</b>													
1.5.3.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	1,100.000				EX 390	1.000		300	3.667	0.367	648.806	2,378.956
1.5.3.2	Construccion y conformacion de berma	m	30.000				EX 336	1.000	100.000	3.000	0.300	361.316	1,083.949	
1.5.3.3	Eliminacion de material excedente	m3	1,033.000				EX 390	1.000		300	3.443	0.344	648.806	2,234.056
<b>1.5.3</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-003</b>													
1.5.3.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,200.000				EX 390	1.000		300	7.333	0.733	648.806	4,757.912
1.5.3.2	Construccion y conformacion de berma	m	60.000				EX 336	1.000	100.000	6.000	0.600	361.316	2,167.897	
1.5.3.3	Eliminacion de material excedente	m3	2,065.000				EX 390	1.000		300	6.883	0.688	648.806	4,465.950
<b>1.5.2</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-168</b>													
1.5.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	1,000.000				EX 390	1.000		300	3.333	0.333	648.806	2,162.687
1.5.2.2	Excavacion en terreno comun	m3	1,310.000				EX 336	1.000		300	4.367	0.437	648.806	2,837.487
1.5.2.3	Construccion y conformacion de berma	m	75.000				EX 390	1.000	100.000	7.500	0.750	361.316	2,709.872	
1.5.2.4	Eliminacion de material excedente	m3	2,141.000											

1.6.1.7	Construccion y conformacion de berma	m	70.000			EX 390	1		10	7.00	0.70	645.81	4,520.64
1.6.1.8	Eliminacion de material excedente	m3	952.000			EX 390	1		300	3.17	0.32	645.81	2,049.36
<b>1.6.3</b>	<b>ALCANTARILLA A-106 Incluye 2 Cojas (Long. 89.60mt)</b>												
1.6.3.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,856.000			EX 390	1		300	9.52	0.95	645.81	6,148.08
1.6.3.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	55.000			EX 390	1		300	0.18	0.02	645.81	118.40
1.6.3.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	88.600			GRUA	1	45		19.69	1.97	330.98	6,516.55
1.6.3.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	2,136.000			EX 390	1		300	7.12	0.71	645.81	4,598.14
1.6.3.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	301.000			EX 390	1		300	1.00	0.10	645.81	647.96
1.6.3.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000			EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6,458.06
1.6.3.7	Construccion y conformacion de berma	m	70.000			EX 390	1		10	7.00	0.70	645.81	4,520.64
1.6.3.8	Eliminacion de material excedente	m3	720.000			EX 390	1		300	2.40	0.24	645.81	1,549.93
<b>1.70</b>	<b>RAPIDAS</b>												
<b>1.7.1</b>	<b>RAPIDA R-598(Long.25.00mt)</b>												
1.7.1.1	Excavacion en roca con Martillo Hidraulico	m3	150.000			EX 374	1	56.000		26.79	2.68		
1.7.1.2	Excavacion en terreno comun	m3	50.000			EX 336	1	125		4.00	0.40	361.32	1,445.26
1.7.1.3	Relleno Material de Zona	m3	55.000			EX 336	1	200		2.75	0.28	361.32	993.62
1.7.1.4	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	25.000			Grua	1	25		10.00	1.00	330.98	3,309.76
1.7.1.5	Construccion y conformacion de berma	m	25.000			EX 336	1	100		2.50	0.25	361.32	903.29
<b>1.7.1</b>	<b>RAPIDA R-863(Long.80.00mt)</b>												
1.7.1.1	Excavacion en roca con Martillo Hidraulico	m3	100.000			EX 374	1	56.000		17.86	1.79		
1.7.1.2	Excavacion en terreno comun	m3	250.000			EX 336	1	125		20.00	2.00	361.32	7,226.32
1.7.1.3	Relleno Material de Zona	m3	229.000			EX 336	1	200		11.45	1.15	361.32	4,137.07
1.7.1.4	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	80.000			Grua	1	25		32.00	3.20	330.98	10,591.24
1.7.1.5	Construccion y conformacion de berma	m	80.000			EX 336	1	100		8.00	0.80	361.32	2,890.53
<b>1.7.1</b>	<b>RAPIDA R-948(Long.177.00mt)</b>												
1.7.1.1	Excavacion en roca con Martillo Hidraulico	m3	700.000			EX 374	1	56.000		125.00	12.50		
1.7.1.2	Excavacion en terreno comun	m3	700.000			EX 336	1	125		56.00	5.60	361.32	20,233.71
1.7.1.3	Relleno Material de Zona	m3	400.000			EX 336	1	200		20.00	2.00	361.32	7,226.32
1.7.1.4	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	177.000			Grua	1	25		70.80	7.08	330.98	23,433.12
1.7.1.5	Construccion y conformacion de berma	m	177.000			EX 336	1	100		17.70	1.77	361.32	6,395.30
<b>1.7.2</b>	<b>RAPIDA R-168 Incluye Disipadores (Long.330.00mt)</b>												
1.7.2.1	Excavacion en roca con Martillo Hidraulico	m3	1,215.000			EX 374	1	56.000		216.96	21.70		
1.7.2.2	Excavacion en terreno comun	m3	1,280.000			EX 336	1	125		102.40	10.24	361.32	36,998.78
1.7.2.3	Relleno Material de Zona	m3	2,585.000			EX 336	1	200		129.25	12.93	361.32	46,700.12
1.7.2.4	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	330.000			Grua	1	25		132.00	13.20	330.98	43,688.86
1.7.2.5	Construccion y conformacion de berma	m	50.000			EX 336	1	100		5.00	0.50	361.32	1,806.58

ESTIMACIONES DE DIAS DE TRABAJO Y COSTOS - TRAMO 9

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD A EJECUTAR	DIAS IT-001 (12 HR - DIA)	DIAS LD-005 (12 HR - DIA)	EQUIPOS	CANTIDAD	RENDIMIENTO DIA	RENDIMIENTO HR	HORA	DIAS	PU \$	COSTO \$
<b>1</b>	<b>METRADOS GENERALES</b>													
<b>1.10</b>	<b>MEJORAMIENTO HAUL ROAD</b>													<b>1,707,343.142</b>
1.1.1	Corte y conformacion	m3	24,451.000	24,451.000	2.867	9.365	CAT 773	4.000	652.718	72.524	93.651	9.365	593.606	55,591.682
							D10T	1.000		320.000	76.409	7.641	683.560	52,230.392
1.1.2	Excavacion para mejoramiento	m3	25,390.090	17,773.063	2.084	61.266	CAT 773	4.000	652.718	72.524	68.073	6.807	593.606	40,408.755
							D10T	1.000		320.000	55.541	5.554	683.560	37,965.484
1.1.3	Relleno, conformacion y compactado	m3	26,519.100	26,519.100	3.110	3.110	D10T	2.000		390.000	67.998	3.400	683.560	46,480.503
1.1.4	Relleno, conformacion y compactado para Mejoramiento	m3	25,390.090	17,773.063	2.084	2.084	D10T	1.000		390.000	45.572	4.557	683.560	31,151.167
							RODILLO	2.000		160.000	111.082	5.554	188.990	20,993.304
1.1.5	Relleno Capa de Rodadura	m3	31,050.000	31,050.000	3.641	28.639	CAT 773	4.000	725.242	72.524	107.033	10.703	593.606	63,535.624
							D10T	1.000		390.000	79.615	7.962	683.560	54,421.892
							MOTONIVELADORA	2.000		150.000	207.000	10.350	344.156	71,240.341
							RODILLO	2.000		160.000	194.063	9.703	188.990	36,675.845
<b>1.30</b>	<b>SUBDRENES EN CUNETETA</b>													
<b>1.3.1</b>	<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-350(Long.560.00mt)</b>													
1.2.1.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	4,850.000				EX 390	1.000		300.000	16.167	1.617	645.806	10,440.534
1.2.1.2	Instalacion Geotextil	m2	8,176.000											
1.2.1.3	Instalacion Geomembrana	m2	2,072.000											
1.2.1.4	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	560				EX 390	1.000		18.000	6.222	0.622	645.806	4,018.350
		m3	112.000				VOQUETE	2.000		6.500	17.231	1.723	193.480	3,333.807
1.2.1.5	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	560.000				GRUA	1.000		18.000	31.111	3.111	330.976	10,297.038
1.2.1.6	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	2,920.000				EX 390	1.000		300.000	9.733	0.973	645.806	6,285.847
		m3	2,920.000				CAT 773	2.000		129.140	22.611	2.261	593.606	13,422.102
1.2.1.7	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	1,691.000				D10T	1.000		290.000	5.831	0.583	683.560	3,985.862
		m3	1,691.000				CAT 773	2.000		129.140	13.094	1.309	593.606	7,772.868
1.2.1.8	Eliminacion de material excedente	m3	4,850.000				EX 390	1.000		300.000	16.167	1.617	645.806	10,440.534
		m3	4,850.000				CAT 773	2.000		129.140	37.556	3.756	593.606	22,293.559
<b>1.3.2</b>	<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-357(Long.496.00mt)</b>													
1.3.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	4,250.000				EX 390	1.000		300.000	14.167	1.417	645.806	9,148.922
1.3.2.2	Instalacion Geotextil	m2	7,245.000											
1.3.2.3	Instalacion Geomembrana	m2	1,835.000											
1.3.2.4	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	496.000				EX 390	1.000		18.000	5.500	0.550	645.806	3,551.934
		m3	99.000				VOQUETE	2.000		6.500	15.231	1.523	193.480	2,946.847
1.3.2.5	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	496.000				GRUA	1.000		18.000	27.556	2.756	330.976	9,120.234
1.3.2.6	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	2,590.000				EX 390	1.000		300.000	8.633	0.863	645.806	5,575.461
		m3	2,590.000				CAT 773	2.000		129.140	20.056	2.006	593.606	11,905.220
1.3.2.7	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	1,500.000				D10T	1.000		390.000	3.846	0.385	683.560	2,629.077
		m3	1,500.000				CAT 773	2.000		129.140	11.615	1.162	593.606	6,894.915
1.3.2.8	Eliminacion de material excedente	m3	4,250.000				EX 390	1.000		300.000	14.167	1.417	645.806	9,148.922
		m3	4,250.000				CAT 773	2.000		129.140	32.910	3.291	593.606	19,535.593
<b>1.3.4</b>	<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-161(Long.346.00mt)</b>													
1.3.4.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,950.000				EX 390	1.000		300.000	9.833	0.983	645.806	6,350.428
1.3.4.2	Instalacion Geotextil	m2	5,055.000											
1.3.4.3	Instalacion Geomembrana	m2	1,280.000											
1.3.4.4	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	346.000				EX 390	1.000		18.000	3.833	0.383	645.806	2,475.591
		m3	69.000				VOQUETE	2.000		6.500	10.615	1.062	193.480	2,053.863
1.3.4.5	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	346.000				GRUA	1.000		18.000	19.222	1.922	330.976	6,362.099
1.3.4.6	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	1,805.000				EX 390	1.000		300.000	6.017	0.602	645.806	3,885.601
		m3	1,805.000				CAT 773	2.000		129.140	13.977	1.398	593.606	8,296.881
1.3.4.7	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	1,045.000				D10T	1.000		390.000	2.679	0.268	683.560	1,831.590
		m3	1,045.000				CAT 773	2.000		129.140	8.092	0.809	593.606	4,803.458
1.3.4.8	Eliminacion de material excedente	m3	2,950.000				EX 390	1.000		300.000	9.833	0.983	645.806	6,350.428
		m3	2,950.000				CAT 773	2.000		129.140	22.843	2.284	593.606	13,560.000
<b>1.3.5</b>	<b>SUBDREN EN CUNETETA SDC-461(Long.50.00mt)</b>													
1.3.5.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	425.000				EX 390	1.000		300.000	1.417	0.142	645.806	914.892
1.3.5.2	Instalacion Geotextil	m2	600.000											
1.3.5.3	Instalacion Geomembrana	m2	185.000											
1.3.5.4	Instalacion y conformacion cama (e=0.10 mt.)	m	50.000				EX 390	1.000		18.000	0.556	0.056	645.806	358.781
		m3	10.000				VOQUETE	2.000		6.500	1.538	0.154	193.480	297.661
1.3.5.5	Instalacion (tuberia HDPE Corrugado perforado D=12")	m	50.000				GRUA	1.000		18.000	2.778	0.278	330.976	919.378
1.3.5.6	Relleno material drenante (Roca D=0.30 mt.)	m3	260.000				EX 390	1.000		300.000	0.867	0.087	645.806	559.699
		m3	260.000				CAT 773	2.000		129.140	2.013	0.201	593.606	1,195.119
1.3.5.7	Relleno material filtro (Grava D=2.5")	m3	151.000				D10T	1.000		390.000	0.387	0.039	683.560	264.660
		m3	151.000				CAT 773	2.000		129.140	1.169	0.117	593.606	694.088
1.3.5.8	Eliminacion de material excedente	m3	425.000				EX 390	1.000		300.000	1.417	0.142	645.806	914.892
		m3	425.000				CAT 773	2.000		129.140	3.291	0.329	593.606	1,953.559
<b>1.40</b>	<b>CANALES</b>													
<b>1.4.1</b>	<b>CANAL CA-475 (Long.335mt)</b>													
1.4.1.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	1,175.000				EX 336	1.000	200		58.75	5.88	361.32	21,227.33
1.4.1.2	Instalacion Geotextil	m2	2,664.000				GRUA	1.000		150.000	17.760	2.960	649.806	11,540.559
1.4.1.3	Instalacion Geomembrana	m2	2,664.000				GRUA	1.000		150.000	17.760	2.960	649.806	11,540.559
1.4.1.4	Construccion y conformacion de bermas	m	335.000				EX 336	1.000	100.000		33.500	3.350	361.316	12,104.094
1.4.1.5	Eliminacion de material excedente	m3	425.000				EX 336	1.000	200		21.25	2.13	361.32	7,677.97
<b>1.4.2</b>	<b>CANAL CA-237 (Long.550mt)</b>													
1.4.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	1,907.000				EX 336	1.000	200		95.35	9.54	361.32	34,451.50
1.4.2.2	Instalacion Geotextil	m2	4,320.000				GRUA	1.000		150.000	28.800	4.800	649.806	18,714.420
1.4.2.3	Instalacion Geomembrana	m2	4,320.000				GRUA	1.000		150.000	28.800	4.800	649.806	18,714.420
1.4.2.4	Construccion y conformacion de bermas	m	537.000				EX 336	1.000	100.000		53.700	5.370	361.316	19,402.682
1.4.2.5	Eliminacion de material excedente	m3	700.000				EX 336	1.000	200		35.00	3.50	361.32	12,646.07
<b>1.4.3</b>	<b>CANAL CA-293 (Long.157mt)</b>													
1.4.3.1	Excavacion en terreno comun	m3	7,152.000				EX 336	1.000		300.000	23.840	2.384	645.806	15,396.021
1.4.3.2	Relleno, conformacion y compactado	m3	5,221.000				GRUA	1.000		300.000	17.403	1.740	646.806	11,256.585
1.4.3.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	157.000				GRUA	1.000		150.000	1.047	0.174	649.806	6

1.6.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2,300.000				EX 390	1.000		300.000	7.667	0.767	648.806	4.974.181
1.6.2.2	Construccion y conformacion de berma	m	60.000				EX 390	1.000	100.000		6.000	0.600	648.806	3.892.837
1.6.2.3	Eliminacion de material excedente	m3	2.050.000				CAT 773	2.000	1.450.483	145.048	7.067	0.707	593.606	4.194.784
<b>1.6.3</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-46E</b>													
1.6.3.1	Excavacion en terreno comun	m3	2.500.000				EX 390	1.000		300.000	8.333	0.833	648.806	5.406.719
1.6.3.2	Construccion y conformacion de berma	m	60.000				EX 390	1.000	100.000		6.000	0.600	648.806	3.892.837
1.6.3.3	Eliminacion de material excedente	m3	2.365.000				CAT 773	2.000	1.450.483	145.048	8.152	0.815	593.606	4.839.348
<b>1.6.4</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-423</b>													
1.6.4.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2.300.000				EX 390	1.000		300.000	7.667	0.767	648.806	4.974.181
1.6.4.2	Construccion y conformacion de berma	m	60.000				EX 390	1.000	100.000		6.000	0.600	648.806	3.892.837
1.6.4.3	Eliminacion de material excedente	m3	2.050.000				CAT 773	2.000	1.450.483	145.048	7.067	0.707	593.606	4.194.784
<b>1.6.5</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-200</b>													
1.6.5.1	Excavacion en terreno comun	m3	3.400.000				EX 390	1.000		300.000	11.333	1.133	648.806	7.353.137
1.6.5.2	Relleno Material de Zona	m3	3.300.000				EX 390	1.000		300.000	11.000	1.100	649.806	7.147.869
1.6.5.3	Construccion y conformacion de berma	m	265.000				CAT 773	2.000	1.450.483	145.048	0.913	0.091	593.606	542.253
<b>1.6.6</b>	<b>POZA DE SEDIMENTACION PS-293</b>													
1.6.6.1	Excavacion en terreno comun	m3	2.700.000				EX 390	1.000		300.000	9.000	0.900	648.806	5.839.256
1.6.6.2	Relleno Material de Zona	m	700.000				EX 390	1.000		300.000	2.333	0.233	648.806	1.513.881
1.6.6.3	Construccion y conformacion de berma	m3	70.000				EX 390	1.000	100.000		7.000	0.700	648.806	4.541.644
1.6.6.4	Eliminacion de material excedente	m3	1.845.000				CAT 773	2.000	1.450.483	145.048	6.360	0.636	593.606	3.775.305
<b>1.7.0</b>	<b>ALCANTARILLAS</b>													
<b>1.7.1</b>	<b>Alcantarilla A-032 Incluye 2 Cajas (Long.78mt)</b>													
1.7.1.1	Excavacion en terreno comun	m3	2.850.000				EX 390	1		300	9.50	0.95	645.81	6.135.16
1.7.1.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	48.360				EX 390	1		300	0.16	0.02	645.81	104.10
1.7.1.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	78.000				GRUA	1	45		17.33	1.73	330.98	5.736.92
1.7.1.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	2.144.000				EX 390	1		300	7.15	0.71	645.81	4.615.36
1.7.1.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3					EX 390	1		300	-	-	645.81	-
1.7.1.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6.458.06
1.7.1.7	Construccion y conformacion de berma	m	70.000				EX 390	1		10	7.00	0.70	645.81	4.520.64
1.7.1.8	Eliminacion de material excedente	m3	750.000				EX 390	1		300	2.50	0.25	645.81	1.614.52
<b>1.7.2</b>	<b>ALCANTARILLA A-475 (Long.90mt)</b>													
1.7.2.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2.600.000				EX 390	1		300	8.67	0.87	645.81	5.596.99
1.7.2.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	60.000				EX 390	1		300	0.20	0.02	645.81	129.16
1.7.2.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	90.000				GRUA	1	45		20.00	2.00	330.98	6.619.52
1.7.2.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	2.200.000				EX 390	1		300	7.33	0.73	645.81	4.735.91
1.7.2.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	310.000				EX 390	1		300	1.03	0.10	645.81	667.33
1.7.2.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6.458.06
1.7.2.7	Eliminacion de material excedente	m3	400.000				EX 390	1		300	1.33	0.13	645.81	861.07
<b>1.7.3</b>	<b>ALCANTARILLA A-237 Incluye 2 Cajas (Long.95mt)</b>													
1.7.3.1	Excavacion en terreno comun	m3	2.800.000				EX 390	1		300	9.33	0.93	645.81	6.027.52
1.7.3.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	60.000				EX 390	1		300	0.20	0.02	645.81	129.16
1.7.3.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	95.000				GRUA	1	45		21.11	2.11	330.98	6.987.28
1.7.3.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	2.290.000				EX 390	1		300	7.63	0.76	645.81	4.929.65
1.7.3.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	322.000				EX 390	1		300	1.07	0.11	645.81	693.17
1.7.3.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6.458.06
1.7.3.7	Construccion y conformacion de berma	m	70.000				EX 390	1		10	7.00	0.70	645.81	4.520.64
1.7.3.8	Eliminacion de material excedente	m3	355.000				EX 390	1		300	1.18	0.12	645.81	764.20
<b>1.7.4</b>	<b>ALCANTARILLA A-200 (Long.43mt)</b>													
1.7.4.1	Excavacion en terreno comun	m3	1.300.000				EX 390	1		300	4.33	0.43	645.81	2.798.49
1.7.4.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	30.000				EX 390	1		300	0.10	0.01	645.81	64.58
1.7.4.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	43.000				GRUA	1	45		9.56	0.96	330.98	3.162.66
1.7.4.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	1.190.000				EX 390	1		300	3.97	0.40	645.81	2.561.70
1.7.4.5	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6.458.06
1.7.4.6	Eliminacion de material excedente	m3	110.000				EX 390	1		300	0.37	0.04	645.81	236.80
<b>1.7.5</b>	<b>ALCANTARILLA A-250 (Long.81mt)</b>													
1.7.5.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2.400.000				EX 390	1		300	8.00	0.80	645.81	5.166.45
1.7.5.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	50.000				EX 390	1		300	0.17	0.02	645.81	107.63
1.7.5.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	81.000				GRUA	1	45		18.00	1.80	330.98	5.957.57
1.7.5.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	2.000.000				EX 390	1		300	6.67	0.67	645.81	4.305.37
1.7.5.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	300.000				EX 390	1		300	1.00	0.10	645.81	645.81
1.7.5.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6.458.06
1.7.5.7	Eliminacion de material excedente	m3	400.000				EX 390	1		300	1.33	0.13	645.81	861.07
<b>1.7.6</b>	<b>ALCANTARILLA A-157 (Long.60mt)</b>													
1.7.6.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	1.800.000				EX 390	1		300	6.00	0.60	645.81	3.874.84
1.7.6.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	40.000				EX 390	1		300	0.13	0.01	645.81	86.11
1.7.6.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	60.000				GRUA	1	45		13.33	1.33	330.98	4.413.02
1.7.6.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	1.705.000				EX 390	1		300	5.68	0.57	645.81	3.670.33
1.7.6.5	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6.458.06
1.7.6.6	Eliminacion de material excedente	m3	100.000				EX 390	1		300	0.33	0.03	645.81	215.27
<b>1.7.7</b>	<b>ALCANTARILLA A-293 (Long.135mt)</b>													
1.7.7.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	4.000.000				EX 390	1		300	13.33	1.33	645.81	8.610.75
1.7.7.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	90.000				EX 390	1		300	0.30	0.03	645.81	193.74
1.7.7.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	135.000				GRUA	1	45		30.00	3.00	330.98	9.929.29
1.7.7.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	3.300.000				EX 390	1		300	11.00	1.10	645.81	7.103.87
1.7.7.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	500.000				EX 390	1		300	1.67	0.17	645.81	1.076.34
1.7.7.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6.458.06
1.7.7.7	Construccion y conformacion de berma	m	70.000				EX 390	1		10	7.00	0.70	645.81	4.520.64
1.7.7.8	Eliminacion de material excedente	m3	600.000				EX 390	1		300	2.00	0.20	645.81	1.291.61
<b>1.7.8</b>	<b>ALCANTARILLA A-375 Incluye 1 Cajas (Long.74mt)</b>													
1.7.8.1	Excavacion en roca con voladura controlada	m3	2.500.000				EX 390	1		300	8.33	0.83	645.81	5.381.72
1.7.8.2	Instalacion y conformacion cama (e=0.20 mt.)	m3	50.000				EX 390	1		300	0.17	0.02	645.81	107.63
1.7.8.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48")	m	74.000				GRUA	1	45		16.44	1.64	330.98	5.442.72
1.7.8.4	Relleno material competente (Material de mina seleccionada)	m3	1.800.000				EX 390	1		300	6.00	0.60	645.81	3.874.84
1.7.8.5	Relleno material lastre (e=0.40 mt.)	m3	260.000				EX 390	1		300	0.87	0.09	645.81	559.70
1.7.8.6	Construccion de Cabezales (Enrocado roca D=0.40 mt. a mas)	und	2.000				EX 390	1	2		10.00	1.00	645.81	6.458.06
1.7.8.7	Construccion y conformacion de berma	m	70.000				EX 390	1		10	7.00	0.70	645.81	4.520.64
1.7.8.8	Eliminacion de material excedente	m3	550.000				EX 390	1		300	1.83	0.18	645.81	1.183.98
<b>1.8.0</b>	<b>RAPIDAS</b>													
<b>1.8.1</b>	<b>RAPIDA R-475(Long.50.00mt)</b>													
1.8.1.1	Excavacion en terreno comun	m3	377.000				EX 336	1	125		30.16	3.02	361.32	10.897.30
1.8.1.2	Relleno Material de Zona	m3	120.000				EX 336	1	200		6.00	0.60	361.32	2.167.90
1.8.1.3	Instalacion alcantarilla (tuberia TMC D=48") media luna	m	50.000				GRUA	1	25		20.00	2.00	330.98	6.619.52
1.8.1.4	Construccion y conformacion de berma	m	50.000				EX 336	1	100		5.00	0.50	361.32	1.806.58
<b>1.8.2</b>	<b>RAPIDA R-200 (Long.112.00mt)</b>													
1.8.2.1	Excavacion en terreno comun	m3	9.050.000				EX 336	1	125		724.00	72.40	361.32	261.592.95
1.8.2.2	Relleno Material de Zona	m3	20.000				EX 336	1	200					

ANEXO 11:

Procedimiento de Mantenimiento de vías – Unidad Mineras Las Bambas

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10



Nombre del PETS: **CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES**

Área: **SERVICIOS AUXILIARES**

Código: **PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01**

Versión: **V- 00**

Página: **1 de 11**

UNIDAD  
MINERA  
LAS  
BAMBAS

## 1. PERSONAL

- |                                |                          |                        |
|--------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1.1 Operador de Tractor        | 1.4 Operador de Rodillo  | 1.7 Supervisor de vías |
| 1.2 Operador de Excavadora     | 1.5 Operador de Camiones |                        |
| 1.3 Operador de Motoniveladora | 1.6 Operador de cargador |                        |

## 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1 EPP Básico (casco, protección respiratoria, lentes, zapatos punta de acero, guantes de cuero, tapones, orejeras, chaleco reflectivo).
- 2.2 Traje térmico – turno noche

## 3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
3.1 Tractor 3.2 Excavadora 3.3 Motoniveladora 3.4 Rodillo	Conos de seguridad, letreros de señalización vial, linternas, radios.	
<b>TAL RISK ASOCIADO A LA ACTIVIDAD</b>		Aislamiento y permiso, control de suelos, guardas, tormentas eléctricas vehículos y equipos móviles, aptitud para el trabajo.



## 4. PROCEDIMIENTOS

N°	PASO A PASO	RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL
1.	PLANIFICACION EN EL ÁREA DE TRABAJO	<p>a Tropiezos y caídas a nivel o desnivel.</p> <p>b Lesiones por tropiezos y caídas a nivel o desnivel</p>	<p>a. Caminar por zonas estables y seguras caminar en zonas con bermas de seguridad, caminar por caminos</p> <p>a. No exponerse a borde de crestas empinadas, zonas restringidas o peligrosas.</p> <p>a. Conocer zonas con riesgo geotécnico en operaciones</p> <p>b. Caminar por zonas estables, seguras, señalizadas</p> <p>b. No caminar encima de muros de seguridad, en crestas de talud o en</p>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

## PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Versión: <b>V- 00</b>	
	Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01</b>	Página: <b>2 de 11</b>	

			<p>la vía de tránsito de operaciones</p> <p>b. En turno noche tener siempre linterna operativa</p>
		<p>c Lesiones por tropiezos y caídas a nivel o desnivel</p>	<p>c. No ingresar a zonas restringidas o peligrosas.</p> <p>c. Verificar las condiciones del área de trabajo, identificar los riesgos potenciales donde ingresa el equipo (cables, postes eléctricos, puentes, instalaciones enterradas).</p>
<b>2.</b>	<b>DESBROCE DE MATERIAL ORGANICO (TRACTOR Y/O EXCAVADORA)</b>	<p>a Caída de rocas en línea de fuego</p> <p>b Atollamiento, de equipo</p> <p>c Volcadura de equipo con oruga</p> <p>d Contaminación del top soil</p>	<p>a. Antes de realizar el desbroce poner muro de seguridad en la línea de fuego, la ubicación y altura de muro debe ser coordinado con el supervisor de vías.</p> <p>a. Realizar trabajos previos para que equipos o personal no quede en la parte inferior de los trabajos.</p> <p>b. En terrenos saturados e inestables realizar una inspección detallada en campo con el supervisor de vías para evaluar la ubicación de los equipos.</p> <p>b. Retirar el material y reemplazar con material adecuado y evaluar el lastrado de la zona.</p> <p>b. Conocer los planos de diseño, marcas y plantillas de corte topográfico.</p> <p>b. Si es necesario colocar vigías para mayor control.</p> <p>c. El corte en zanja se debe realizar por un desplazamiento promedio de 50 a 70m.</p> <p>c. Trabajos en taludes las orugas deben posicionarse paralelas al talud</p> <p>c. Se recomienda trabajar con las orugas en posición horizontal con un máximo de pendiente de 25 grados, solo en trabajos eventuales trabajar hasta 35 grados.</p> <p>d. Acumular el top soil en zonas autorizadas por el supervisor, en forma cónica y cerca de algún acceso para su carguío.</p> <p>d. Evitar mezclar el top soil con otro material.</p>
<b>3.</b>	<b>APERTURA DE ACCESO (TRACTOR Y/O EXCAVADORA)</b>	<p>a Atollamiento de equipo</p>	<p>a. Si durante el trabajo se encuentra terreno saturado o inadecuado evaluar con el supervisor antes de continuar. Luego retirar el material y reemplazar con material adecuado.</p> <p>a. Si la rampa es en curva darle el peralte a diseño para el giro de los equipos.</p> <p>a. Evaluar la necesidad de colocar vigías para mayor control.</p>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

## PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Versión: <b>V- 00</b>	
	Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01</b>	Página: <b>3 de 11</b>	

		<p>b Daños a las herramientas de corte y al equipo</p> <p>c Choques entre equipos</p> <p>d Atropellos a personal</p>	<p>b. Se recomienda trabajar con las orugas en posición horizontal con un máximo de pendiente de 25 grados, solo en trabajos eventuales trabajar hasta 35 grados.</p> <p>b. Verificar los planos de diseño, marcas y plantilla de corte o relleno según topografía o coordinar con supervisor de vías.</p> <p>b. Relleno según topografía o coordinar con supervisor de vías</p> <p>c. De trabajar varios equipos en la zona se debe mantener una distancia de separación aproximada de 50m si las condiciones no permiten el supervisor debe indicar la distancia de separación de equipos previa evaluación.</p> <p>c. Realizar parqueos móviles para vehículo liviano a una distancia aproximada de 100 m</p> <p>c. En turno noche la zona de trabajo debe ser iluminado con ubicación de luminarias en zonas estables y con bermas.</p> <p>c. Definir el canal de radio para los trabajos según evaluación.</p> <p>d. Personal que ingresa a zona de trabajo debe pedir autorización al operador para detener los trabajos.</p> <p>d. Personal de piso debe mantener una distancia de 50m como referencia y ubicarse en lugar definido, seguro, estable y fuera de peligro (Plataforma para vigías)</p>
4.	<b>CARGUIO DE MATERIAL EXCEDENTE (EXCAVADORA Y/O CARGADOR FRONTAL)</b>	<p>a Desprendimiento de rocas colgadas y deslizamiento de taludes.</p> <p>b Choques en el traslado de equipos de carguío.</p> <p>c Choques al momento de carguío</p>	<p>a. Todos los taludes de las zonas de carguío deben estar estables, sin rocas colgadas de verificar condiciones reportar a supervisor.</p> <p>a. No realizar el carguío en taludes con rocas colgadas, fisuradas, inestables o zonas con conos azules.</p> <p>a. Conocer zonas con riesgo geotécnico en operaciones.</p> <p>b. Cargador frontal debe trasladarse con el cucharón retraído y a una distancia aproximada de 40cm del piso y no mantener el cucharón en alto al momento de detenerse</p> <p>b. Excavadora debe trasladarse con el cucharón levantado y a una distancia de 40cm del piso.</p> <p>c. Si el camión no es estacionado correctamente, el operador del equipo de carguío no debe cargar.</p> <p>c. El equipo de carguío espera al camión con el cucharón lleno y levantado, en esta posición el operador del equipo de carguío tocará una vez el claxon para que el camión pueda posicionarse en la zona de carga.</p>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Versión: <b>V- 00</b>	
	Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01</b>	Página: <b>4 de 11</b>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>c. El camión debe ingresar en forma lenta y en retroceso a la plataforma de carguío hará sonar el claxon 3 veces.</li> <li>c. Una vez alineado el camión, el operador del equipo de carguío tocara una vez de forma larga el claxon, señal de posición de carga para que se detenga el camión.</li> <li>c. Cuando la carga este completa, el operador del equipo de carguío tocara una vez el claxon señal de arranque y salida del camión.</li> <li>c. El camión tocara 2 veces en señal de salida de zona de carguío</li> <li>c. En turno noche la zona de carguío debe ser iluminado con ubicación de luminarias en zonas estables y con bermas.</li> <li>c. Uso de espejos en todo momento.</li> </ul>
	d Hundimientos, atollamientos del equipo.		<ul style="list-style-type: none"> <li>d. La zona de carguío debe ser estable y horizontal de producir hundimientos evaluar la zona y reemplazar hasta mejorar la zona.</li> </ul>
	e Caída de rocas del cucharón		<ul style="list-style-type: none"> <li>e. Colocar la carga en el centro de la tolva, realizando el carguío de tal forma que el material se deposite en toda el área de la tolva y a la capacidad del camión.</li> <li>e. No sobrepasar la capacidad del cucharón de carguío y nunca maniobrar encima de la cabina del conductor de camión.</li> </ul>
	f Corte o explosión de neumáticos.		<ul style="list-style-type: none"> <li>f. La zona de carguío debe estar limpia y sin rocas en todo momento.</li> <li>f. Monitorear el estado de los neumáticos de manera rutinaria.</li> <li>f. No se debe sobrecargar a los camiones sobre el peso ni volumen máximo de su capacidad.</li> </ul>
	g Volcadura de equipos		<ul style="list-style-type: none"> <li>g. Las zonas de carguío deben estar con muros de seguridad a 2' de altura de neumático.</li> <li>g. No realizar carguío en borde de talud el carguío siempre en superficies planas, para carguíos en pendiente evaluar con el supervisor.</li> </ul>
	h Polución en el carguío		<ul style="list-style-type: none"> <li>h. Si se genera exceso de polvo en el frente de carguío pedir apoyo a cisterna de agua para su riego.</li> </ul>
<b>5.</b>	a Perdida de control del camión		<ul style="list-style-type: none"> <li>a. El operador de camión debe llevar el sistema de control anti fatiga (Smart Cap - Guardián de vida)</li> <li>a. Ubicación y conocimiento de rampas contrapendiente o de alivio con pendiente mayor a 12% (run away)</li> <li>a. Las vías de acarreo deben tener una pendiente máxima de 12%.</li> </ul>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10



Nombre del PETS: **CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES**

Área: **SERVICIOS AUXILIARES**

Versión: **V- 00**

Código: **PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01**

Página: **5 de 11**

**UNIDAD MINERA LAS BAMBAS**

<b>ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE CON CAMIONES</b>	<p>b Volteo y choques en accesos de acarreo con camiones.</p>	<p>b. Verificar las condiciones del acceso de acarreo, si existe problemas en la vía reportar al supervisor de vías para su corrección.                      b. Los accesos de acarreo deben cumplir criterios de diseño como anchos, pendientes, muros de seguridad en todo el trayecto,                      b. Si existe accesos temporales y angostos se deber controlar con vigías en sitios estratégicos, el acceso tendrá sobre anchos en ciertas distancias para el pase de cruce con camiones.                      b. Respetar la velocidad y señalización vial en todo momento</p>
	<p>c Daños a equipos por caída de material del camión a accesos.</p>	<p>c. No cargar bolonería o rocas grandes al borde de la tolva.                      c. Si existe caídas de material en vías debe pedir apoyo para limpieza.                      c. En caso de lodos muy saturados, mezclar con material seco antes de su carguío o poner material seco al final de tolva para que no resbale el lodo en el traslado, de ser muy urgente el acarreo se podrá reducir el volumen de carga en las tolvas.</p>
	<p>d Corte o explosión de neumáticos.</p>	<p>d. Los accesos de acarreo deben estar limpias y sin rocas en todo momento de ser necesario pedir apoyo a equipo de limpieza.                      d. Monitorear el estado de los neumáticos de manera rutinaria, reportar de manera inmediata a supervisor y despacho de cualquier anomalía.                      d. Si el neumático está caliente aproximarse a zona segura paralizar el equipo, reportar y alejarse de los neumáticos a una zona segura.                      d. Los neumáticos de preferencia deben estar inflados con nitrógeno.</p>
<p>e Atropellos, choques y colisiones con equipos en la vía.</p>	<p>e. Comunicar a despacho el circuito de acarreo asignada por medio de la radio de comunicación.                      e. Está prohibido adelantar a camiones en circuito de acarreo, solo se podrá adelantar a camiones detenidos si se tiene la autorización radial del camión.                      e. Respetar la señalización vial en todo momento (Velocidad, pares, ceda el paso, etc)                      e. En turno noche usar adecuadamente las luces del equipo                      e. Cumplir con el procedimiento de autorización de pase vía radial.                      e. No realizar giros en una rampa o pendiente dar vueltas en óvalos.                      e. La distancia entre camión y unidades livianas es de 50 metros en condiciones normales y 100 metros en época de lluvias. Como referencia use los reflexivos instalados en los muros de seguridad cada 50 m.                      e. Si un camión queda inoperativo intempestivamente, se informará por radio de comunicación la inoperatividad, se procederá a dar pase de</p>	

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del **FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10)** de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.



# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10



Nombre del PETS: **CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES**

Área: **SERVICIOS AUXILIARES**

Código: **PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01**

Versión: **V- 00**

Página: **7 de 11**

**UNIDAD MINERA LAS BAMBAS**

		<p>c Daños a estructuras existentes</p> <p>d Atropellos a personal de piso</p>	<p>b.En turno noche el supervisor debe evaluar la iluminación de la descarga para ubicar luminarias.</p> <p>c.Verificar que no exista instalaciones existentes (postes eléctricos, pozas, etc.) en las zonas de descarga, comunicar al supervisor de existir cualquier estructura.</p> <p>d.Todo personal externo de piso debe mantener su radio de trabajo a una distancia de 50 m del equipo.</p> <p>d.El ingreso de personal de piso dentro del área de operaciones se realizará con autorización del operador y con el equipo detenido. Mantener contacto visual permanentemente con el operador.</p>
7.	<p><b>CONSTRUCCION DE MUROS DE SEGURIDAD CON CARGADOR O EXCAVADORA</b></p>	<p>a Lesiones o muerte por caída de rocas colgadas del muro de seguridad</p> <p>b Atropellos, choques y colisiones con equipos en la vía.</p>	<p>a.Evaluar la línea de fuego en la parte inferior de los muros de seguridad en caso de existir equipos, infraestructuras o vías de tránsito el supervisor debe coordinar el retiro, cierre de vías o los controles necesarios antes de realizar la conformación de berma</p> <p>a. Conocimiento de las zonas con riesgo geotécnico en operaciones</p> <p>a.No ingresar a realizar trabajos en zonas con conos azules el cual indica riesgos geotécnicos.</p> <p>a. El material a utilizar debe ser granulado sin presencia de rocas este debe ser evaluado en el primer viaje de descarga.</p> <p>b.Comunicar a despacho la labor y zona asignada por medio de la radio de comunicación.</p> <p>b.De ser posible poner conos, letreros o controlar con vigías evaluando las condiciones.</p>
8.	<p><b>LASTRADO Y ACABADO DE VIA CON TRACTOR Y MOTONIVELADORA</b></p>	<p>a Choques y colisiones con camiones de descarga de lastre</p>	<p><b>DESCARGA DE MATERIAL LASTRE</b></p> <p>a.El supervisor de vías debe autorizar la zona a lastrar.</p> <p>a.Poner conos, letreros o controlar con vigías evaluando las condiciones de la vía.</p> <p>a.En curvas el supervisor debe evaluar si poner vigías o cerrar la vía</p> <p>a.Ubicar el equipo de lastrado (Motoniveladora, tractor) en el frente de descarga y por el lado visible del operador del camión.</p> <p>a.Las descargas deben realizarse a 5 metros de la cuneta para evitar pérdidas de material.</p> <p>a.La siguiente descarga hacerlo en el mismo carril y a una distancia de 10 metros de la descarga anterior.</p>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10



Nombre del PETS: CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES

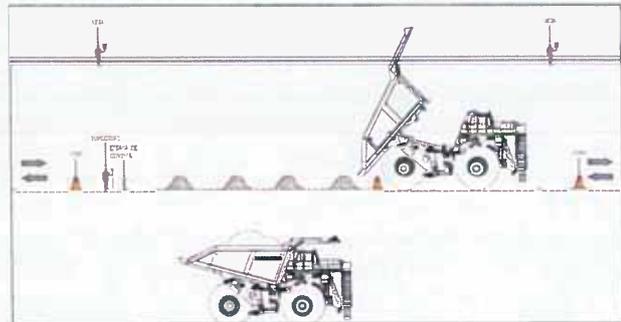
Área: SERVICIOS AUXILIARES

Código: PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01

Versión: V- 00

Página: 8 de 11

UNIDAD MINERA LAS BAMBAS



a Atropellos, choques y colisiones con equipos en la vía.

### EXTENDIDO DE MATERIAL CON TRACTOR ORUGA

- a. Comunicar a despacho la labor y zona asignada por medio de radio de comunicación.
- a. Ubique el tractor en el frente de descarga y por el lado visible del operador del camión.
- a. El extendido de material debe ser en dirección de la salida del camión o en sentido de carril de camiones cargados con rellenos indicados por el supervisor.
- a. En alerta roja en vías el supervisor de vías debe evaluar y autorizar si se continúa con el lastrado en las vías.

### NIVELACION DE MATERIAL (MOTONIVELADORA)

- a. Comunicar a despacho la labor y zona asignada por medio de la radio de comunicación.
- a. Ubique la motoniveladora en el frente de descarga y por el lado visible del operador del camión.
- a. El extendido de material debe ser en dirección de la salida del camión o en sentido de carril de camiones cargados con rellenos indicados por el supervisor.
- a. Si las material descargado supera en promedio 50cm de altura es necesario pedir apoyo de otro equipo para el extendido
- a. El extendido de material debe ser uniforme y con el ángulo de inclinación según diseño 3% con crow en vías rectas de dos sentidos y en curvas con un peralte de 4%.
- a. El extendido de material debe ser de acuerdo a control topográfico o coordinado con el supervisor de vías.
- a. Mantenerse siempre en el carril mientras se realiza el extendido, para realizar giros en la vía se debe verificar que no exista tránsito.
- a. En alerta roja en vías el supervisor de vías debe evaluar y autorizar si se continúa con el lastrado en las vías.

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10



Nombre del PETS: CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES

Área: SERVICIOS AUXILIARES

Versión: V- 00

Código: PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01

Página: 9 de 11

UNIDAD MINERA LAS BAMBAS

9.	COMPACTACION DE VIA CON RODILLO LISO	a Atropellos o Choques con equipos en la vía.	<p>a. Comunicar a despacho la labor y zona asignada vía radial.</p> <p>a. Poner letrero de mantenimiento de vías a una distancia de <b>50 metros</b> en el sentido de carril de tránsito de compactación, contar con <b>02 vigías</b> ubicados en plataformas seguras para el control del tránsito de los equipos.</p> <p>a. En curvas poner <b>02 vigías</b> o cerrar el carril a compactar previa coordinación con operaciones</p> <p>a. En alerta roja en vías se paraliza la tarea de compactación.</p> <p>a. Asegurar que el aviso a camiones por despacho este activado.</p>
		b Sobre exposición a la vibración	<p>b. No compactar sobre terrenos rocosos o duros</p> <p>b. Emplear el grado de vibración adecuado según el tipo de material a compactar.</p> <p>b. Mantenimiento periódico de asiento de conductor,</p> <p>b. Los neumáticos deben tener agua para reducir vibración</p>
		c Impacto de caída de rocas de camiones	<p>c. Vigías deben reportar al rodillo oportunamente las condiciones de rocas en borde de tolva en los camiones.</p> <p>c. Poner conos de seguridad para delimitar la zona de trabajo y mantener distancia segura al momento del pase de los camiones.</p>
		d Volcadura o cuneteos	<p>d. Mantener una distancia de seguridad a los bordes de excavaciones, zanjas, desniveles del terreno, etc</p> <p>d. Trabajar con la pendiente máxima recomendada en el manual de operación.</p>

## VERIFICACION DE ESTANDARES DE SEGURIDAD

El operador debe considerar los siguientes estandares de seguridad en este procedimiento:

- STAN-SA-2019- 01-INSPECCION Y ENCENDIDO DE EQUIPOS DE LINEA AMARILLA
- STAN-SA-2019- 02-TRASLADO DE EQUIPO AL FRENTE DE TRABAJO
- STAN-SA-2019- 03-PARTICIPACION EN EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE
- STAN-SA-2019- 04-ESTACIONAMIENTO DE EQUIPOS EN JORNADA Y FIN DE TURNO
- STAN-SA-2019- 05-REMOLQUE DE EQUIPO INOPERATIVO EN VIAS DE OPERACIONES
- STAN-SA-2019- 06-TRASLADO DE EQUIPO A TALLER DE MANTENIMIENTO
- STAN-SA-2019- 07-RESCATE DE EQUIPOS EN EVENTOS

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

 <b>LAS BAMBAS</b>	Nombre del PETS: CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: SERVICIOS AUXILIARES	Versión: V- 00	
	Código: PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01	Página: 10 de 11	

RESTRICCIONES PARA TENER EN CUENTA DURANTE LA ACTIVIDAD	PERSONAL INVOLUCRADO
1. No operar los equipos de no tener los todos los permisos emitidos por Las Bambas para trabajos en Operaciones Mina.	Operadores
2. Ninguna máquina o equipo serán utilizados o puesto en funcionamiento sin haberlo inspeccionado previamente y haber completado el formato de pre-uso, el cual será firmado por el Supervisor encargado de los trabajos.	Supervisor de vías, Operador del equipo. Supervisor de Mantenimiento mecánico
3. El equipo no podrá operar de no deberá contar con las certificaciones adecuadas vigentes y aprobadas que garanticen el buen funcionamiento del equipo. El equipo debe estar operativo en su totalidad si existe fallas paralizar y comunicarse de inmediato con el Supervisor. Se debe cumplir estrictamente el programa de mantenimiento.	Supervisor de vías, Operador del equipo. Supervisor de Mantenimiento mecánico
4. Las tareas no podrán iniciar sin antes haber elaborado el IPERC respectivos.	Personal involucrado
5. Ninguna personal puede desconocer la zona y hora de la voladura pues, tiene un alto riesgo de voladura para la evacuación de equipos y personal	Supervisión, operadores, personal de piso.
6. Nunca pasar por alto las señalizaciones en operaciones mina.	Supervisión, operadores, personal de piso.
7. El operador nunca deberá bajar o subir del equipo en movimiento. Deberá usar siempre ropa estándar de trabajo y debe usar los EPPs de trabajo.	Supervisión, operadores, personal de piso.
8. Para evitar incendios, NO operar el equipo en caso se advierta presencia de fuga de fluidos, material inflamable, cables eléctricos en mal estado (posibles cortocircuitos).	Supervisor de vías, Operador del equipo. Supervisor de Mantenimiento mecánico
9. No dejar de reportar cualquier incidente, acto y condición sub-estándar de forma inmediata a la supervisión.	Personal involucrado
10. El operador no deberá operar en caso de no haber descansado 8 horas. En caso de fatiga y somnolencia, parar de inmediato la actividad y <b>LEVANTAR LA MANO</b> .	Operador de Equipo
11. No realizar trabajos en caso de mal estado de salud del operador. Comunicar a su jefe inmediato.	Supervisión, operadores, personal de piso.
12. No se podrá trabajar con el equipo si no se conoce el procedimiento de su operación.	Operador de Equipo
<b>13. TRABAJOS EN ALERTA AMARILLA</b> Deberán suspenderse las siguientes actividades catalogadas de alto riesgo en tormentas eléctricas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos a la intemperie que se estén realizando en las zonas geográficas más altas de Las Bambas</li> <li>• Trabajos en líneas eléctricas de media y alta tensión con extensiones que superen una distancia en radio mayor a 16 Km desde la zona de trabajo</li> <li>• Trabajos cercanos a espejos de agua con gran volumen</li> <li>• Trabajos que no cuenten con un refugio cercano a menos de 100 m desde la zona de trabajo (personal deberá iniciar el proceso de refugiarse)</li> <li>• Trabajo en áreas con los explosivos sin detonar;</li> <li>• Nuevas actividades de abastecimiento de combustible (vehículos y aeronaves) a no ser que sean realizadas a cabo bajo una ZONA SEGURA Nuevos vuelos en helicóptero de o hacia el</li> </ul>	Personal involucrado

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>CONSTRUCCION DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES</b>	UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b> Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-CON-01</b>	

<p>acuerdo con el procedimiento para evitar tormentas eléctricas.</p> <p><b>EN ALERTA ROJA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En esta etapa todo el personal debe refugiarse en ZONA SEGURA ante tormentas eléctricas ESTE/VSTE y permanecer allí hasta la emisión de la Aleta de Retorno al Trabajo.</li> <li>Se detendrá la operación de vehículos que no tengan una estructura metálica cerrada y el personal deberá dirigirse a un refugio</li> <li>Suspender actividades de vehículos que tengan neumáticos con aros mayores a 24" y que no se encuentre inflados con Nitrógeno.</li> <li>Todos los supervisores de tráfico peatonal (equipo de voladura, geología, sondeo, recolectores de palos, personal de mantenimiento de campo, operadores de chancadora y personal de mantenimiento, etc.) se asegurarán de que su personal se traslade inmediatamente a un lugar seguro ESTE/VSTE.</li> <li>Todas las operaciones de reabastecimiento de combustible cesarán. Esto incluye la descarga de combustible de tanques a granel en los depósitos de combustible, y el reabastecimiento de combustible de plantas de iluminación y equipos auxiliares en los botaderos. El operador del sistema de alerta debe verificar la cámara de carga de combustible (si está instalada) para detectar la presencia de un tanque de combustible en la plataforma de descarga. Si hay un camión cisterna, deberán enviar un supervisor para avisar al conductor del camión cisterna que deje las operaciones de descarga y busque refugio.</li> </ul>	
<p><b>13. TURNO NOCHE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Detener el trabajo en caso de ser necesario en áreas con poca visibilidad y reportar.</li> <li>✓ Personal debe contar con linterna de mano.</li> <li>✓ Los vigías deben contar con varas luminosas operativas para controlar el tránsito y el trabajo de los equipos.</li> <li>✓ Uso de traje de térmico, traje para lluvias.</li> <li>✓ No apagar las luces intermitentes del equipo.</li> </ul>	Operador

Preparado	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Juan Velazquez Supervisor del Área Supervisor Senior Infraestructura Mina Fecha de elaboración: Día   Mes   Año	 Gerente del Área Manuel Álvarez Superintendente Infraestructura Mina LAS BAMBAS	 Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional	 Gerente de Operaciones Jesus Cruces Fecha de aprobación: LAS BAMBAS Perforación & Voladura Día   Mes   Año

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LASTRADO Y ACABADO DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: SERVICIOS AUXILIARES	Versión: V- 00	
	Código: PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-05	Página: 1 de 6	

## 1. PERSONAL

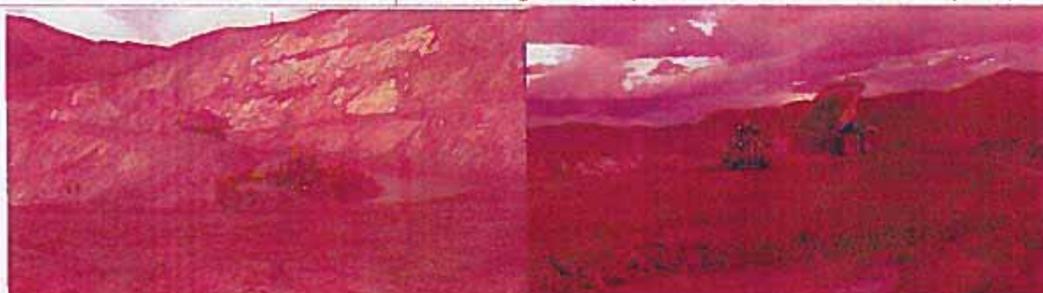
- |                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| 1.1 Operador de Motoniveladora | 1.3 Operador de Camión |
| 1.2 Operador de Tractor        | 1.4 Supervisor de vías |

## 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1 EPP Básico (casco, protección respiratoria, lentes, zapatos punta de acero / dieléctricos, guantes de cuero, tapones, orejeras, chaleco reflectivo).
- 2.2 Traje térmico – turno noche

## 3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
3.1 Motoniveladora 3.2 Tractor	3.3 Camiones de acarreo	Conos de seguridad, letreros de señalización vial, linternas, radios.
FATAL RISK ASOCIADO A LA ACTIVIDAD		APT, Aislamientos y permisos, Aptitud para el trabajo, Control del terreno, Protección (guardas), Rayos (tormenta eléctrica), Vehículos y Equipos Móviles.



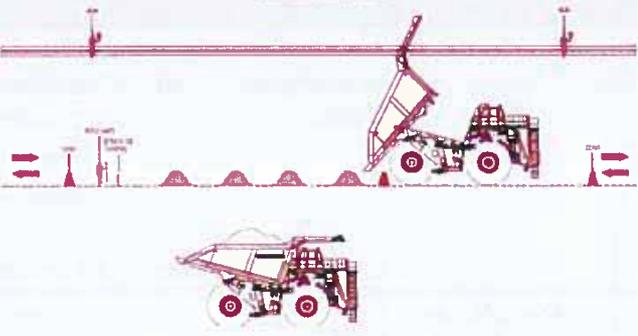
## 4. PROCEDIMIENTOS

N°	PASO A PASO	RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL
1.	PLANIFICACION EN EL AREA DE TRABAJO	<p>a Caída de rocas o deslizamiento de taludes.</p> <p>b Deficiente planificación de trabajo.</p> <p>c Trepiezo y caídas a desnivel</p>	<p>a. No ingresar a taludes de la vía con rocas colgadas, fisuradas, inestables o zonas señalizadas con conos azules.</p> <p>a. Conocer zonas con riesgo geotécnico en operaciones.</p> <p>a. Turno noche verificar con linterna las zonas con posible riesgo geotécnico.</p> <p>b. Planificar todos los involucrados antes de realizar la tarea, elaborar los documentos IPERC continuo, APT firmado por supervisor de operaciones.</p> <p>b. En turno noche evaluar las condiciones de terreno e iluminación de la zona de trabajo.</p> <p>b. Verificar siempre la zona de trabajo, amplitud, estabilidad de rampa, cercanía de equipos, condiciones del material existente alrededor de la zona, zona de voladura, o alertas o comunicados de despacho en la canal 6.</p> <p>c Desplazarse por lugares seguros evitando caminar encima de los</p>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quien en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LASTRADO Y ACABADO DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Versión: <b>V- 00</b>	
	Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-05</b>	Página: <b>2 de 6</b>	

			<p>muros de seguridad, zonas restringidas o prohibidas.</p> <p>c En turno noche tener siempre linterna de mano operativa.</p>
		d Incidentes de trabajo	<p>d El método de lastrado debe ser por carril de vía, poniendo los controles de tránsito y avisos necesarios, en vías horizontales se podrá cerrar el carril que se vea necesario, en vías con pendiente se debe lastrar primero el carril de los camiones vacíos, dando preferencia a los cargados. En curvas se debe poner vigías para el control de tránsito.</p> <p>d Asegurar que despacho ponga el aviso de alerta de trabajos en las pantallas de los camiones para alertar.</p>
2.	DESCARGA DE MATERIAL CHANCADO CON CAMIONES	<p>a Choques y colisiones con equipos en la vía.</p> <p>b Choques entre equipos de lastrado.</p>	<p>a En zona rectas poner letrero de mantenimiento de vías a una distancia de 50 metros en el sentido de carril de tránsito de lastrado, contar con 02 vigías ubicados en plataformas seguras para el control del tránsito de los equipos.</p> <p>a En curvas poner 02 vigías o cerrar el carril a lastrar.</p> <p>b Ubicar el equipo de lastrado (Motoniveladora, tractor, cargador) en el frente de descarga y por el lado visible del operador del camión.</p> <p>b El operador de tractor debe tomar el control de la descarga dirigiendo a los camiones el punto de descarga</p> <p>b Las descargas deben realizarse a 5 metros de la cuneta para evitar pérdidas de material.</p>  <p>b La siguiente descarga hacerlo en el mismo carril y a una distancia de 10 metros de la descarga anterior.</p>
3.	EXTENDIDO Y NIVELACION CON TRACTOR Y MOTONIVELADORA	a Atropellos, choques y colisiones con equipos en la vía.	<p><b>EXTENDIDO DE MATERIAL CON TRACTOR ORUGA</b></p> <p>a. Comunicar a despacho la labor y zona asignada vía radial</p> <p>a. Mantener el contacto visual con camión al momento del pase.</p> <p>a. Ubique el tractor en el frente de descarga y por el lado visible del operador del camión.</p>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LASTRADO Y ACABADO DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: SERVICIOS AUXILIARES	Versión: V- 00	
	Código: PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-05	Página: 5 de 6	

RESTRICCIONES PARA TENER EN CUENTA DURANTE LA ACTIVIDAD	PERSONAL INVOLUCRADO
1. No operar los equipos de no tener los todos los permisos emitidos por Las Bambas para trabajos en Operaciones Mina.	Operadores
2. Ninguna máquina o equipo serán utilizados o puesto en funcionamiento sin haberlo inspeccionado previamente y haber completado el formato de pre-uso, el cual será firmado por el Supervisor encargado de los trabajos.	Supervisor de vías, Operador del equipo. Supervisor de Mantenimiento mecánico
3. El equipo no podrá operar de no deberá contar con las certificaciones adecuadas vigentes y aprobadas que garanticen el buen funcionamiento del equipo. El equipo debe estar operativo en su totalidad si existe fallas paralizar y comunicarse de inmediato con el Supervisor. Se debe cumplir estrictamente el programa de mantenimiento.	Supervisor de vías, Operador del equipo. Supervisor de Mantenimiento mecánico
4. Las tareas no podrán iniciar sin antes haber elaborado el IPERC respectivos.	Personal involucrado
5. Ninguna personal puede desconocer la zona y hora de la voladura pues, tiene un alto riesgo de volcadura para la evacuación de equipos y personal	Supervisión, operadores, personal de piso.
6. Nunca pasar por alto las señalizaciones en operaciones mina.	Supervisión, operadores, personal de piso.
7. El operador nunca deberá bajar o subir del equipo en movimiento. Deberá usar siempre ropa estándar de trabajo y debe usar los EPPs de trabajo.	Supervisión, operadores, personal de piso.
8. Para evitar incendios, NO operar el equipo en caso se advierta presencia de fuga de fluidos, material inflamable, cables eléctricos en mal estado (posibles cortocircuitos).	Supervisor de vías, Operador del equipo. Supervisor de Mantenimiento mecánico
9. No dejar de reportar cualquier incidente, acto y condición sub-estándar de forma inmediata a la supervisión.	Personal involucrado
10. El operador no deberá operar en caso de no haber descansado 8 horas. En caso de fatiga y somnolencia, parar de inmediato la actividad y <b>LEVANTAR LA MANO</b> .	Operador de Equipo
11. No realizar trabajos en caso de mal estado de salud del operador. Comunicar a su jefe inmediato.	Supervisión, operadores, personal de piso.
12. No trabajar con el equipo si no conoce el procedimiento de su operación.	Operador de Equipo
<b>13. TRABAJOS EN ALERTA AMARILLA</b> Deberán suspenderse las siguientes actividades catalogadas de alto riesgo en tormentas eléctricas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos a la intemperie que se estén realizando en las zonas geográficas más altas de Las Bambas</li> <li>• Trabajos en líneas eléctricas de media y alta tensión con extensiones que superen una distancia en radio mayor a 16 Km desde la zona de trabajo</li> <li>• Trabajos cercanos a espejos de agua con gran volumen</li> <li>• Trabajos que no cuenten con un refugio cercano a menos de 100 m desde la zona de trabajo (personal deberá iniciar el proceso de refugiarse)</li> <li>• Trabajo en áreas con los explosivos sin detonar;</li> <li>• Nuevas actividades de abastecimiento de combustible (vehículos y aeronaves) a no ser que sean realizadas a cabo bajo una ZONA SEGURA Nuevos vuelos en helicóptero de o hacia el</li> </ul>	Personal involucrado

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LASTRADO Y ACABADO DE VIAS Y PLATAFORMAS EN OPERACIONES</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: SERVICIOS AUXILIARES	Versión: V- 00	
	Código: PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-05	Página: 6 de 6	

lugar de trabajo. Vuelos en helicóptero en curso hacia el lugar de trabajo pueden continuar sólo cuando hayan avanzado 75% o más del viaje y después de la evaluación del piloto de acuerdo con el procedimiento para evitar tormentas eléctricas.

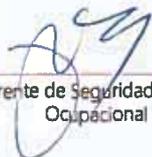
### EN ALERTA ROJA

- En esta etapa todo el personal debe refugiarse en ZONA SEGURA ante tormentas eléctricas ESTE/VSTE y permanecer allí hasta la emisión de la Aleta de Retorno al Trabajo.
- Se detendrá la operación de vehículos que no tengan una estructura metálica cerrada y el personal deberá dirigirse a un refugio
- Suspender actividades de vehículos que tengan neumáticos con aros mayores a 24" y que no se encuentre inflados con Nitrógeno.
- Todos los supervisores de tráfico peatonal (equipo de voladura, geología, sondeo, recolectores de palos, personal de mantenimiento de campo, operadores de chancadora y personal de mantenimiento, etc.) se asegurarán de que su personal se traslade inmediatamente a un lugar seguro ESTE/VSTE.
- Todas las operaciones de reabastecimiento de combustible cesarán. Esto incluye la descarga de combustible de tanques a granel en los depósitos de combustible, y el reabastecimiento de combustible de plantas de iluminación y equipos auxiliares en los botaderos. El operador del sistema de alerta debe verificar la cámara de carga de combustible (si está instalada) para detectar la presencia de un tanque de combustible en la plataforma de descarga. Si hay un camión cisterna, deberán enviar un supervisor para avisar al conductor del camión cisterna que deje las operaciones de descarga y busque refugio.

### 14. TURNO NOCHE

- ✓ Detener el trabajo en caso de ser necesario en áreas con poca visibilidad y reportar.
- ✓ Personal debe contar con linterna de mano.
- ✓ Los vigías deben contar con varas luminosas operativas para controlar el tránsito y el trabajo de los equipos.
- ✓ Uso de traje de térmico, traje para lluvias.
- ✓ No apagar las luces intermitentes del equipo.

Operador

Preparado	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Juan Velazmoro Supervisor Senior Infraestructura Mina Fecha de elaboración: Día   Mes   Año	 Gerente del Área Manuel Alvarez Superintendente Infraestructura Mina	 Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional	 Gerente de Operaciones Fecha de aprobación: Día   Mes   Año 25   06   19

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10



Nombre del PETS: **LIMPIEZA DE VIAS Y CUNETAS CON RETROEXCAVADORA**

Área: **SERVICIOS AUXILIARES**

Versión: **V- 00**

Código: **PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-10**

Página: **1 de 7**

UNIDAD  
MINERA  
LAS  
BAMBAS

## 1. PERSONAL

- 1.1 Operador de Retroexcavadora
- 1.2 Supervisor de Servicios Auxiliares

## 2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1 EPP Básico (casco, protección respiratoria, lentes, zapatos punta de acero, guantes de seguridad, tapones/ orejeras, chaleco y uniforme con cintas reflectivas).
- 2.2 Traje térmico – labores turno noche

## 3. EQUIPOS / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
3.1 Retroexcavadora	Conos de seguridad, letreros de señalización vial, linternas, radios	
<b>FATAL RISK ASOCIADO A LA ACTIVIDAD</b>	<b>Aislamiento y permiso, control de suelos, guardas, tormentas eléctricas, vehículos y equipos móviles (VEM), aptitud para el trabajo.</b>	



## 4. PROCEDIMIENTOS

N°	PASO A PASO	RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL
1.	INSPECCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>a Caída de rocas o deslizamiento de taludes</li> <li>b Deficiente planificación de trabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a.No ingresar a taludes con rocas colgadas, fisuradas, inestables o zonas señalizadas con conos azules.</li> <li>a. Conocer zonas con riesgo geotécnico en operaciones.</li> <li>a.Turno noche verificar con linterna las zonas con posible riesgo geotécnico.</li> <li>b.Planificar todos los involucrados antes de realizar la tarea, elaborar los documentos IPERC continuo, APT firmado por supervisor de operaciones.</li> <li>b.En turno noche evaluar las condiciones de terreno e iluminación de la zona de trabajo.</li> <li>b.Verificar siempre la zona de trabajo, amplitud, estabilidad de rampa, cercanía de equipos, condiciones del material existente alrededor de la zona, zona de voladura, o alertas o comunicados de despacho en la canal 6.</li> <li>c. Aplicar el estándar de Tareas Seguras en el trabajo.</li> </ul>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LIMPIEZA DE VIAS Y CUNETAS CON RETROEXCAVADORA</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: SERVICIOS AUXILIARES	Versión: V- 00	
	Código: PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-10	Página: 2 de 7	

2.	<p>TRASLADO Y UBICACIÓN EN ZONA DE TRABAJO</p>	<p>a Choques y atropellos en el tránsito.</p>	<p><b>TRASLADO DEL EQUIPO EN OPERACIONES MINA</b></p> <p>a. Luces del equipo en estado perfecto estado operativo.</p> <p>a. El equipo debe contar con dos pértigas.</p> <p>a. Para su traslado en operaciones no se contará con escolta.</p> <p>a. Usar en todo momento el cinturón de seguridad</p> <p>a. Respetar las normas de tránsito y señales de tránsito no excediendo a los 60 km/h.</p> <p>a. Operador capacitado en Tránsito por la izquierda y contar con las licencias vigentes.</p> <p>a. No transitar en condiciones climáticas muy adversas (lluvia, granizo, nieve, neblina, etc.) el cual dificulten el traslado del equipo.</p> <p>a. En alerta roja en vías se deberá refugiar inmediatamente.</p> <p>a. Para que un vehículo pueda pasar aplicar el procedimiento <b>USO DE FARO VERDES EN EQUIPOS AUXILIARES. (PETS-OP.MINA-36).</b></p> <p>a. No se deberá estar en la línea de fuego de los camiones mineros ni equipo auxiliar al trasladarse. Comunicación radial ida y vuelta, respetar distancia mínima de acercamiento (50m en condiciones normales y 100 m en temporada de lluvia).</p>
		<p>b Volcaduras del equipo.</p> <p>c Enfangamiento o Derrapamiento</p> <p>d Fatiga, somnolencia y deslumbramiento</p>	<p>b. Transitar siempre por accesos con bermas de seguridad.</p> <p>b. No realizar acciones temerarias con el equipo, conducir aplicando el procedimiento de manejo defensivo.</p> <p>c. No transitar por zonas saturadas con excesivo lodo, de ser necesario realizar la limpieza o reportar para ser limpiado.</p> <p>d. Descanso de 8 horas. si se presenta algún síntoma de fatiga parar la actividad y avisar al supervisor.</p> <p>d. Detener y reportar los trabajos inmediatamente a la supervisión casos de fatiga y somnolencia.</p> <p>d. Usar el uso de los lentes de sol y evitar transitar en zonas con la dirección directa del sol hacia los ojos.</p>
		<p>a Choques y atropellos en el tránsito.</p>	<p><b>TRASLADO DEL EQUIPO FUERA DE OPERACIONES MINA</b></p> <p>a. Contar con una escolta (camioneta) implementada con banderines rojos con cinta reflectiva y aplicar el estándar <b>STAN-2019-SA-SEG-02 (TRASLADOS DE EQUIPOS PESADOS A LOS FRENTE DE TRABAJO</b></p>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del **FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10)** de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quien en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

## PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LIMPIEZA DE VIAS Y CUNETAS CON RETROEXCAVADORA</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: SERVICIOS AUXILIARES	Versión: V- 00	
	Código: PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-10	Página: 3 de 7	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>a. La distancia mínima entre equipos será de 50m</li> <li>a. Respetar las normas de tránsito y señales de tránsito no excediendo a los 30 km/h</li> <li>a. Se realizará un plan de escolta y revisión de las vías por donde se trasladará el equipo</li> <li>a. Comunicación radial ida y vuelta, detener el traslado si las condiciones no son las adecuadas para realizar la tarea</li> </ul>
3.	LIMPIEZA DE VIAS CON RETROEXCAVADORA	<ul style="list-style-type: none"> <li>a Atropellos y choques entre equipos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a El supervisor de servicios auxiliares debe coordinar y autorizar la zona a limpiar.</li> <li>a Comunicar vía radio canal 6 a despacho la labor y zona asignada.</li> <li>a El supervisor evaluará la necesidad de contar con vigías para el control del tránsito de los equipos.</li> <li>a Revisar que los refugios estén libres antes de iniciar el trabajo.</li> <li>a Se trasladará las rocas con el lampón (las cuales no deberán exceder el tamaño del lampón de la retroexcavadora) hasta la zona asignada para acopiar.</li> <li>a La limpieza de las rocas se realizará hacia el lado izquierdo en el carril o hacia el muro de seguridad más cercana para luego ser eliminadas.</li> <li>a De encontrarse con rocas de gran tamaño comunicar al supervisor para el retiro con equipo más grande.</li> <li>a Los giros en U se realizarán solo en caso se realice limpieza en tramos rectos y asegurando que no exista vehículos móviles cerca al girar.</li> <li>a No está permitida girar en U en curvas ni puntos ciegos.</li> <li>a No realizar trabajos ni se estacionar en curvas ciegas</li> <li>a Mantener la distancia de radio de giro de los equipos en movimiento.</li> <li>a Refugiarse en zonas seguras con muros de seguridad o refugios de vehículo liviano cuando no esté realizando limpieza.</li> <li>a En caso de limpiar cunetas poner conos de seguridad para alertar a los vehículos sobre los trabajos en las cunetas.</li> <li>a Paralizar los trabajos en condiciones climáticas muy adversas (lluvia, granizo, nieve, neblina, etc.) el cual dificulten el trabajo de limpieza de la vía.</li> <li>a En alerta roja en vías paralizar el trabajo y refugiarse inmediatamente en zonas seguras.</li> </ul>

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LIMPIEZA DE VIAS Y CUNETAS CON RETROEXCAVADORA</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Versión: <b>V- 00</b>	
	Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-10</b>	Página: <b>4 de 7</b>	

		<p>a En turno noche el supervisor evaluara primero antes de iniciar el trabajo de limpieza de vías o cunetas, teniendo en cuenta la iluminación, pendiente y demás condiciones del área a trabajar. Todo trabajo turno noche debe ser coordinado y autorizado con el supervisor directo.</p> <p>a La retroexcavadora puede dar pase a los vehículos aplicando el procedimiento USO DE FARO VERDES EN EQUIPOS AUXILIARES. (PETS-OP.MINA-36)</p> <p style="text-align: center;"><b>LIMPIEZA DE VIAS Y CUNETAS EN VIAS AUXILIARES FUERA DE OPERACIONES</b></p> <p>a. Contar con vigías para el control del tránsito de los equipos, estos deben estar en lugares adecuados.</p> <p>a. De ser necesario cerrar con barrera rígida ambos lados de la vía para realizar los trabajos de limpieza. Para casos de alertas por tormentas se puede hacer uso de camionetas para cerrar ambos lados de la vía para continuar con la limpieza.</p> <p>a. El ingreso del personal de piso dentro del radio de operación se realizará con autorización del operador y con el equipo detenido, mantener contacto visual permanente con el operador, no ingresar a los puntos ciegos del equipo.</p> <p>a. Restringir ingreso de personal sin radio.</p> <p>a. Los vigías para turno noche, hará uso de sus varas luminosas indicando PARE o SIGA.</p> <p>a. En el turno noche el supervisor debe evaluar primero antes de iniciar el trabajo, teniendo en cuenta la iluminación y la pendiente del área a trabajar</p> <p>b No realizar limpieza de cunetas en zonas con taludes con posible caída de rocas o deslizamiento o zonas señalizadas con conos azules.</p> <p>c Realizar la inspección detallada de la cuneta antes de limpiar.</p> <p>c No dejar material en la cuneta ni camellones en la vía bajo ninguna circunstancia.</p> <p>c En época de lluvia no acercarse demasiado a la cuneta .</p>
	<p>a Atropellos y choques entre equipos.</p>	
	<p>b Caída de roca o deslizamiento de talud.</p>	
	<p>c Cuneteo de equipo</p>	

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del **FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10)** de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

## PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LIMPIEZA DE VIAS Y CUNETAS CON RETROEXCAVADORA</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Versión: <b>V- 00</b>	
	Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-10</b>	Página: <b>5 de 7</b>	

		<p>c Sobreexposición al polvo.</p>	<p>c Cabina de equipo hermetizado con sistema de aire acondicionado totalmente operativo. c Uso de protección respiratoria de ser el caso. c De ser necesario pedir el apoyo de cisterna de agua para regar zona de trabajo.</p>
		<p>d Derrame de combustible</p>	<p>d Tener en el equipo Kit anti derrame.</p>
		<p>e Cortes en neumáticos de del equipos</p>	<p>e No ingresar a zonas con material o rocas sobreexpuestas que puedan afectar a los neumáticos. e De sufrir un corte en el neumático debe ser reportado al supervisor inmediato para su coordinación y verificación por parte de mantenimiento mecánico. e Revisión constante de los neumáticos</p>
		<p>e Golpes, resbalones en el interior de cabina.</p>	<p>e No tener ningún objeto, residuos, botellas u otros materiales dentro de cabina, guardar en compartimientos especiales. e Realizar la limpieza constante del interior de la cabina.</p>

### VERIFICACION DE ESTANDARES DE SEGURIDAD

El operador debe considerar los siguientes estandares de seguridad en este procedimiento:

- STAN-SA-2019- 01-INSPECCION Y ENCENDIDO DE EQUIPOS DE LINEA AMARILLA
- STAN-SA-2019- 02-TRASLADO DE EQUIPO AL FRENTE DE TRABAJO
- STAN-SA-2019- 03-PARTICIPACION EN EL ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE
- STAN-SA-2019- 04-ESTACIONAMIENTO DE EQUIPOS EN JORNADA Y FIN DE TURNO
- STAN-SA-2019- 05-REMOLQUE DE EQUIPO INOPERATIVO EN VIAS DE OPERACIONES
- STAN-SA-2019- 06-TRASLADO DE EQUIPO A TALLER DE MANTENIMIENTO
- STAN-SA-2019- 07-RESCATE DE EQUIPOS EN EVENTOS

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LIMPIEZA DE VIAS Y CUNETAS CON RETROEXCAVADORA</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Versión: V- 00	
	Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-10</b>	Página: 6 de 7	

## 5. RESTRICCIONES

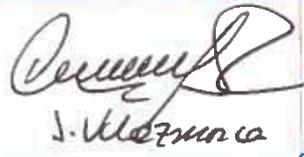
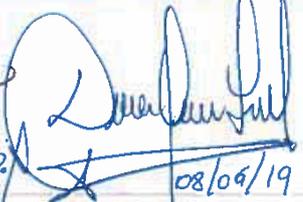
RESTRICCIONES PARA TENER EN CUENTA DURANTE LA ACTIVIDAD	PERSONAL INVOLUCRADO
1. No operar los equipos de no tener los todos los permisos emitidos por Las Bambas para trabajos en Operaciones Mina.	Operadores
2. Ninguna máquina o equipo serán utilizados o puesto en funcionamiento sin haberlo inspeccionado previamente y haber completado el formato de pre-uso, el cual será firmado por el Supervisor encargado de los trabajos.	Supervisor, Operador del equipo.
3. El equipo no podrá operar de no deberá contar con las certificaciones adecuadas vigentes y aprobadas que garanticen el buen funcionamiento del equipo. El equipo debe estar operativo en su totalidad si existe fallas paralizar y comunicarse de inmediato con el Supervisor. Se debe cumplir estrictamente el programa de mantenimiento.	Supervisor de vías, Operador del equipo.
4. Las tareas no podrán iniciar sin antes haber elaborado el IPERC respectivos.	Personal involucrado
5. Ninguna personal puede desconocer la zona y hora de la voladura pues, tiene un alto riesgo de volcadura para la evacuación de equipos y personal	Supervisión, operadores,
6. Nunca pasar por alto las señalizaciones en operaciones mina.	Supervisión, operadores,
7. El operador nunca deberá bajar o subir del equipo en movimiento. Deberá usar siempre ropa estándar de trabajo y debe usar los EPPs de trabajo.	Supervisión, operadores,
8. Para evitar incendios, NO operar el equipo en caso se advierta presencia de fuga de fluidos, material inflamable, cables eléctricos en mal estado (posibles cortocircuitos).	Supervisor, Operador del equipo.
9. No dejar de reportar cualquier incidente, acto y condición sub-estándar de forma inmediata a la supervisión.	Personal involucrado
10. El operador no deberá operar en caso de no haber descansado 8 horas. En caso de fatiga y somnolencia, parar de inmediato la actividad y <b>LEVANTAR LA MANO</b> .	Operador de Equipo
11. No realizar trabajos en caso de mal estado de salud del operador. Comunicar a su jefe inmediato.	Supervisión, operadores, personal de piso.
<p><b>12. TRABAJOS EN ALERTA AMARILLA</b></p> <p>Deberán suspenderse las siguientes actividades catalogadas de alto riesgo en tormentas eléctricas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos a la intemperie que se estén realizando en las zonas geográficas más altas de Las Bambas</li> <li>• Trabajos en líneas eléctricas de media y alta tensión con extensiones que superen una distancia en radio mayor a 16 Km desde la zona de trabajo</li> <li>• Trabajos cercanos a espejos de agua con gran volumen</li> <li>• Trabajos que no cuenten con un refugio cercano a menos de 100 m desde la zona de trabajo (personal deberá iniciar el proceso de refugiarse)</li> <li>• Trabajo en áreas con los explosivos sin detonar;</li> </ul> <p><b>EN ALERTA ROJA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En esta etapa todo el personal debe refugiarse en ZONA SEGURA ante tormentas eléctricas ESTE/VSTE y permanecer allí hasta la emisión de la Aleta de Retorno al Trabajo.</li> <li>• Se detendrá la operación de vehículos que no tengan una estructura metálica cerrada y el</li> </ul>	Personal involucrado

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

# PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO - PETS Anexo 10

	Nombre del PETS: <b>LIMPIEZA DE VIAS Y CUNETAS CON RETROEXCAVADORA</b>		UNIDAD MINERA LAS BAMBAS
	Área: <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	Versión: <b>V- 00</b>	
	Código: <b>PETS-2019-SA-VÍAS-MTO-10</b>	Página: <b>7 de 7</b>	

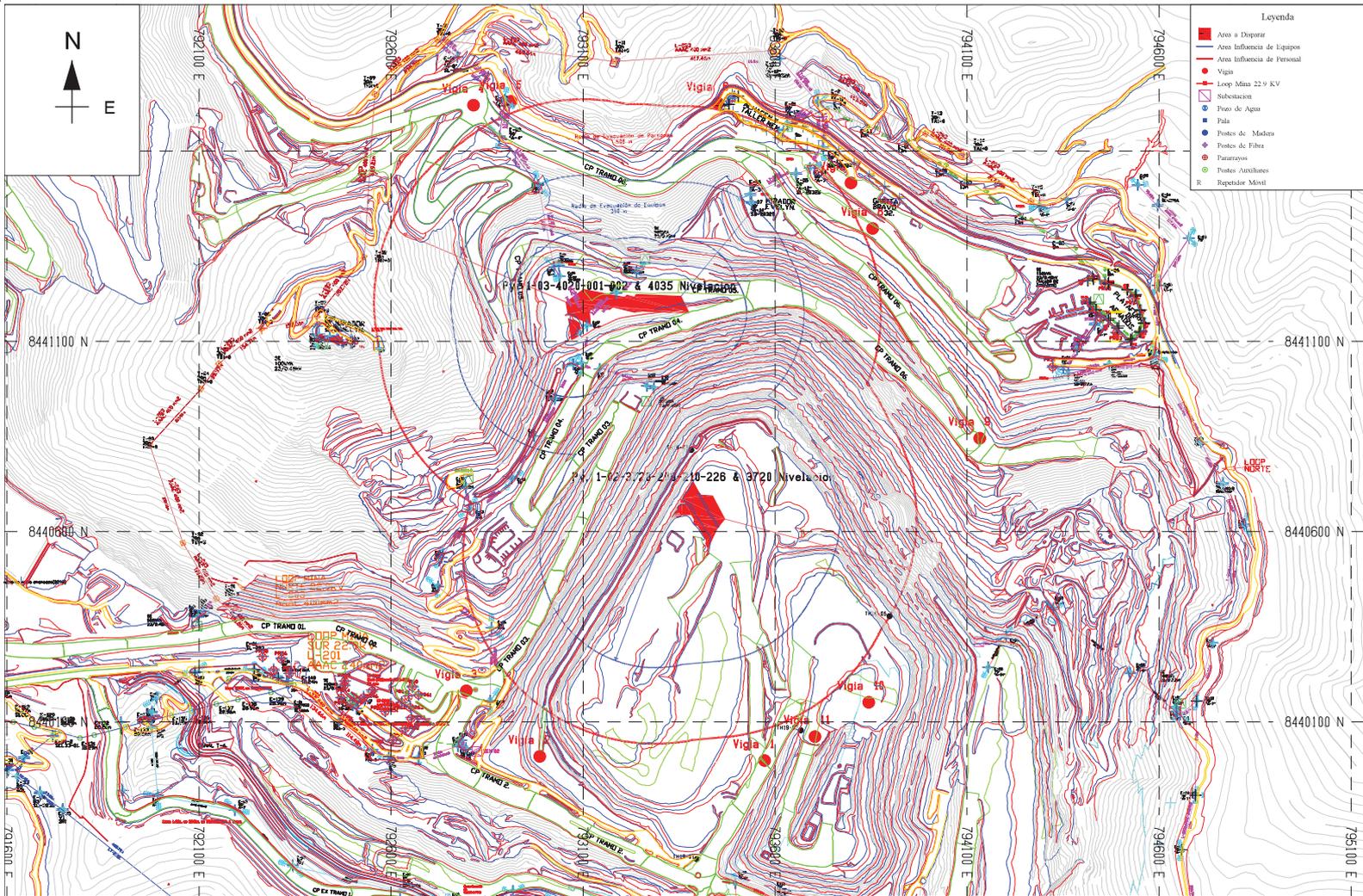
<p>personal deberá dirigirse a un refugio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Suspender actividades de vehículos que tengan neumáticos con aros mayores a 24" y que no se encuentre inflados con Nitrógeno.</li> <li>Todos los supervisores de tráfico peatonal (equipo de voladura, geología, sondeo, recolectores de palos, personal de mantenimiento de campo, operadores de chancadora y personal de mantenimiento, etc.) se asegurarán de que su personal se traslade inmediatamente a un lugar seguro ESTE/VSTE.</li> <li>Todas las operaciones de reabastecimiento de combustible cesarán. Esto incluye la descarga de combustible de tanques a granel en los depósitos de combustible, y el reabastecimiento de combustible de plantas de iluminación y equipos auxiliares en los botaderos. El operador del sistema de alerta debe verificar la cámara de carga de combustible (si está instalada) para detectar la presencia de un tanque de combustible en la plataforma de descarga. Si hay un camión cisterna, deberán enviar un supervisor para avisar al conductor del camión cisterna que deje las operaciones de descarga y busque refugio.</li> </ul>	
<p><b>13. TURNO NOCHE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reportar áreas con poca visibilidad y detener el trabajo en caso de ser necesario.</li> <li>✓ Personal debe contar con linterna de mano.</li> <li>✓ Los vigías deben contar con varas luminosas operativas para controlar el tránsito y el trabajo de los equipos.</li> <li>✓ Uso de traje de térmico</li> </ul>	Operador

Preparado	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
  <b>Elder Pumacayo</b> Ingeniero Infraestructura Mina	 J. Medina	 08/09/19 Julio Martinez	 ABDÓN GUILLEN
Supervisor del Área	Gerente del Área	Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional	Gerente de Operaciones (e)
Fecha de elaboración: Día   Mes   Año			Fecha de aprobación: Día   Mes   Año

**IMPORTANTE:** Se deja expresa constancia que el uso del FORMATO PARA ELABORACION DEL PETS (Anexo 10) de Minera Las Bambas, por parte de la empresa contratista, es autorizada por Minera Las Bambas S.A. como una exigencia establecida en el artículo 27 del Decreto Supremo 024-2016-EM; Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería; quién en su calidad del Titular Minero es responsable de garantizar la seguridad y salud de todos los trabajadores dentro de la operación minera, lo que de ninguna forma implica una desnaturalización de la relación contractual establecida entre Minera Las Bambas S.A. y su contratista.

ANEXO 12:

Plano de Radio Influencia de voladura – Unidad Mineras Las Bambas



Fecha de voladura	02/08/19	Planeamiento Mina	
Hora de voladura	06:45 Hrs	Plano de Ubicacion de vigias	
Hora de cierre acceso	06:30 Hrs	... 0-209-210-226,1-03-4020-001-002, 4035,372...	
		Fecha	Proyecto
		01-Aug-2019	LAS BAMBAS
		Escala	
		1 : 8500	

ANEXO 13:  
Plano Litológico\_Pit Ferrobamba

792750

793500

794250



### LITOLOGIA

TBA	Grey
SND	Yellow
SHL	Light Green
SK	Green
MBL	Light Blue
MBC	Blue
ENDO	Purple
BX	Dark Blue
GD	Light Orange
MZB	Orange
MZH	Red
MZM	Pink
MZQ	Yellow-Green
MBF	Olive Green

8441250

8441250

8440500

8440500

8439750

8439750

8439000

8439000

792750

793500

794250

LEYENDA	
Nomenclatura	Descripción
	Pit Reservas

GEOLOGÍA MINA - ORE CONTROL			
Plano Litológico - Pit Ferrobamba			
	Escala	Elaborado por	
06/10/2018	Topografía al 05/09/2018	1/7,500	MHanampa