

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**"CAMBIO DE RUTA DE TRANSPORTE DEL MINERAL PARA MEJORAR LA PRODUCCION EN LA MINA CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C"**

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO DE MINAS

Presentado Por:

Bach. PILLACA CHILLCCE, Eliel Dante

Ayacucho – Perú

2017

**DEDICATORIA:**

*A mi madre y a mi familia por todo el apoyo incondicional que me brinda para ser cada día un mejor profesional, de igual manera a todos los docentes y amigos de la Escuela de Formación Profesional de ingeniera de Minas los cuales me impartieron todos sus conocimientos y experiencias de este fascinante mundo minero.*

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi asesor de tesis, Ing. Grover Rubina Salazar por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar este proyecto con éxito.

También agradecer a mis docentes, quienes durante toda mi carrera profesional han aportado en mi formación profesional; por último a mis amigos y compañeros de trabajo; Ing. Guillermo Condori, Ing. Ladislao Guillen, Ing. Camilo Gutiérrez, Ing. Víctor Flores, Ing. Miguel Castañeda, Ing. Oscar Tullume, Ing. Cristian Aragón, Ing. Santos Alva, Ing. Paul Requejo quienes me han motivado durante mi formación profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Algunos están aquí conmigo y otros en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

## RESUMEN

Esta tesis se titula “**CAMBIO DE RUTA DE TRANSPORTE DEL MINERAL PARA MEJORAR LA PRODUCCION EN LA MINA CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C**”, y tiene como objetivo la factibilidad de la reducción de los costos operativos en la empresa minera, aplicando para ello estándares óptimos de trabajo en el sistema de transporte que se realiza, mejorando de esta manera todo el ciclo de minado, éxito que se logra con un sistema de control y medición exhaustiva de la operación de transporte y que se sintetizan en la supervisión y capacitación continua en lo concerniente a la aplicación de estándares óptimos de trabajo en la operación.

El desarrollo inicial de este trabajo expone un seguimiento al actual sistema de transporte que se realiza en la unidad minera, se analizaran los factores que afectan la productividad de la operación de transporte, los métodos de trabajo, y los sistemas de control, a este análisis acompañaremos una propuesta de solución a la actividad que genera un mayor tiempo improductivo en el proceso, obteniéndose un diagnóstico de la situación operacional mediante la supervisión y colaboradores de la empresa minera.

La siguiente etapa consiste en la construcción de la rampa Saynocca para cambiar la ruta de transporte de mineral, el cual cambiara la ruta de transporte para mejorar la producción de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

Finalmente se exponen los beneficios que se obtienen con la nueva ruta de transporte reduciendo principalmente la distancia de transporte con una longitud de 16.46 Km a una de 5.8 Km, lo cual significa una reducción considerable del 64.76%, con ello optimizando todo el sistema de transporte de mineral, teniendo como beneficio un ahorro de 119,785.14\$ mensual por el transporte de mineral.

## INTRODUCCION

La unidad minera Catalina Huanca S.A.C., es un yacimiento polimetálico de zinc, plomo y cobre cuyo cuerpo mineralizado se presenta en mantos, cuerpos y vetas, se considera a estos metales por tener alta criticidad el cual representa la fluctuación de sus precios en el mercado internacional, es por ello que la presente investigación tiene por objetivo general, la reducción de costos en el sistema de transporte actual ya que este se viene realizando en gran porcentaje por una vía superficial de vía nacional el cual involucra un costo muy elevado en el proceso de explotación en la unidad minera, para así poder contrarrestar en parte el efecto negativo generado por la baja de los precios de estos metales en una mina productora de los mismos y en general de cualquier otro metal, para ello se tiene planeado la construcción de la rampa Saynocca, la cual será una vía exclusivamente para el desalojo del mineral, vía interior mina permitiendo así cumplir las metas de la superintendencia de productividad y gerencia en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

Como ya se hizo mención líneas más arriba, una variable muy importante es el precio de los minerales en el mercado internacional, el cual no puede ser controlado por las empresas mineras, es por ello que actualmente todas las minas del mundo realizan grandes esfuerzos de ingeniería que permitan reducir sus costos, en especial los costos operativos y en otros casos por maximizar sus recuperaciones metalúrgicas, es por ello que este estudio busca la reducción de los costos en la operación unitaria de transporte y por ende involucrando a todo el ciclo de minado, para así obtener mayores márgenes de beneficio.

El proceso de desarrollo de esta tesis obtuvo en principio un diagnóstico general de la situación actual del sistema de transporte en la unidad minera y su respectiva repercusión en los costos operativos de la empresa, proseguido esto se elaboró el plan de construcción de la

rampa Saynocca el cual reducirá considerablemente las distancias de transporte de mineral con ello involucrando a los ciclados de los mismos y reduciendo los costos, a su vez terminar definitivamente los problemas de demoras operativas a causa de los bloqueos de las vías por las comunidades aledañas por donde se realiza el transporte ya que este se dará por vía subterránea evitando en su totalidad seguir pasando por las comunidades.

Posterior a ello se realiza un estudio de seguimiento a las unidades que transportan el mineral, observando una serie de deficiencias a causa de la logística que se tiene y a los años de trabajo de los volquetes, ya presentando estos fatigas mecánicas y por ello baja disponibilidad, para lo cual se presentara el cambio de flota de unidades volvo fmx 8x4 por las nuevas volvo fmx 10x4, mejorando así la disponibilidad de estos y mejorar en el cumplimiento de metas de producción que se tiene con la superintendencia de mina.

## INDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**RESUMEN**

**INTRODUCCION**

### **CAPITULO I** **ASPECTOS GENERALES**

|   |          |
|---|----------|
| <b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>      | <b>1</b> |
| <b>1.1.1. Problema principal .....</b>            | <b>1</b> |
| <b>1.1.2. Problemas específicos.....</b>          | <b>1</b> |
| <b>1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....</b>         | <b>2</b> |
| <b>1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....</b>   | <b>2</b> |
| <b>1.3.1. Objetivo General .....</b>              | <b>2</b> |
| <b>1.3.2. Objetivos Específicos.....</b>          | <b>2</b> |
| <b>1.4. VARIABLES E INDICADORES.....</b>          | <b>2</b> |
| <b>1.4.1. Variable Independiente.....</b>         | <b>2</b> |
| <b>1.4.2. Variable Dependiente .....</b>          | <b>2</b> |
| <b>1.5. IMPORTANCIA .....</b>                     | <b>2</b> |
| <b>1.6. HIPÓTESIS .....</b>                       | <b>3</b> |
| <b>1.6.1. Hipótesis Principal.....</b>            | <b>3</b> |
| <b>1.6.2. Hipótesis Secundaria .....</b>          | <b>3</b> |
| <b>1.7. PLAN DE INVESTIGACION.....</b>            | <b>3</b> |
| <b>1.8. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b> | <b>5</b> |
| <b>1.9. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....</b>        | <b>5</b> |

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1.9.1. UBICACIÓN.....                | 5 |
| 1.9.2. ACCESIBILIDAD.....            | 7 |
| 1.10. CLIMA Y VEGETACION .....       | 7 |
| 1.11. FISIOGRAFIA .....              | 8 |
| 1.12. RECURSOS. ....                 | 8 |
| 1.12.1. Recursos Naturales .....     | 8 |
| 1.12.2. Recursos Humanos .....       | 8 |
| 1.12.3. Recursos Energéticos.....    | 9 |
| 1.13. ANTECEDENTES DE LA MINERA..... | 9 |

**CAPITULO II**  
**GEOLOGIA Y GEOMECANICA**

|  |    |
|--|----|
| 2.1. GEOLOGIA REGIONAL .....                   | 10 |
| 2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....                 | 12 |
| 2.3. GEOLOGIA LOCAL.....                       | 13 |
| 2.4. ESTRATIGRAFÍA.....                        | 13 |
| 2.5. GEOLOGÍA ECONÓMICA .....                  | 16 |
| 2.5.1. Génesis Del Yacimiento.....             | 16 |
| 2.5.2. Características Del Depósito.....       | 16 |
| 2.5.3. Zoneamiento Y Paragénesis.....          | 19 |
| 2.6. MINERALIZACION Y MINERALOGÍA .....        | 20 |
| 2.6.1. Controles De Mineralización .....       | 20 |
| 2.7. RESERVAS MINERALES .....                  | 20 |
| 2.7.1. Criterios Y Métodos De Cubicación ..... | 20 |
| 2.8. MÉTODOS DE MUESTREO .....                 | 23 |
| 2.8.1. Muestras .....                          | 23 |
| 2.8.2. Ensayos .....                           | 23 |
| 2.8.3. Leyes Promedios .....                   | 23 |



|         |   |           |
|---------|---|-----------|
| 2.8.4.  | Leyes Erráticas .....   | 24        |
| 2.8.5.  | Dilución.....   | 24        |
| 2.8.6.  | Áreas .....   | 24        |
| 2.8.7.  | Aspecto De Continuidad .....                                      | 24        |
| 2.8.8.  | Inventario De Minerales .....                                     | 24        |
| 2.8.9.  | Procesamiento De La Información .....                             | 24        |
| 2.8.10. | Valor Neto Recuperable.....                                       | 25        |
| 2.9.    | <b>GEOMECÁNICA DEL YACIMIENTO.....</b>                            | <b>26</b> |
| 2.9.1.  | MACIZO ROCOSO .....   | 26        |
| 2.9.2.  | Estructura del Macizo Rocoso en la Rampa Saynocca y Entorno ..... | 29        |
| 2.9.3.  | Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso.....                  | 33        |

### **CAPITULO III** **EXPLOTACION MINERA**

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 3.1.   | <b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MINA .....</b>                           | <b>35</b> |
| 3.2.   | <b>LABORES MINERAS .....</b>  | <b>36</b> |
| 3.2.1. | Labores de desarrollo .....   | 38        |
| 3.2.2. | Labores de preparación .....  | 39        |
| 3.3.   | <b>MÉTODOS Y ANÁLISIS DEL CICLO DE MINADO.....</b>                    | <b>39</b> |
| 3.4.   | <b>METODOS DE EXPLOTACION .....</b>                                   | <b>40</b> |
| 3.4.1. | Corte y relleno ascendente en mantos.....                             | 40        |
| 3.4.2. | Corte y relleno ascendente en vetas .....                             | 42        |
| 3.4.3. | Corte y relleno ascendente con camaras y pilares en cuerpos manteados | 44        |
| 3.4.4. | Shirinkage dinamico en vetas .....                                    | 49        |
| 3.4.5. | Sublevel stoping en vetas.....  | 51        |

### **CAPITULO IV** **SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE**

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 4.1.   | <b>SEGURIDAD .....</b>  | <b>54</b> |
| 4.1.1. | principios organizacionales en seguridad .....                        | 54        |
| 4.1.2. | Peligros de alto riesgo en Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C..... | 56        |

|        |   |           |
|--------|---|-----------|
| 4.1.3. | <b>Reducción De Accidentes En Superficie A Causa Del Transporte De Mineral .....</b>      | <b>58</b> |
| 4.2.   | <b>MEDIO AMBIENTE .....</b>   | <b>65</b> |
| 4.2.1. | <b>Principios organizacionales en medio ambiente .....</b>                                | <b>65</b> |
| 4.2.2. | <b>Aspectos Ambientales Significativos en Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C .....</b> | <b>67</b> |
| 4.2.3. | <b>Reducción de impactos ambientales a causa del transporte de mineral ..</b>             | <b>68</b> |

**CAPITULO V**  
**CAMBIO DE RUTA DE TRANSPORTE DE MINA A PLANTA**  
**CONCENTRADORA**

|        |  |            |
|--------|--|------------|
| 5.1.   | <b>PROCESO DE TRANSPORTE EN LA MINA CATALINA HUANCA.....</b>   | <b>77</b>  |
| 5.2.   | <b>Análisis de causa y efectos en el sistema de transporte en mina Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.....</b>        | <b>78</b>  |
| 5.3.   | <b>Análisis Del Diagrama De Pareto Eventos Frecuentes En Las Unidades De Transporte De Mineral Catalina Huanca. ....</b> | <b>80</b>  |
| 5.4.   | <b>Parámetros de Mantenimiento .....</b>   | <b>82</b>  |
| 5.4.1. | <b>Disponibilidad mecánica de camiones .....</b>   | <b>83</b>  |
| 5.4.2. | <b>Utilización De Equipos De Transporte .....</b>  | <b>83</b>  |
| 5.4.3. | <b>Confiabilidad De Camiones .....</b>   | <b>84</b>  |
| 5.4.4. | <b>Mantenimiento preventivo de flota de camiones .....</b>   | <b>85</b>  |
| 5.4.5. | <b>Mantenimiento correctivo de flota de camiones .....</b>   | <b>88</b>  |
| 5.5.   | <b>Dimensionamiento de flota de camiones .....</b>   | <b>88</b>  |
| 5.5.1. | <b>Resumen De Reporte Mensual .....</b>  | <b>89</b>  |
| 5.5.2. | <b>Tonelaje Anual Transportado (Mineral Y Relave) .....</b>  | <b>89</b>  |
| 5.5.3. | <b>Dimensionamiento De Camiones Para El Transporte De Mineral.....</b>   | <b>90</b>  |
| 5.6.   | <b>CONTROLES EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CAMIONES.....</b>  | <b>93</b>  |
| 5.6.1. | <b>Uso del sistema Dynafleet Truck Volvo .....</b>   | <b>93</b>  |
| 5.6.2. | <b>Sistematización del grifo marina (Sistema easy fuel plus).....</b>  | <b>98</b>  |
| 5.6.3. | <b>Mantenimiento de vías de transporte .....</b>   | <b>100</b> |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| 5.6.4.      | Cambio De Flota De Camiones .....  | 101        |
| 5.6.5.      | Construcción del proyecto de rampa Saynocca .....                                | 110        |
| <b>5.7.</b> | <b>PROCESO DE ANÁLISIS DEL TRANSPORTE PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD.....</b> | <b>121</b> |
| 5.7.1.      | Concepto de productividad.....   | 121        |
| 5.7.2.      | Ciclado de tiempo de los camiones.....   | 122        |
| 5.7.3.      | Distancias de transporte de zona de carguío.....                                 | 123        |
| 5.7.4.      | Toneladas Métricas Transportadas .....   | 124        |
| 5.7.5.      | Cumplimiento de programa de producción de mineral.....                           | 125        |
| <b>5.8.</b> | <b>COSTOS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE .....</b>                                  | <b>126</b> |
| 5.8.1.      | Tarifa de transporte por Bolívar volvo FMX 8x4 .....                             | 126        |
| 5.8.2.      | Tarifa de transporte por Túnel Sur volvo FMX 8x4.....                            | 127        |
| 5.8.3.      | Tarifa de transporte por Túnel Sur volvo FMX 10x4.....                           | 129        |
| 5.8.4.      | Utilidades logradas por la construcción de la rampa Saynocca .....               | 132        |

## **CONCLUSIONES**

## **RECOMENDACIONES**

## **REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**

## **PLANOS**

## **ANEXOS**

**ANEXO 01.-** Control de toma de tiempos volvo FMX 10x4

**ANEXO 02.-** Control de velocidades volvo FMX 10x4

**ANEXO 03.-** Monitoreos de pesos volvo FMX 10x4

**ANEXO 04.-** Mediciones de velocidad IVECO 8x6

**ANEXO 05.-** Control de tiempos IVECO ASTRA 8x6

**ANEXO 06.-** Consumo de combustible IVECO ASTRA 8x6

**ANEXO 07.-** Ciclo de transporte de mineral por BOCAMINA BOLIVAR

**ANEXO 08.-** Ciclo de transporte de mineral por BOCAMINA TUNEL SUR

**ANEXO 09.-** Ciclo De Transporte De Mineral Por Túnel Sur Volvo FMX 10x4

**ANEXO 10.-**Diseño De Extracción De Mineral UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA  
S.A.C.

**ANEXO 11.-**Clasificacion RMR 89 BIENIAWSKI

## LISTADO DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 01:Accesibilidad hacia la unidad minera catalina huanca S.A.C.....                 | 7  |
| TABLA 02:Ensayos de compresión simple .....  | 27 |
| TABLA 03:Ensayos de Propiedades Físicas .....  | 27 |
| TABLA 04:Ensayos de Tracción Directa.....  | 27 |
| TABLA 05:Ensayos de Compresión Triaxial .....  | 27 |
| TABLA 06:Ensayos de Propiedades Elásticas .....  | 28 |
| TABLA 07:Ensayos de Corte Directo .....  | 28 |
| TABLA 08:Caracterización RMR89 de Bieniawski – Lado izquierdo.....                       | 30 |
| TABLA 09:Caracterización RMR89 de Bieniawski – Boveda.....                               | 32 |
| TABLA 10:Caracterización RMR89 de Bieniawski – Lado derecho .....                        | 33 |
| TABLA 11:Clasificación Geomecánica Del Macizo Rocoso Rampa Saynocca .....                | 34 |
| TABLA 12: Peligros de alto riesgo en catalina huanca sociedad minera S.A.C.....          | 57 |
| TABLA 13:Accidentes Mortales – Perú .....  | 59 |
| TABLA 14:Accidentes mortales – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.....                  | 60 |
| TABLA 15:Número de trabajadores .....  | 61 |
| TABLA 16:Número de accidentes e incidente.....   | 62 |
| TABLA 17:Días perdidos y horas hombres trabajadas .....                                  | 62 |
| TABLA 18:Índice De Frecuencia .....  | 63 |
| TABLA 19:Índice De Severidad .....   | 63 |
| TABLA 20:Índice de accidentabilidad.....   | 64 |
| TABLA 21:Aspectos Ambientales Significativos.....  | 67 |
| TABLA 22:Mediciones de monóxido de carbono en tubos de escape - volquetes FMX 8x4 .....  | 71 |
| TABLA 23:Mediciones de monóxido de carbono en tubos de escape - volquetes FMX 10x4 ..... | 71 |
| TABLA 24:Mediciones de monóxido de carbono en tolva 530.....                             | 73 |
| TABLA 25:Muestra de reducción de vías de comunidades .....                               | 75 |
| TABLA 26:Resumen de dimensionamiento volquetes - volvo FMX 8x4 .....                     | 77 |
| TABLA 27:Eventos de frecuencia volquete volvo FMX 8 x 4.....                             | 80 |
| TABLA 28:Número de fallas volquete volvo FMX 8 x 4.....                                  | 81 |
| TABLA 29:Fallas en el sistema rodado volvo FMX 8x4.....                                  | 81 |
| TABLA 30:Disponibilidad mecánica volquetes FMX 8x4.....                                  | 83 |
| TABLA 31:Utilización de volquetes FMX 8x4 .....  | 84 |
| TABLA 32:Confiabilidad de camiones FMX 8x4 .....   | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| TABLA 33:Horas programadas para mantenimientos preventivos camiones FMX 8x4..... | 86  |
| TABLA 34:Programa de mantenimientos preventivos camiones FMX 8x4 .....           | 87  |
| TABLA 35:Producción Total de Mineral y Relave 2014 y 2015 (Toneladas) .....      | 89  |
| Tabla 36:Resumen de tonelaje anual transportado (mineral y relave) .....         | 89  |
| TABLA 37:Dimensionamiento de flota para mineral volvo FMX 8x4 .....              | 90  |
| TABLA 38:Dimensionamiento de flota para mineral volvo FMX 10x4 .....             | 91  |
| TABLA 39:Dimensionamiento de flota para mineral IVECO ASTRA 8x6.....             | 92  |
| TABLA 40:Consumo de combustible .....  | 97  |
| TABLA 41:Número de viajes monitoreados volvo FMX 10x4 .....                      | 102 |
| TABLA 42:Peso de ejes y Tara FMX 10x4 .....                                      | 102 |
| TABLA 43:Resumen de control de pesos FMX 10x4 .....                              | 103 |
| TABLA 44:Resumen de control de pesos FMX 10x4 .....                              | 103 |
| TABLA 45:Resumen de control de combustible FMX 10x4.....                         | 104 |
| TABLA 46:Número total de viajes monitoreados IVECO 8x6 .....                     | 106 |
| TABLA 47:Pesos de viajes monitoreados IVECO 8x6.....                             | 107 |
| TABLA 48:Resumen de ciclos monitoreados IVECO 8x6.....                           | 108 |
| TABLA 49:Consumo de combustible IVECO 8x6.....                                   | 108 |
| TABLA 50:Comparativo de mediciones de los diferentes volquetes de prueba.....    | 109 |
| TABLA 51:Fórmula para el cálculo de Burden para ayudas .....                     | 113 |
| TABLA 52:Distribución de carga explosiva con Emulsión.....                       | 115 |
| TABLA 53:Distribución de carga explosiva con ANFO .....                          | 116 |
| TABLA 54:Distribución de carga explosiva con dinamita Semexa.....                | 117 |
| TABLA 55:Presupuesto para la construcción de la rampa Saynocca .....             | 119 |
| TABLA 56:Resumen de presupuesto para la construcción de la rampa Saynocca.....   | 120 |
| TABLA 57:Resumen de distancias de transporte de mineral .....                    | 123 |
| TABLA 58:Simulación de toneladas métricas transportadas.....                     | 124 |
| TABLA 59:Programa de producción Mina .....                                       | 125 |
| TABLA 60:Tarifa de transporte de mineral por Bolívar .....                       | 126 |
| TABLA 61:Precios unitarios de transporte por Bolívar.....                        | 127 |
| TABLA 62:Precio Unitario de Volvo FMX 8x4 – Vía Túnel Sur .....                  | 127 |
| TABLA 63:Comparativo De Tarifas FMX 8x4 .....                                    | 129 |
| TABLA 64:Precio Unitario Para Volvo FMX 10x4 .....                               | 129 |
| TABLA 65:Comparativo de tarifas FMX 10x4 .....                                   | 131 |
| TABLA 66:Valorizados de transporte de mineral.....                               | 132 |

## LISTADO DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| FIG. 01 – Historia de la mina .....  | 9   |
| FIG. 02 - Columna estratigráfica de la unidad minera CATALINA HUANCA .....               | 15  |
| FIG. 03 - Modelamiento de distribución de vetas .....                                    | 19  |
| FIG. 04 - Ciclo de minado unidad minera CATALINA HUANCA .....                            | 37  |
| FIG. 05 - Método de minado cámaras y pilares mecanizados.....                            | 46  |
| FIG. 06 - Accidentes mortales 2012-2016 Perú .....                                       | 60  |
| FIG. 07 - Volquete FMX 8x4 transitando por la rampa saynocca .....                       | 70  |
| FIG. 08 - Medición de monóxidos en tubos de escape de volquetes.....                     | 72  |
| FIG. 09 - Volquete FMX 8x4 saliendo de tolva de carguío .....                            | 73  |
| FIG. 10 - Medición de monóxidos en zona de carguío .....                                 | 73  |
| FIG.11 - Volquete FMX 8x4 pasando por la comunidad de uyuccasa.....                      | 74  |
| FIG.12 - Flujo de transporte de mineral y desmonte por comunidades .....                 | 75  |
| FIG. 13 - Diagrama de pareto eventos de fallas .....                                     | 80  |
| FIG. 14 - Diagrama de pareto sistema de fallas .....                                     | 82  |
| FIG. 15 - Volquete Volvo FMX 8x4, en operación de descarga de mineral.....               | 90  |
| FIG. 16 - Volquete Volvo FMX 10x4, en operación de descarga de mineral.....              | 91  |
| FIG. 17 - Volquete IVECO ASTRA 8x6, en operación de transporte de mineral .....          | 92  |
| FIG. 18 - Informe generado por el trip manager .....                                     | 94  |
| FIG.19 - Consumo de combustible .....  | 97  |
| FIG.20 - Flujo de sistema de entrega de informe de reportes de consumo de combustible .. | 99  |
| FIG.21 - Mantenimiento de vías superficie .....  | 100 |
| FIG.22 - Características de IVECO astra 8x6 50 TON .....                                 | 106 |
| FIG.23 - Burden practico de arranque para roca semidura a dura .....                     | 113 |
| FIG.24 - Malla de perforación de la rampa saynocca .....                                 | 114 |
| FIG.25 - Vistas isométricas de la rampa saynocca y zonas de explotación .....            | 118 |
| FIG.26 - Simulación de tonelaje acarreado .....  | 124 |
| FIG.27 - Cumplimiento de programa Mina .....   | 125 |

## **CAPITULO I**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Minera Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C, como resultado de la evaluación de su sistema de Transporte reporta problemas y demoras en el proceso productivo dado que realiza un recorrido muy extenso por superficie, puesto a que ocasiona demoras y pérdida de tiempo lo cual hace, que el costo del transporte sea elevado; así mismo se generan impactos ambientales significativos hacia comunidades aledañas a la vía que se usa para el transporte del mineral hacia la planta concentradora.

##### **1.1.1. Problema principal**

- ¿El costo de transporte de mineral se incrementa por el recorrido en superficie?

##### **1.1.2. Problemas específicos.**

- La distancia que existe entre las distintas zonas de carguío de interior mina hacia la planta de beneficio San Gerónimo son muy extensas
- Se tiene mucha demora en recorrido en el transporte del mineral de interior mina, hacia la planta de beneficio San Gerónimo
- Se crean con el transporte superficial impactos ambientales en centros poblados.



## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

La distancia actual de transporte es muy extensa, desde las diferentes zonas de carguío hasta la planta concentradora.

## **1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Reducir costos unitarios y mejorar la producción de transporte del mineral de interior mina hacia la planta de beneficio por recorridos innecesarios.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Reducir la distancia del transporte del mineral.
- Reducir los ciclos de transporte de interior mina hacia la planta de beneficio.
- Evitar impactos ambientales en superficie a comunidades aledañas.

## **1.4. VARIABLES E INDICADORES**

### **1.4.1. Variable Independiente**

- Sistema de Transporte

**Indicadores:** dimensionamiento de flota, Distancias recorridas (Km), Tiempo de Transporte (Hr), Toneladas transportadas (TON).

### **1.4.2. Variable Dependiente**

- Producción.

**Indicadores:** costos unitarios del transporte (\$/Ton x Km).

## **1.5. IMPORTANCIA**

La respectiva tesis es importante, ya que se da a conocer la construcción de la rampa Saynocca, la cual será una nueva ruta de transporte que se realiza para mejorar la producción en general de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

## **1.6. HIPÓTESIS**

### **1.6.1. Hipótesis Principal**

- La puesta en operación de la rampa Saynocca pretende resolver el problema principal.

### **1.6.2. Hipótesis Secundaria**

- Reducir la distancia de transporte que realizan los volquetes en la unidad minera.
- Reducir tiempos de transporte que realizan los volquetes en la unidad minera.
- Reducir polvos en suspensión por tránsito que afectan a las comunidades aledañas.

## **1.7. PLAN DE INVESTIGACION**

Se exponen los diferentes aspectos teóricos en los que se ha sustentado la investigación. Por una parte se presentan las fuentes u orientaciones teóricas, así como también los aspectos teóricos:

**En el capítulo II;** Se realiza la mención Geológica del yacimiento a nivel regional, estructural y local; así mismo la evaluación Geomecánica de la rampa Saynocca, rampa la cual es la alternativa de nueva ruta de transporte en Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.

**En el capítulo III;** Se realizara en mención general sobre todos los métodos de explotación realizadas en Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.

Dividido en 5 subcapítulos, separados por los diferentes métodos de aplicación que se realizan en la unidad minera, así mismo se hace mención general en cada método de explotación su: Preparación, Ciclo de minado y equipos utilizados.

**En el capítulo IV;** Se hará mención sobre la SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE en Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. sus Principios organizacionales, los peligros de alto riesgo así como los aspectos ambientales significativos de la unidad, los índices de seguridad y las acciones que se realizan para reducir los impactos

ambientales y reducir los índices en seguridad de la unidad, se hará mención a los cuadros de accidentes fatales, el cálculo de los índices de frecuencia, severidad y accidentabilidad. Así mismo se mostraran las mediciones que se realizan en las labores de trabajo y en los equipos de transporte (tubos de escape) según disposición ley, del decreto supremo 024-10-EM, en las emisiones de monóxido de carbono.

**En el capítulo V;** Es el capítulo donde se centrara toda la investigación realizada, en el cual se hará mención el cambio de ruta de transporte de mina a planta concentradora.

Se hará mención sobre el sistema de transporte actual realizado en la unidad minera.

Se describirá así mismo las mejoras que se realizaron para optimizar el sistema de transporte.

Con el uso del software Dynafleet Truck; software proporcionado por la empresa VOLVO para el seguimiento de la flota de camiones FMX 8x4 con el que se tendrán datos de consumos de combustibles, distancias recorridas, entre otros.

Se verá el proceso de optimización del abastecimiento de combustible a las unidades de transporte

Se hará mención al estudio de seguimiento de las unidades 8x4 FMX VOLVO, y el cambio de flota por las 10x4 FMX VOLVO.

Se verá los aspectos generales de la construcción de la rampa Saynocca, la nueva ruta de transporte utilizada para el transporte de mineral a planta.

Se verán los comparativos de costos de transporte y las mejoras en ella.

**En el capítulo VI;** Se dará a conocer en resumen los resultados de la investigación.

## **1.8. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología que se realizara para la presente investigación será DESCRIPTIVO, ya que vendrá a referir de manera sistemática y estadística las características del transporte que se emplea en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

## **1.9. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD**

### **1.9.1. UBICACIÓN**

La Unidad Minera Catalina Huanca, se ubica en las estribaciones orientales de la Cordillera Occidental de los Andes del Centro del Perú. Políticamente se encuentra en el distrito de Canaria, provincia de Víctor Fajardo y Departamento de Ayacucho, a una altitud promedio de 3 200 m.s.n.m.

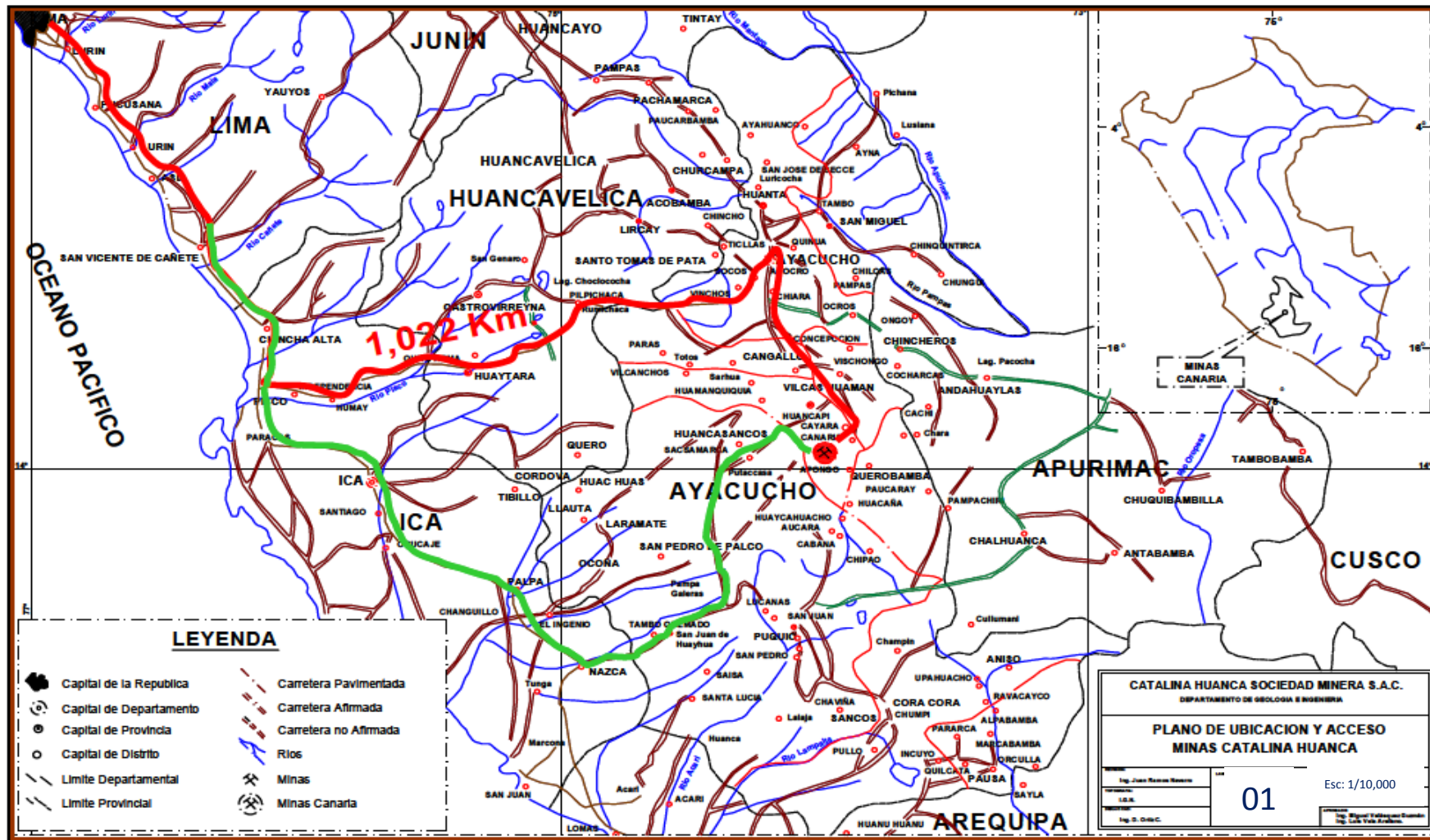
Sus coordenadas geográficas son:

- 73° 56' 15'' Longitud Oeste
- 13° 58' 45'' Latitud Sur

Sus coordenadas UTM son:

- 8 454 200 Norte
- 615200 Este

PLANO 01- "UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA S.A.C"



Fuente: Área de Planeamiento – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.

## DATOS:

- **Ubicación:** Ayacucho, Perú
- **Altitud:** 3200 m.s.n.m.
- **Propiedad:** 100% trafigura
- **Leyes:** 9.03 % Zn, 1.79 % Pb, 1.52 Oz/Ag, 0.18 g/Au
- **Actual vida de la mina:** 4 años

### 1.9.2. ACCESIBILIDAD

Su accesibilidad desde Lima es por vía Terrestre; en el siguiente cuadro se da a conocer las distancias y el tiempo de viaje que se emplea para poder llegar a la unidad minera.

**TABLA 01**

#### ACCESIBILIDAD HACIA LA UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA S.A.C.

| Destino               | Distancia | Accesibilidad       | Horas           |
|-----------------------|-----------|---------------------|-----------------|
| Lima -Nazca           | 715 Km.   | Carretera asfaltada | 07 horas        |
| Nazca - pampa galeras |           | Carretera afirmada  | 09 horas        |
| pampa galeras - Mina  |           | Carretera afirmada  |                 |
| <b>TOTAL</b>          |           |                     | <b>16 Horas</b> |

| Destino             | Distancia | Accesibilidad       | Horas           |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------------|
| Lima - Pisco        | 1022Km.   | Carretera asfaltada | 02 horas        |
| Pisco - Ayacucho    |           |                     | 07 horas        |
| Ayacucho - Cangallo |           |                     | 02 horas        |
| Cangallo - Huancapi |           |                     | 01 hora         |
| Huancapi - Canaria  |           |                     | 02 horas        |
| Canaria - Mina      |           |                     | 01 horas        |
| <b>TOTAL</b>        |           |                     | <b>15 horas</b> |

**Fuente:** elaboración propia

Se describe las diferentes formas de accesibilidad a la unidad minera Catalina Huanca S.A.C., mostrando las diferentes rutas de acceso con la distancia total de recorrido, así como los tiempos que se emplean en cada tramo de viaje y la descripción de la vía.

### 1.10. CLIMA Y VEGETACION

En su generalidad el clima es seco y frígido, con dos estaciones bien marcadas: invierno, entre diciembre y marzo, con fuertes precipitaciones fluviales hasta de 700 m.m, como promedio,

y verano de abril a noviembre donde la temperatura en el día alcanza 16° C y frígido por la noche, descendiendo hasta por debajo de 0° C.

En las partes altas la vegetación se limita al ichu y pastos naturales, a los 3 500 m.s.n.m. existiendo sembríos de trigo, cebada, maíz, haba, etc. Sin embargo, debido al clima templado en algunas estaciones, existe una variedad de vegetación en la zona empezando de pequeños arbustos hasta eucaliptos, alisos, entre otros.

### **1.11. FISIOGRAFIA**

La mina y alrededores presentan un relieve moderado, con cumbres agrestes y profundos valles en “V”, el área del yacimiento se encuentra en una zona orogénica de variado relieve, con elevadas cumbres y valles profundos, dados por fuerzas tectónicas y actividad ígneas.

Es común encontrar en toda el área, cantos de conglomerado, intrusivos y calizas, los cuales se hallan fuertemente alterados. El desarrollo topográfico de la zona ha sido controlado por la diferente resistencia a la erosión de las áreas y de las estructuras existentes, que poco a poco formaron el relieve actual.

### **1.12. RECURSOS.**

#### **1.12.1. Recursos Naturales**

- **Recursos Renovables:** En el cual se subdivide en Flora (papa, maíz, trigo y habas) y Fauna (gato montés, puma, venados y vizcachas)
- **Recursos no renovables:** Constituye el yacimiento mineral polimetálico de la unidad minera (Cobre, Plomo, Zinc, Plata y oro)

#### **1.12.2. Recursos Humanos**

En términos generales, la gente del lugar vive sub – empleada en los trabajos agropecuarios, la mayor parte de sus propiedades les permite tan sólo subsistir en precarias condiciones de vida.

### 1.12.3. Recursos Energéticos

La cuenca hidrográfica de la zona corresponde a la del río Pampas, que vierte sus aguas al río Apurímac y con el Mantaro forman el río Ene, el principal recurso hídrico es el río Mishka, que se forma en la confluencia de los ríos Huasquí y Chuquipata, en las inmediaciones de Raccaya. Todas estas confluencias se efectúan a una altura entre los 3 200 y 2 300 m.s.n.m.

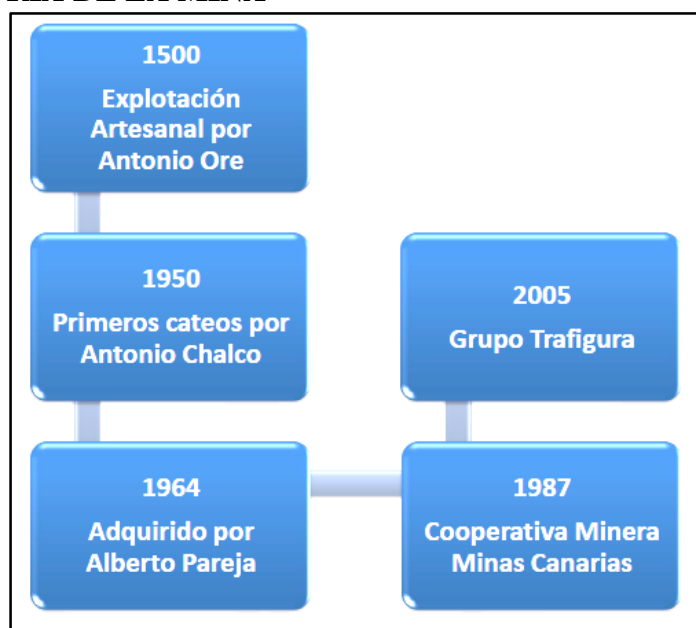
### 1.13. ANTECEDENTES DE LA MINERA.

La Cooperativa Minera Minas Canarias Ltda. Inició sus operaciones en 1964 en su Unidad Operativa Catalina Huanca.

En julio de 1982, paralizó las operaciones, a partir de octubre del 1987 vuelve como Cooperativa Minera Minas Canaria Ltda. Y la Planta de Beneficio fue ampliada para tratar 600 TMD. Entre los miembros de la Cooperativa Minera existe la predisposición de privatizar esta unidad para convertir en una empresa competitiva.

En la actualidad viene siendo explotada por el grupo TRAFIGURA dueño de toda la minera que sigue conservando el nombre de Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C, dedicada a la explotación y tratamiento de minerales de Pb, Zn, Cu, y Ag.

**FIG. 01 – HISTORIA DE LA MINA**



*Fuente: elaboración propia*



## **CAPITULO II**

### **GEOLOGIA Y GEOMECANICA**

#### **2.1. GEOLOGIA REGIONAL**

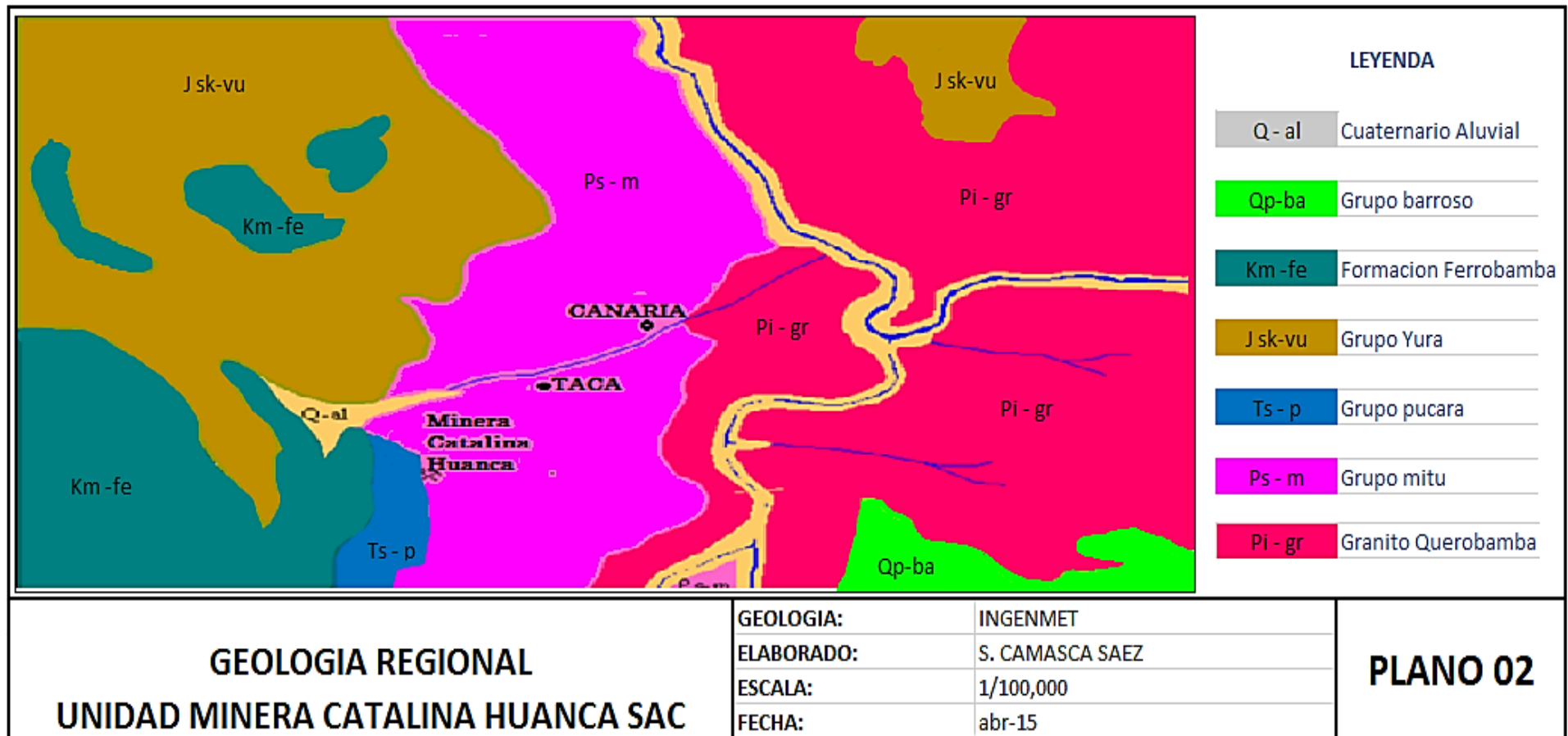
La secuencia litológica que aflora en la región está compuesta por rocas de origen sedimentario cuyo periodo de formación se extiende desde el Permiano Superior (Paleozoico), rocas del Triásico y Jurásico inferior del Mesozoico representado por los grupos Mitu (Ps-m) y Pucara (Tr-jr) Hasta el Cuaternario.

Estas unidades rocosas se encuentran conformando una franja con dirección NO-SE. El relieve de la zona está caracterizado por presentar vertientes muy pronunciadas y valles interandinos con ríos de la cuenca del río Pampas (Cangallo) afluentes del río Apurímac que presentan un recorrido de Oeste a Este.

La formación Socosani del grupo Chunumayo forma un contacto discordante con el grupo Pucara y también con la formación labra y esta última se encuentra en concordancia con la formación Gramadal.

Se observa afloramientos de facies graníticas (PS-q/gr) hacia el Este del área del emplazamiento minero y en el área del emplazamiento minero y en el área del emplazamiento mismo rocas intrusivas de tipo diorítico, la Diorita Ccascabamba (Nm-ca/di) y cuarzo monzonita (Tms-qm).

**PLANO 02 - "GEOLOGÍA REGIONAL DE LA UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA S.A.C."**



*Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)*

## 2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las calizas y conglomerados presentan suaves plegamientos. El rasgo estructural más importante lo constituyen la presencia de la Falla Principal y el contacto Caliza – Intrusivo, al SW a continuación de la Veta Principal. El sistema de vetas es consecuencia de este control estructural y conforman a su vez un gran cimoide. En cuyo extremo NE, las vetas se juntan para formar una sola, la intersección tiene un plunge de 30° al W.

En el área se observan varias fallas de rumbo N30° - 46°E, que han producido fallamiento en bloques, posiblemente durante el levantamiento de los Andes. Una de las fallas a la que parece estar relacionada la mineralización buzamiento 50° - 80° NW y aparentemente sigue el contacto caliza – conglomerado y caliza intrusivo. Es posible que esta estructura se haya originado conjuntamente con las fracturas de cizallamiento y tensión presentes en el área durante el plegamiento de las calizas y conglomerados de los Andes, comportándose como una falla normal.

A lo largo de la falla y en áreas donde no corta estructura mineralizada se observan bandas y mineralizaciones de pirita, galena y esfalerita, por lo que se deduce que es pre – mineral y posiblemente pre – intrusivo.

Los dos tipos de fracturas son pre – minerales, con reactivación post – mineral, existiendo además dos sistemas de pequeñas fallas post – minerales cuyos rumbos son: N 30° - 0° W y N 65° - 70° W.

El contacto entre calizas y conglomerado en zonas no afectas por fallamiento, es una discordancia paralela.

El Stock cuarzo monzonítico al Este y el dique diorítico al Oeste han aprovechado estos planos de debilidad para emplazarse, existen evidencias de cuerpos lenticulares, franjas de

monzonita y brechamientos, en las prolongaciones NE del stock, casi concordantes con la estratificación.

### **2.3. GEOLOGIA LOCAL**

En el área del yacimiento sobre yaciendo al Grupo Mitu y en discordancia paralela se encuentra un potente paquete de caliza gris oscura de unos 300 m. de potencia pertenecientes al Grupo Pucará.

En el lado Sur – Este de la mina aflora un pequeño stock intrusivo, que por sus características mineralógicas, se puede clasificar como una riocacita, que atraviesa a los conglomerados y calizas, siguiendo una dirección NW y posiblemente está relacionado a la mineralización del yacimiento de la Unidad Minera Catalina Huanca en el contacto, con el intrusivo, los conglomerados están fuertemente silicificados y con finas diseminaciones de pirita.

Las calizas están piritizadas y algo recristalizadas sobreyaciendo a estas rocas, en discordancia horizontal o inclinada, se encuentran potentes mantos cuaternarios constituidos por arenas, arcillas, lutitas, gravas, calcáreas, pizarras y otras rocas sedimentarias de colores oscuros, pardo negruzco, etc. dando los terrenos de cultivo y otras capas de forma plana o lenticular que se intercalan unas con otras.

### **2.4. ESTRATIGRAFÍA**



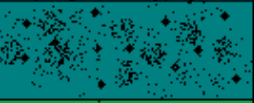

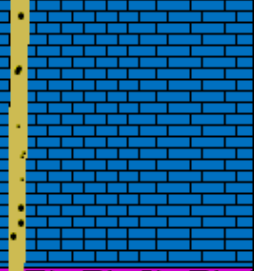
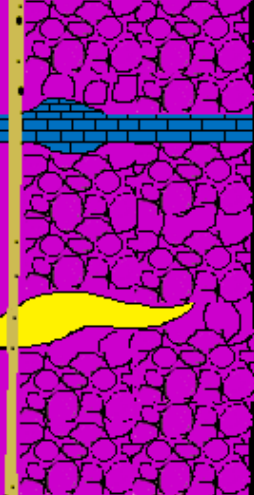

La secuencia estratigráfica regional comprende el complejo Querobamba (precámbrico) en la base, luego viene el Grupo Mitú del paleozoico, encima el Grupo Pucará del Triásico, seguido del Grupo Yura del Jurásico, luego vienen la formación Ferrobamba del Cretáceo, encima los volcánicos del Terciario y en la parte más superior los sedimentos aluviales del Cuaternario.

Las rocas principales son las cuarcitas, calizas, areniscas, lutitas, riocacitas, monzonitas y conglomerados.

La columna estratigráfica generalizada de la Unidad minera Catalina Huanca, se conforma de las siguientes unidades litológicas:

- A. GRUPO MITU.** Esta secuencia se inicia en la cota 2,800 m.s.n.m., conformada por estratos constituidos de fragmentos sub-redondeados de areniscas, cuarcitas, calizas, lutita y volcánicos, englobados en una matriz arcillosa de color rojizo. Estos estratos presentan un rumbo y buzamiento promedio de  $S10^{\circ}E / 30^{\circ}SW$ .
- B. GRUPO PUCARA.** Desde la cota 3,450 m.s.n.m. hasta la cúspide del cerro Hatun Orco afloran las calizas del grupo pucará. Estos estratos presentan un rumbo y buzamiento promedio de  $N20^{\circ}E / 27^{\circ}NW$ . Localmente la potencia de los estratos de calizas se estima en 500 metros; esto constituye un importante “target” para la exploración por metales básicos, sobre todo cerca al contacto con el conglomerado y el stock monzonítico.
- C. ROCAS INTRUSIVAS.** Entre las rocas intrusivas destacan las siguientes unidades:
- **Complejo Querobamba.** En la base cerca al nivel del río Mishca a 2,400 m.s.n.m., se tienen las rocas del complejo granítico querobamba, los cuales consisten en extensos afloramientos de granitos, en el que se observan numerosos cateos y trabajos antiguos, siguiendo vetillas de cuarzo blanco y limonitas con estructuras de rumbo promedio  $N32^{\circ} W$ .
  - **Stock Cuarzo Monzonítico.** Este es un stock un cuarzo - monzonítico que aflora en el cerro Monteruyoc en las inmediaciones del contacto, Caliza – Conglomerado. A este intrusivo se le atribuye haber sido el portador de las soluciones mineralizantes y los efectos de la alteración hidrotermal en las cajas.

**FIG. 02 - "COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE LA UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA S.A.C."**

| ERA        | SISTEMA     | SERIE       | UNIDAD              | GROSOR (m) | COLUMNA   |
|------------|-------------|-------------|---------------------|------------|---|
| CENOZOICO  | CUATERNARIO | HOLOCENO    | DEP. ALUVIAL        |            |    |
|            |             |             | DEP. COLUVIAL       |            |    |
|            |             | PLEISTOCENO | DEP. FLUVIOGLACIAR  |            |    |
|            |             |             | DEP. MORRENICO      |            |    |
| MESOZOICO  | JURASICO    | SUPERIOR    | GRO. YURA           | >750       |   |
| PALEOZOICO | PERMICO     | SUPERIOR    | GPO. MITU           | >800       |  |
|            |             |             | COMPLEJO QUEROBAMBA |            |  |

*Fuente: Área de Geología – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*

## 2.5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

### 2.5.1. Génesis Del Yacimiento

El yacimiento de la Unidad Minera Catalina Huanca ha sido originado por soluciones hidrotermales de procedencia meso a epitermales, presentándose en forma de vetas de relleno de fracturas, pequeños cuerpos, mantos y de disseminaciones, principalmente en las intersecciones de vetas. Está clasificado como mesotermal, en condiciones de presión y temperatura moderadas: 200°-300°C.

Además tenemos el manto Keyko que es un cuerpo formado por reemplazamiento metasomático a lo largo del contacto caliza – intrusivo.

### 2.5.2. Características Del Depósito

La mineralización primaria está representada por sulfuros de plomo y zinc de facies meso-epitermal.

Entre las vetas se tienen las denominadas Principal, Vilma, Piedad, 180, Santa Ana, Inmaculada, El Rojo, etc. además de un pequeño cuerpo mineralizado manto 177, en las que se describen a continuación:

- **Veta Principal:** Esta veta es la mayor estructura mineralizada de la mina, se encuentra emplazada en una fractura de cizallamiento, está constituida principalmente por galena, esfalerita, fluorita, algo de rodocrosita y limonita, tiene un rumbo de N65°E, buzamiento 45° - 90° SE, potencia variable entre escasos centímetros y 3.50 m. y un afloramiento de 500 m. con un encampane de 300 m.

La mineralización se presenta bandeada y la alteración hidrotermal se manifiesta por una moderada silicificación y decoloración de los conglomerados, incipiente caolinización del intrusivo y una débil piritización de las calizas. Los clavos mineralizados más importantes

de la veta tienen una inclinación de 30° al W, siguiendo en forma paralela a la intersección caliza – veta y presentan las mayores potencias.

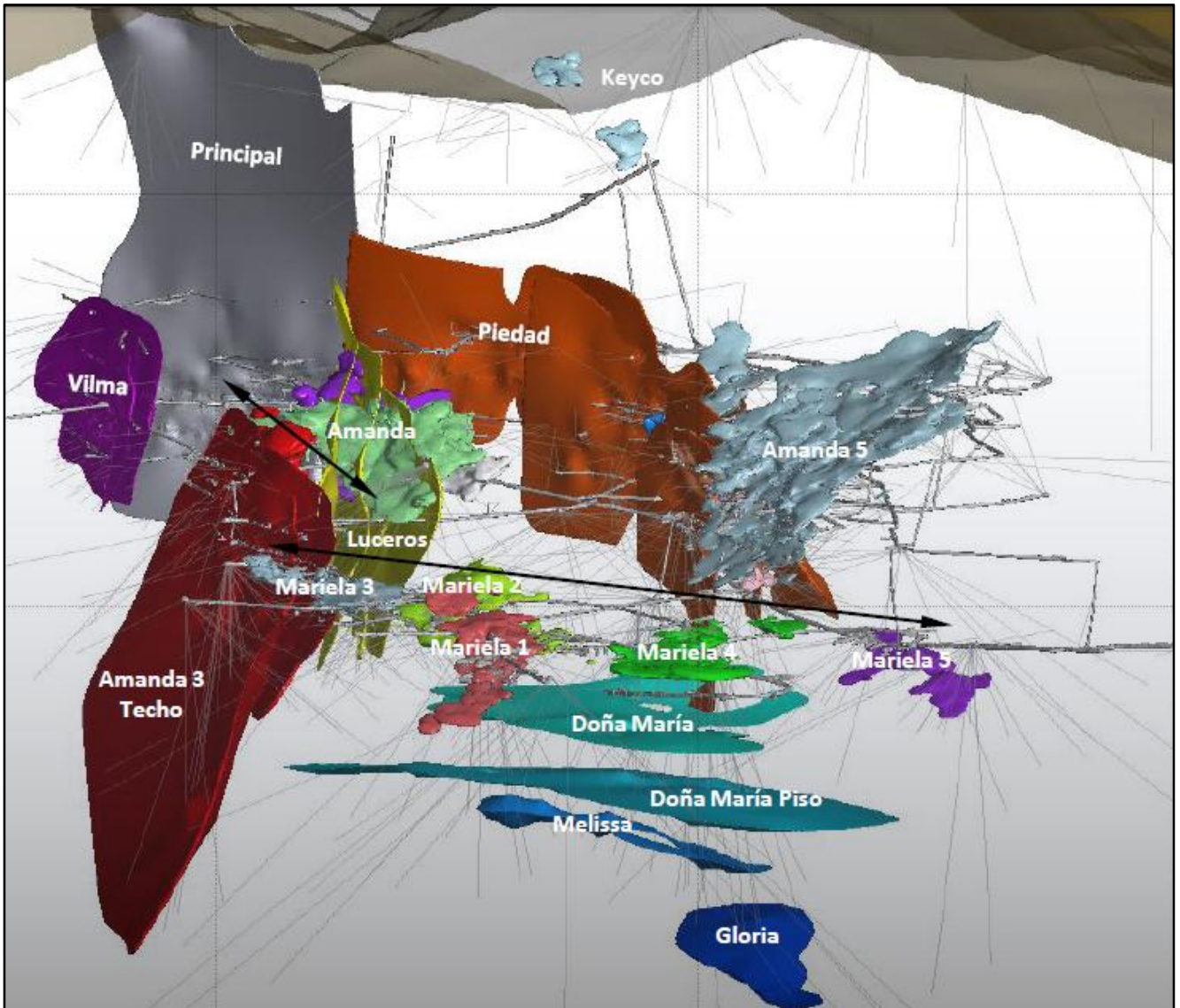
- **Veta Vilma:** Se encuentra rellenando una fractura de cizallamiento, no aflora. En las labores existentes se observa que se inflexiona fuertemente en un tramo donde es casi paralela a la veta principal es angosta, con valores relativamente bajos y con buzamiento vertical presenta mayores leyes con una potencia variable entre 0.1 – 1.5 m.. En la parte central de su longitud reconoció, forma un anillo cimoide. Tanto el relleno mineral como la alteración hidrotermal son similares a los de la veta principal. De rumbo N 75°E y buzamiento de 72° NW está reconocida en 600 m.
- **Veta Piedad:** Se encuentra rellenando una fractura de tensión constituye un ramal de la veta principal, tiene un rumbo de S 65° E, buzamiento 45° – 60° SE y una potencia variable entre 0.10 – 1.40 m, al igual que la Veta Vilma no presenta afloramiento. En las labores subterráneas se observa que dentro del conglomerado presenta valores económicos de galena y esfalerita y cuando atraviesa a la caliza se empobrece notoriamente.
- **Veta Rocío:** Esta veta es un ramal que se desprende de la veta Piedad y está emplazada íntegramente en el Conglomerado del Grupo Mitu. Estructuralmente presenta un rumbo y buzamiento promedio de “N77°E/ 85°NW”, tiene potencias que varían desde los 0.30 metros hasta los 1.10 metros. Mineralógicamente presenta Esfalerita, Galena, Fluorita, Pirita y Cuarzo.
- **Veta Lucero:** Esta veta es un ramal importante de la veta Principal, su mejor exposición geoeconómica se evidencia en el nivel 3190, con más de 200 metros de longitud. Estructuralmente tiene un rumbo y buzamiento promedio de “N88°E/89°SE”, presenta potencias mineralizadas que van desde los 0.40 metros hasta los 1.60 metros. Mineralógicamente consiste en abundantes concentraciones de Esfalerita, Galena,



Calcopirita, Fluorita, Pirita, Hematita, Cuarzo. Longitudinalmente presenta ramales de tipo cimoide los cuales forman cuerpos de hasta 5 metros de potencia. Litológicamente se emplaza íntegramente en el Conglomerado del Grupo Mitu. Se evidencia que Lucero mineraliza mucho más intensamente hacia el “SW” del yacimiento con respecto a las otras vetas.

- **Veta 180:** Igual que la anterior, es un ramal de la principal, tiene un rumbo de S 80° O, buzamiento vertical y una potencia promedio de 0.65 m. Aparentemente en su parte inicial está limitada por un pequeño cuerpo mineralizado, denominado Manto 177.
- **Manto 177:** Parece ser un pequeño cuerpo mineralizado dentro del conglomerado y se encuentra emplazado en las proximidades del contacto conglomerado – caliza y debe estar relacionado genéticamente a la Veta 180 y a otras pequeñas estructuras mineralizadas tales como las denominadas Veta 2, 3 y Crucero, evidenciadas en los niveles 708 – 728. Parece que el intrusivo no ha sido favorable para la formación de fracturas consistentes, puesto que la Veta Principal se ramifica dentro del intrusivo, tampoco las calizas han sido favorables para la formación de vetas explotables, tal como se ha observado con la Veta Piedad, que al presentarse en caliza se empobrece totalmente.
- **Manto Amanda:** Es una estructura importante por el potencial geológico que presenta, se emplaza en el contacto entre la Caliza del Grupo Pucara y el conglomerado del Grupo Mitu, atraviesa toda el área de la mina en una extensión aproximada de 1000 metros, espacialmente se sitúa entre 50 a 70 metros encima del plano de la “Falla Chumbilla”. Se trata de mantos con una potencia mineralizada que varía desde los 4.0 hasta los 6.0 metros, constituido por Calizas brechosas y Horizontes de Calizas Tufáceas Mineralizadas. Estructuralmente los mantos presentan un rumbo y buzamiento promedio de “N25°E/25°NW”. Mineralógicamente se los mantos se constituyen de Esfalerita, Galena, Calcopirita, Pirita, Rodocrosita y Cuarzo.

**FIG. 03 - "MODELAMIENTO DE DISTRIBUCIÓN DE VETAS"**



*Fuente: Área de Planeamiento – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*

### **2.5.3. Zoneamiento Y Paragénesis**

En el yacimiento podemos distinguir la distribución de los minerales en forma diferenciada tanto en el horizonte como en vertical, así encontramos hacia la superficie predominancia de los minerales de plomo, plata y zinc, mientras que en profundidad mejoran los valores de cobre y oro.

## **2.6. MINERALIZACION Y MINERALOGÍA**

La mineralización es del tipo hidrotermal, se presenta como relleno de fracturas, de intersticios y diseminación de cajas. Los cambios estructurales en el rumbo y buzamiento, así como el entrecruce de vetas actúan favorablemente en la formación de “bolsonadas”.

Genéticamente es un yacimiento de alcance mesotermal, depositado en condiciones de presión y temperatura moderadas: 200° - 300° C, según la clasificación de Lindgren. El ensamble mineralógico está constituido por Galena, Esfalerita, Calcopirita como minerales económicos y como minerales de ganga se tiene la Fluorita, Calcita, Rodocrosita, Pirita, Hematita y Cuarzo.

### **2.6.1. Controles De Mineralización**

Entre los controles de mayor importancia tenemos un control mineralógico, en que la galena disminuye y la blenda aumenta de valor y el cobre se encuentra en los niveles inferiores, haciendo que la mineralización se localice en determinadas áreas. Otro control eficaz lo constituyen las fracturas, fallas, etc. y las capas de calizas que orientan la dirección de la mineralización.

La temperatura de formación de los minerales es un control para ubicar el mineral a profundidad media o superficial.

El cruce de estructuras y el contacto entre las calizas y conglomerados es otro tipo de control de mucha importancia, el mineral de la mina se encuentra con frecuencia junto o entre las calizas.

## **2.7. RESERVAS MINERALES**

### **2.7.1. Criterios Y Métodos De Cubicación**

La clasificación del mineral se hace de acuerdo a los siguientes conceptos:

## **A. Por La Mineralogía**

El mineral del yacimiento minero Catalina Huanca se clasifica como mineral de plomo – zinc con presencia de plata, cobre y oro como subproductos de mayor importancia para las valorizaciones del concentrado.

## **B. Por Los Valores**

De acuerdo a los valores de los elementos metálicos el mineral se ha clasificado en económico, marginal, sub marginal y baja ley.

- **Mineral Económico.-** Es aquel cuyo valor excede el costo de producción y genera utilidad.
  - a. Gastos directos
  - b. Gastos indirectos
  - c. Gastos de venta
  - d. Gastos de administración
  - e. Gastos financieros
  - f. Gastos de depreciación
- **Mineral Marginal.-** Es aquel cuyo valor cubre los costos y gastos A,B,C en su totalidad y el 50% de los gastos D,E, F. Este mineral no genera utilidades, pero ayuda a generar efectivo y ofrece mayor divisor para el cálculo de costo total cuando se explota junto con el mineral de mena. Este mineral está considerado entre los US \$ 35.00/TM y US \$ 40.00 /TM.
- **Mineral Sub marginal.-** Es aquel mineral cuyo valor cubre los gastos de a, b y c, bajo las condiciones actuales este mineral no solo sería explotable económicamente salvo en una variación positiva en los índices económicos y técnicos, harían a este mineral marginal o económico. Este mineral no es considerado como reserva, pero

agregando una proporción de mineral económico sería explotable. En los planos se colorea de color amarillo.

- **Mineral de Baja ley.-** este mineral se considera aparte y figura en los planos para información. Se colorea de verde en los planos.

### **C. Clasificación Por Su Certeza**

Por la seguridad en la continuidad de la mineralización, los blocks de mineral se clasifican en:

- **Mineral Probado:** Es el block de mineral donde no hay riesgos en la continuidad de la mineralización, este mineral puede estar expuesto por uno, dos o más caras suficientemente muestreadas. Coeficiente de certeza aplicable al tonelaje de mineral será 1.0 el factor de seguridad para la ley de este mineral será de 95%.
- **Mineral Probable:** Es aquel bloque de mineral en el que el riesgo de discontinuidad de la mineralización es mayor que el probado, pero tiene suficientes razones para suponer su continuidad. El coeficiente de certeza al tonelaje es 85%. El factor de seguridad para la ley será de 90%.
- **Mineral Prospectivo (Posible):** Es el mineral cuyo tonelaje y leyes son estimados por el amplio conocimiento del carácter geológico del yacimiento. El coeficiente de certeza aplicable al tonelaje es de 60%.
- **Mineral Informativo:** Es todo aquel mineral del que solo se tiene evidencia de su existencia, no se conoce mayores datos. En los planos se ilustran sin colorear.

### **D. Por Su Accesibilidad**

Por este concepto los bloques de mineral se clasifican en accesible, eventualmente accesible e inaccesibles.

- **Mineral Accesible:** Es aquel mineral que está desarrollado por labores mineras tales como galerías, chimeneas, subniveles, etc. o están en explotación.
- **Mineral Eventualmente accesible:** Es el mineral que no se encuentra expedito para su preparación en el presente año y comúnmente se hallan por debajo de los niveles.
- **Mineral Inaccesible:** Es aquel mineral que se encuentra rodeado por tajos antiguos con paredes colapsadas y aislados de la zona actual de operación.

## **2.8. MÉTODOS DE MUESTREO**

### **2.8.1. Muestreos**

El muestreo es sistemático de canales con intervalos de 2 m. en todas las labores de exploración y desarrollo, así como en los subniveles de preparación. En los tajeos se realiza cada 3 m. El largo del canal se efectúa de acuerdo al ancho mineralizado. Los valores están registrados en planos a escala 1:500 y en tarjetas de ensayos.

### **2.8.2. Ensayos**

Todas las muestras son remitidas al laboratorio de la Unidad Minera Catalina Huanca la cual se encuentra ubicada en la Planta Concentradora “San Jerónimo” donde se ensayan para los siguientes elementos: Plata, plomo, zinc y cobre.

### **2.8.3. Leyes Promedios**

Efectuado el bloqueo se promedia los anchos y las leyes de las labores de cada block. Para el caso de los tajeos se determinan el ancho del minado de acuerdo a las siguientes reglas:

- Ancho de veta  $< 0,50 \text{ m} \geq$  Ancho de minado 0,80 m.
- Ancho de veta  $> 0,50 \text{ m} < 0,90 \text{ m} \geq$  Ancho de minado 0,90 m.
- Ancho de veta  $> 0,90 \text{ m} < 1,50 \text{ m} \geq$  Ancho de minado + 10 %.
- Ancho de veta  $> 1,50 \geq$  Ancho de minado + 5 %

La presente regla se ha elaborado de acuerdo a nuestro ancho de veta y aunque son la mayoría un promedio de 0,80 m.

#### **2.8.4. Leyes Erráticas**

Se considera ley errática a aquella que es superior a tres veces el promedio de las leyes vecinas y se le corrige con un castigo de 50%. En caso de seguir erráticas se le aplicará un nuevo castigo de 50% y así sucesivamente.

#### **2.8.5. Dilución**

Es el material de los hastiales que necesariamente se mezcla con el mineral al realizarse la explotación, a pesar del cuidado en la operación unitaria de perforación y voladura.

#### **2.8.6. Áreas**

Se calcula el área de cada block en planos a escala 1:500 donde se conoce un solo lado mineralizado. Se ha considerado una altura de profundidad que viene a ser el resultado de la longitud muestreada (1) por (0.3) para el mineral probado y probable.

#### **2.8.7. Aspecto De Continuidad**

Este aspecto se considera de acuerdo y en razón al criterio geológico por el cual existen zonas no mineralizadas, debido a estrangulamientos de la estructura ocasionados por cambios de rumbos, fallas o litología. Es decir se refiere a áreas grandes de caballo que pueden alterar la real cubicación de reservas minerales.

#### **2.8.8. Inventario De Minerales**

Toda la información anterior se transcribe a los formularios cálculo de reservas, en donde se consigna todos los datos concernientes a las vetas y blocks con sus correspondientes leyes.

#### **2.8.9. Procesamiento De La Información**

Los parámetros fijos son:

- Peso específico (p.e.) = 3,00, para las vetas.
- Castigos a las leyes: 10 % contra potenciales errores de muestreos y análisis.

- Valores Netos: De acuerdo a los balances y condiciones remunerables de comercialización.
- Valor Mínimo: Se ha estimado en US \$ 40,00 dólares americanos.

Para reservas minerales al 31 de diciembre del 2013 se ha considerado mena todo aquel tonelaje sea mayor o igual a \$ 40,00 dólares americanos, sin embargo se han bloqueado todas las áreas con evidencias de mineralización y se les ha subdividido de acuerdo a su valor en:

- Económico > US \$ 40.00
- Marginal > US \$ 35.00 < US \$ 40.00
- Sub marginal > US \$ 27.00 < US \$ 35.00
- Baja ley < US \$ 27,00

#### **2.8.10. Valor Neto Recuperable**

Son los valores que se obtienen de comparar los ingresos por ventas finales versus las leyes de cabeza que procesa la planta concentradora. Varían de acuerdo a las fluctuaciones de los precios de los metales, de los tipos de concentrados a venderse y de las condiciones de venta de concentrado.

- Plata US \$ 1,8210 por cada oz.
- Plomo US \$ 2,1807 por cada 1 %
- Zinc US \$ 2,9064 por cada 1 %
- Oro US \$ 43,1649 por cada oz. = US \$ 1,3878 por cada gr.



## **2.9. GEOMECAÁNICA DEL YACIMIENTO**

La recopilación de la información in-situ está basada en el mapeo geológico-geotécnico de las labores mineras existentes, logueo geotécnico de las perforaciones diamantinas, mapeo de celdas, mapeo estructural de las fallas y discontinuidades. Para la investigación de laboratorio se realizaron una serie de ensayos de compresión simple, ensayos triaxial, propiedades físicas, elásticas, tracción y de corte, complementadas de mediciones in-situ con el uso de martillo Schmith.

En la Mina Catalina Huanca, están presentes rocas sedimentarias y sub-volcánicas depositadas y emplazadas en un lapso comprendido entre el periodo Pérmico Superior (Paleozoico) y el Neógeno (Terciario).

La mineralización polimetálica de Zn, Pb, Ag (Cu) contenida en vetas, mantos, cuerpos y vetillas (irregulares), se emplaza tanto en conglomerados y calizas como en rocas subvolcánicas ácidas (pórvido riolítico).

Las principales alteraciones son: la silicificación en vetas y mantos que varía de moderada a fuerte, la argilitización mayormente en sub-volcánico riolítico y la propilitica principalmente en el sub-volcánico dacítico (verdoso).

### **2.9.1. MACIZO ROCOSO**

#### **A. Propiedades De Resistencia De La Roca Intacta**

Para obtener las propiedades físicas, elásticas y de resistencia de la roca intacta, se realizaron una serie de ensayos de laboratorio de mecánica de rocas en los diferentes tipos litológicos, los mismos que fueron realizados en el laboratorio de mecánica de rocas de la universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos:

**TABLA 02****Ensayos de compresión simple**

| Muestra    | Diámetro (cm) | Longitud (cm) | Carga (Kg) | Resistencia a la compresión simple (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la compresión simple (MPa) |
|------------|---------------|---------------|------------|--|--|
| CONG SILIC | 3.04          | 5.94          | 2300       | 315.95   | 30.96                                    |
| CALIZA F/R | 4.38          | 8.49          | 19800      | 1308.89  | 128.27                                   |
| F/P        | 4.43          | 8.6           | 5800       | 374.88   | 36.74                                    |
| MI/P       | 3.06          | 5.96          | 3000       | 406.57   | 39.84                                    |

Observación: Estandarizado según Protodyakonov ( L/D =2)

*Fuente: Elaboración Propia*

**TABLA 03****Ensayos de Propiedades Físicas**

| Muestra    | Diámetro (cm) | Longitud (cm) | Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> ) | Porosidad Aparente (%) | Absorción (%) | Peso específico aparente (KN/m <sup>3</sup> ) |
|------------|---------------|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|---------------|---|
| CONG SILIC | 4.41          | 3.71          | 2.59                                | 2.62                                  | 3.64                   | 1.4           | 25.39   |
| CALIZA F/R | 4.41          | 1.71          | 2.86                                | 2.87                                  | 0.84                   | 0.29          | 28.09   |
| F/P        | 4.41          | 4.06          | 3.23                                | 3.26                                  | 3.35                   | 1.04          | 31.66   |
| MI/P       | 3.05          | 5.26          | 2.94                                | 2.98                                  | 4.11                   | 1.4           | 28.79   |

*Fuente: Elaboración Propia*

**TABLA 04****Ensayos de Tracción Directa**

| Muestra    | Diámetro (cm) | Longitud (cm) | Carga rotura (Kg) | Resistencia a la tracción (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Resistencia a la tracción (Mpa) |
|------------|---------------|---------------|-------------------|---|---------------------------------|
| CONG SILIC | 6.29          | 3.04          | 1800              | 59.93   | 5.87                            |
| CALIZA F/R | 6.29          | 3.02          | 1900              | 63.68   | 6.24                            |
| F/P        | 6.28          | 3.01          | 2400              | 80.83   | 7.92                            |
| MI/P       | 3.03          | 1.53          | 700               | 96.13   | 9.42                            |

*Fuente: Elaboración Propia*

**TABLA 05****Ensayos de Compresión Triaxial**

| Código     | Muestra | Diámetro (cm) | Longitud (cm) | Carga (Kg) | Confin. | mi   | Angulo de fricción interno (°) | Cohesión (Mpa) |
|------------|---------|---------------|---------------|------------|---------|------|--------------------------------|----------------|
| CONG SILIC | 1       | 3.04          | 6.01          | 3170       | 2       |      |                                |                |
|            | 2       | 3.04          | 6.06          | 3750       | 4       |      |                                |                |
|            | 3       | 3.04          | 6.05          | 4400       | 6       | 9.23 | 37.76                          | 8.4            |
| CALIZA F/R | 1       | 3.06          | 5.77          | 10285      | 2       |      |                                |                |
|            | 2       | 3.05          | 5.96          | 10695      | 4       |      |                                |                |
|            | 3       | 3.04          | 5.97          | 11060      | 6       | 4.82 | 31.97                          | 35.96          |

|      |   |      |      |      |   |       |       |      |
|------|---|------|------|------|---|-------|-------|------|
| F/P  | 1 | 3.05 | 5.82 | 3670 | 2 |       |       |      |
|      | 2 | 3.05 | 6.09 | 4485 | 4 |       |       |      |
|      | 3 | 3.04 | 5.97 | 5130 | 6 | 12.15 | 41.96 | 8.75 |
|      |   |      |      |      |   |       |       |      |
| MI/P | 1 | 3.04 | 6.01 | 4300 | 2 |       |       |      |
|      | 2 | 3.04 | 6.02 | 5270 | 4 |       |       |      |

*Fuente: Elaboración Propia*

**TABLA 06**

**Ensayos de Propiedades Elásticas**

| Muestra    | Diámetro (cm) | Altura (cm) | Módulo de Young (Gpa) | Relación de Poisson |
|------------|---------------|-------------|-----------------------|---------------------|
| CONG SILIC | 3.04          | 6.05        | 3.52                  | 0.20                |
| CALIZA F/R | 4.40          | 8.54        | 9.76                  | 0.34                |
| F/P        | 4.41          | 8.11        | 5.00                  | 0.21                |
| MI/P       | 3.03          | 6.09        | 8.47                  | 0.27                |

*Fuente: Elaboración Propia*

**B. Propiedades de Resistencia de las Discontinuidades**

Para obtener las propiedades de resistencia de la interface de la discontinuidad, se realizaron una serie de ensayos de corte en una superficie simulada en los diferentes tipos litológicos, los mismos que fueron realizados en el laboratorio de mecánica de rocas de la universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Estos resultados pueden ser utilizados de forma escalada para el análisis de falla a través de una discontinuidad o formación de cuñas, en la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos:

**TABLA 07**

**Ensayos de Corte Directo**

| Muestra    | Diámetro (cm) | Área  | Angulo de fricción residual (°) | Cohesión (Kpa) |
|------------|---------------|-------|---------------------------------|----------------|
| CONG SILIC | 6.28          | 30.97 | 24.70                           | 173.30         |
| CALIZA F/R | 6.29          | 31.07 | 26.80                           | 65.00          |
| F/P        | 6.29          | 31.07 | 29.60                           | 168.00         |

*Fuente: Elaboración Propia*

### **2.9.2. Estructura del Macizo Rocosó en la Rampa Saynocca y Entorno**

Para clasificar la estructura del macizo rocoso en la zona del proyecto de la rampa Saynocca, se ha utilizado el sistema de valoración del macizo rocoso RMR89 de Bieniawski. Para ello se registraron datos litomorfo-estructurales en estaciones (Líneas de Detalle) distribuidas espacialmente en las zonas adyacentes a estas, en las cuales se tomó información referida a la orientación de discontinuidades, resistencia a la compresión uniaxial de la roca, grado de fracturamiento, espaciamiento entre discontinuidades, condición de fracturas (persistencia, apertura, rugosidad, relleno e intemperismo) y presencia de agua subterránea.

El resumen del análisis de la información mencionada para cada dominio estructural se muestra en las tablas N° (08, 09, 10), en los cuales se caracteriza y tipifica el macizo rocoso según el sistema de valoración RMR89 de Bieniawski.

**TABLA 08****Caracterización RMR89 de Bieniawski – Lado izquierdo**

| Intervalo de longitud |           | Tipo de roca | Tipo de alteracion | Resistencia a la compre. | RQD (%) | Parametros del RMR |    |    |         |    |       | Descripcion | Clasificacion |
|-----------------------|-----------|--------------|--------------------|--------------------------|---------|--------------------|----|----|---------|----|-------|-------------|---------------|
| Desde (m)             | hasta (m) |              |                    |                          |         | 1                  | 2  | 3  | 4A...4E | 5  | Total |             |               |
| 0                     | 20        | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 19      | 10 | 73    | Buena A     | IIA           |
| 20                    | 35        | SQM          | S                  | 115                      | 80      | 12                 | 17 | 15 | 19      | 10 | 73    | Buena A     | IIA           |
| 35                    | 45        | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 17      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 45                    | 60        | SQM          | S                  | 115                      | 74      | 12                 | 13 | 10 | 21      | 10 | 66    | Buena B     | IIB           |
| 60                    | 75        | SQM          | S                  | 115                      | 70      | 12                 | 13 | 15 | 19      | 10 | 69    | Buena B     | IIB           |
| 75                    | 90        | SQM          | S                  | 115                      | 70      | 12                 | 13 | 15 | 22      | 10 | 72    | Buena A     | IIA           |
| 90                    | 100       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 22      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 100                   | 110       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 22      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 110                   | 125       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 22      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 125                   | 130       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 17      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 130                   | 145       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 17      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 145                   | 155       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 17      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 155                   | 160       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 17      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 160                   | 170       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 17      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 170                   | 185       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 185                   | 205       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 205                   | 225       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 225                   | 245       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |

*Fuente: Área de Geomecánica – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 08 se muestra el resumen de la clasificación Geomecánica según el sistema de valoración RMR89 de Bieniawski para el lado izquierdo de la rampa Saynocca. Donde se observa que para cada uno de los intervalos analizados que se detallan en el margen izquierdo de la tabla se especifican el tipo de litología y alteración.

Para realizar la caracterización del macizo rocoso usando el sistema de valoración RMR89 de Bieniawski se considera los siguientes parámetros:

La resistencia a la compresión uniaxial de la roca, índice de calidad de roca, espaciamiento entre discontinuidades de un mismo sistema, descripción Geomecánica de las superficies de las discontinuidades (persistencia, apertura, rugosidad, relleno e intemperismo) y las condiciones de agua subterránea se valoran individualmente según los rangos descritos en la parte inferior de la tabla; una vez realizado este proceso se suman los valores unitarios de

cada uno de los parámetros y como resultado se obtiene un índice numérico cuantitativo denominado “RMR” del macizo rocoso.

En esta sección se muestra un ejemplo para caracterizar y tipificar el macizo rocoso en el intervalo comprendido desde los 45.0 hasta los 60.0 metros de la tabla N° 08. Donde el tipo de litología corresponde a un Stock Monzonítico (SQM), la alteración que prima es la sericitización (S), la resistencia a la compresión uniaxial es de 115 MPa, el índice de calidad de roca (RQD) se estima para una línea de mapeo según la ecuación N° 01.

$$RQD = 100 \times e^{-0.1\lambda(0.1\lambda+1)} \dots\dots\dots \textit{Ecuación 01}$$

Donde  $\lambda$  : es el número de discontinuidades por metro lineal según Palmstron. para el tramo analizado  $\lambda$  : es “10” y usando la ecuación N° 01, el “RQD” es 74%, el espaciamiento promedio entre discontinuidades para un mismo sistema varia ente 0.20 metros a 0.60 metros; la condición promedio que presentan las superficies de las discontinuidades en el tramo presenta una persistencia entre 10 a 20 metros de longitud, apertura menor a 1 milímetro, paredes rugosas sin relleno (limpias), las superficies de las discontinuidades están ligeramente intemperizadas; en cuanto a la condición de aguas subterráneas la roca se presenta seca. El siguiente paso es valorar cada uno de los parámetros descritos cuantitativamente con los rangos mostrados en la parte inferior de la tabla N° 08 y finalmente se suman los valores cuantitativos de cada parámetro obteniendo como resultado la valoración RMR89 para el macizo rocoso en el intervalo analizado el cual es de “66” y se clasifica como un macizo rocoso tipo IIB.

**TABLA 09****Caracterización RMR89 de Bieniawski – Boveda**

| Intervalo de longitud |           | Tipo de roca | Tipo de alteracion | Resistencia a la compre. | RQD (%) | Parametros del RMR |    |    |         |    |       | Descripcion | Clasificacion |
|-----------------------|-----------|--------------|--------------------|--------------------------|---------|--------------------|----|----|---------|----|-------|-------------|---------------|
| Desde (m)             | hasta (m) |              |                    |                          |         | 1                  | 2  | 3  | 4A...4E | 5  | Total |             |               |
| 0                     | 20        | SQM          | S                  | 80                       | 70      | 7                  | 13 | 15 | 19      | 10 | 64    | Buena B     | IIB           |
| 20                    | 35        | SQM          | S                  | 80                       | 75      | 7                  | 17 | 15 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 35                    | 45        | SQM          | S                  | 80                       | 75      | 7                  | 17 | 15 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 45                    | 60        | SQM          | S                  | 80                       | 70      | 7                  | 13 | 15 | 19      | 10 | 64    | Buena B     | IIB           |
| 60                    | 75        | SQM          | S                  | 80                       | 75      | 7                  | 17 | 10 | 19      | 15 | 63    | Buena B     | IIB           |
| 75                    | 90        | SQM          | S-Q                | 80                       | 70      | 7                  | 13 | 15 | 19      | 15 | 69    | Buena B     | IIB           |
| 90                    | 100       | SQM          | S-Q                | 80                       | 70      | 7                  | 13 | 15 | 17      | 10 | 69    | Buena B     | IIB           |
| 100                   | 110       | SQM          | S-Q                | 80                       | 70      | 7                  | 13 | 10 | 17      | 10 | 59    | Buena A     | IIA           |
| 110                   | 125       | SQM          | S-Q                | 80                       | 70      | 7                  | 13 | 15 | 17      | 10 | 64    | Buena B     | IIB           |
| 125                   | 130       | SQM          | S-Q                | 80                       | 70      | 7                  | 13 | 15 | 17      | 10 | 62    | Buena B     | IIB           |
| 130                   | 145       | SQM          | Q                  | 80                       | 80      | 7                  | 17 | 15 | 17      | 10 | 66    | Buena B     | IIB           |
| 145                   | 155       | SQM          | Q                  | 80                       | 75      | 7                  | 17 | 15 | 19      | 10 | 66    | Buena B     | IIB           |
| 155                   | 160       | SQM          | Q                  | 80                       | 75      | 7                  | 17 | 15 | 19      | 10 | 66    | Buena B     | IIB           |
| 160                   | 170       | SQM          | Q                  | 80                       | 85      | 7                  | 17 | 15 | 22      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 170                   | 185       | SQM          | Q                  | 80                       | 70      | 7                  | 13 | 10 | 22      | 10 | 59    | Buena A     | IIA           |
| 185                   | 205       | SQM          | Q                  | 80                       | 79      | 7                  | 17 | 10 | 22      | 10 | 66    | Buena B     | IIB           |
| 205                   | 225       | SQM          | Q                  | 80                       | 80      | 7                  | 17 | 15 | 22      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 225                   | 245       | SQM          | Q                  | 80                       | 80      | 7                  | 17 | 15 | 22      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |

*Fuente: Área de Geomecánica – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 09, se muestra el resumen de la clasificación Geomecánica según el sistema de valoración RMR89 de Bieniawski para la bóveda de la rampa. De manera ilustrativa se remarca la caracterización para el intervalo comprendido desde los 185.0 hasta los 205.0 metros en el cual el macizo rocoso tiene un RMR igual a “66” y se clasifica como un macizo rocoso tipo IIB.

**TABLA 10****Caracterización RMR89 de Bieniawski – Lado derecho**

| Intervalo de longitud |           | Tipo de roca | Tipo de alteracion | Resistencia a la compre. | RQD (%) | Parametros del RMR |    |    |         |    |       | Descripcion | Clasificacion |
|-----------------------|-----------|--------------|--------------------|--------------------------|---------|--------------------|----|----|---------|----|-------|-------------|---------------|
| Desde (m)             | hasta (m) |              |                    |                          |         | 1                  | 2  | 3  | 4A...4E | 5  | Total |             |               |
| 0                     | 20        | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 22      | 10 | 76    | Buena A     | IIA           |
| 20                    | 35        | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 22      | 10 | 76    | Buena A     | IIA           |
| 35                    | 45        | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 19      | 10 | 76    | Buena A     | IIA           |
| 45                    | 60        | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 15 | 73    | Buena A     | IIA           |
| 60                    | 75        | SQM          | S                  | 115                      | 70      | 12                 | 13 | 15 | 19      | 15 | 74    | Buena A     | IIA           |
| 75                    | 90        | SQM          | S                  | 115                      | 70      | 12                 | 17 | 15 | 17      | 10 | 69    | Buena B     | IIB           |
| 90                    | 100       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 17      | 10 | 66    | Buena B     | IIB           |
| 100                   | 110       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 22      | 10 | 66    | Buena B     | IIB           |
| 110                   | 125       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 22      | 10 | 71    | Buena A     | IIA           |
| 125                   | 130       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 13 | 15 | 22      | 10 | 76    | Buena A     | IIA           |
| 130                   | 145       | SQM          | S                  | 115                      | 70      | 12                 | 13 | 15 | 22      | 10 | 72    | Buena A     | IIA           |
| 145                   | 155       | SQM          | S                  | 115                      | 70      | 12                 | 17 | 15 | 19      | 10 | 72    | Buena A     | IIA           |
| 155                   | 160       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 19      | 10 | 73    | Buena A     | IIA           |
| 160                   | 170       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 15 | 19      | 10 | 73    | Buena A     | IIA           |
| 170                   | 185       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena A     | IIA           |
| 185                   | 205       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 205                   | 225       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 225                   | 245       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |
| 225                   | 245       | SQM          | S                  | 115                      | 75      | 12                 | 17 | 10 | 19      | 10 | 68    | Buena B     | IIB           |

*Fuente: Área de Geomecánica – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 10, se muestra el resumen de la clasificación geomecánica según el sistema de valoración RMR89 de Bieniawski para el lado derecho de la rampa Saynocca. De manera ilustrativa se remarca la caracterización para el intervalo comprendidos desde los 110.0 hasta los 125.0 metros en el cual el macizo rocoso tiene un RMR igual a “71” y se clasifica como un macizo rocoso tipo IIA.

### 2.9.3. Clasificación Geomecánica del Macizo Rocoso.

De la caracterización geomecánica del macizo rocoso, según el sistema de valoración RMR89 de Bieniawski, mostrado en las tablas N° (07, 08, 09) se clasifica y tipifica el macizo rocoso definiéndolo geomecanicamente según dominios estructurales (Lado izquierdo, Boveda, Lado derecho) a través del sistema de valoración RMR89 de Bieniawski cuyo resumen se muestra en la tabla N° 10.



**TABLA 11****Clasificación Geomecánica Del Macizo Rocoso Rampa Saynocca**

| Dominio Estructural | RMR | Descripción del macizo rocoso |              |
|---------------------|-----|-------------------------------|--------------|
|                     |     | clasificación                 | tipificación |
| Lado Izquierdo      | 70  | Buena                         | IIB          |
| Bóveda              | 66  | Buena                         | IIB          |
| Lado derecho        | 71  | Buena                         | IIA          |

*Fuente: Área de Geomecánica – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 11, se muestra el resumen de la clasificación geomecánica RMR<sub>89</sub> del macizo rocoso que involucra la rampa Saynocca y su entorno físico. En función al RMR promedio obtenido en cada dominio estructural (Lado izquierdo, Boveda, Lado derecho) se tipifica el macizo según los rangos de valoración mostrados en la parte inferior de las tablas N° (07, 08 y 09). Del resultado de esta valoración se tiene que el macizo rocoso se clasifica como Buena IIB (Lado izquierdo, Boveda) y Buena IIA (Lado derecho), Para más detalle de la clasificación RMR 89 Bieniawski, ver anexo 11.

## **CAPITULO III**

### **EXPLORACION MINERA**

#### **3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MINA**

El acceso principal a las labores subterráneas de la Unidad Mina Catalina Huanca (Mina), es por la cortada Bolívar de sección 4.0 m x 4.5 m, que tiene una longitud de aproximadamente 1050 m de longitud. A través de la cual se derivan labores como Rampas, Galerías y bypass a los niveles NV-3140, NV-3090, NV-3050 y NV 3000. Divididos en dos zonas o áreas de explotación denominados preparación, desarrollo y explotación.

Actualmente se cuentan con dos proyectos en etapas culminadas, estas son rampa 781 y la rampa 522 las cuales se encuentra en la zona de profundización para la explotación del cuerpo de veta denominado Doña Maria, así mismo se tomara más a detalle sobre el proyecto de rampa Saynocca, en esta presente investigación la cual ya se culminó y da hacia superficie, adyacente a esta rampa mencionada se viene explotando el cuerpo de veta denominado Mariela, las explotaciones de los tajos se realizada tanto en cuerpo y mantos; la explotación de estos se realizan con el método corte y relleno con bancada, en vetas se realiza con el método corte y relleno ascendente así mismo se emplean el uso de taladros largos, ver anexo N°10 para el diseño de extracción de mineral.

### 3.2. LABORES MINERAS

Entre las labores mineras con las que cuenta la unidad minera Catalina Huanca son las siguientes:

- Labores de exploración
- Labores de desarrollo
- Labores de operación

Las cuales se detallan a continuación

**A. Labores de exploración:** Es el conjunto de trabajos encaminados a determinar la posición, dimensiones y características mineralógicas del yacimiento. Generalmente estos trabajos están fuera del área de desarrollo o explotación.

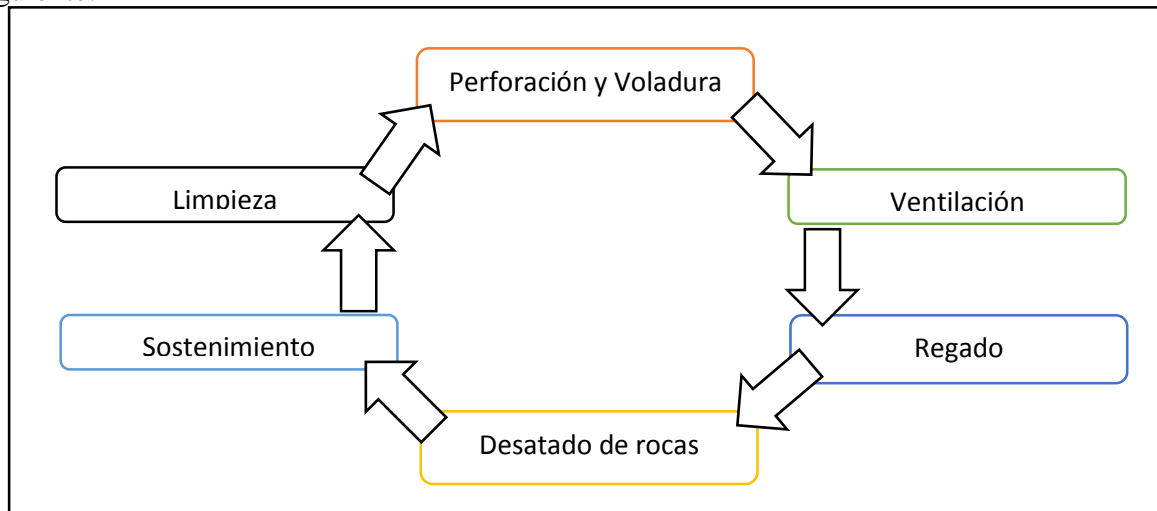
Entre las labores tenemos: Galerías, Cruceros y Chimeneas.

**B. Labores de desarrollo:** Son trabajos que se realizan en estructuras conocidas, con la finalidad de ampliar o comprobar las reservas conocidas, de tal forma que la mena este totalmente disponible para la preparación y su recuento Explotación.

**C. Labores De Operación.** Son labores tendientes a delimitar el block de explotación y prepararlo a fin de iniciar la explotación del mineral.

Entre estas labores tenemos: Subniveles, Rampas, ventanas y Chimeneas.

El ciclo de trabajo para labores de desarrollo y preparación que se cumple estrictamente es el siguiente:



**FIG. 04 - "CICLO DE MINADO UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA"**

*Fuente Elaboración propia*

- **Perforación Y Voladura:** La perforación se realiza con perforadoras tipo Jumbo eléctrico Boomer H 281 y H104, dependiendo del tipo de labor y su sección.
- Para la voladura se emplea la dinamita Semigelatina de Semexa 65%, Semexa 45% y como agente de voladura el Emulnor de 1000, 3000 y 5000 dependiendo de la dureza de roca y como accesorios de voladura los Faneles, fulminante PL N° del 1 al 15, Carmex , Mecha de seguridad y Pentacord.
- **Ventilación:** La ventilación se realiza después del disparo se realiza con ventilación artificial mediante mangas de ventilación conforme se avanza la labor.
- **Regado:** En general al inicio de cada guardia se realiza el regado para eliminar el polvo, detectar los tiros cortados y rocas sueltas el regado debe ser un hábito de todo trabajador minero.
- **Desatado:** El desatado se realiza manualmente utilizando barretillas de longitud apropiada (4'-6'-8'-10'-12'-14') de acuerdo a la sección de la labor siendo los de mayor tamaño de material liviano de acuerdo al reglamento de seguridad dos personas deben desatan la labor.

- **Sostenimiento:** Por la presencia de terreno bastante variable se utiliza diferentes tipos de sostenimiento. Entre los principales actualmente utilizados tenemos: madera, Split set, pernos cementados, cuadros de madera y cimbras también se utiliza el Shotcrete.
- **Limpieza:** Se realiza con Scoop diesel de: 4.2 Yd<sup>3</sup>, 2.5 Yd<sup>3</sup> dependiendo de la sección de la labor que son propiedad de la compañía.
- **Acarreo:** Se realiza con los camiones de bajo perfil Dumpers, para ello se cuenta con 3 equipos que por ahora son suficientes para el ritmo de producción de la mina.

### **3.2.1. LABORES DE DESARROLLO**

Entre las labores de desarrollo se tienen rampas y galerías de sección 4.0 m x 4.5 m, las rampas tienen una pendiente de 12-15 % (positiva o negativa según los requerimientos), y las galerías tienen una pendiente de 1/1000 (positiva o negativa). Las tuberías, mangas de ventilación y cable de energía eléctrica se instalan de sobre alcayatas distanciadas a 3.0 m entre sí y ubicadas según el estándar para instalación de servicios auxiliares.

La perforación de labores de desarrollo como Rampas y Cruceros de sección 4.0 m x 4.5 m se están ejecutándose generalmente con Jumbo Eléctrico Boomer H – 281 de un brazo, con una longitud de barra de 11 pies pero solo se perfora 10 pies efectivos y Diámetro de broca de 41 mm, utilizando brocas escariadoras de 96 m.m. La malla de perforación típica utilizada en condiciones de terreno medianamente competente es el corte quemado con 26 taladros cargados y 05 taladros de alivio.

Para la voladura se utiliza como agente de voladura Emulnor, que es iniciado por Sistema de Faneles de periodo largo utilizando un Emulnor de 3000 en los taladros de arranque y luego se distribuye Faneles de periodo largo con Emulnor 3000 que es distribuido en el frente. Y el carguío es manual por personas capacitadas para ese fin. En los taladros de la corona se disminuye la cantidad de explosivo para no dañar el techo.

Para la limpieza se utiliza Scoop diesel de 4.2 Yd<sup>3</sup> y que lleva el material a la cámara de carguío para ser transportado a cámaras de acumulación para su posterior uso como relleno.

### **3.2.2. LABORES DE PREPARACIÓN**

Entre las labores preparatorias para empezar la explotación del tajeo tenemos: rampas de sección 3.0 m x 3.5 m, bypass, galerías y cruceros de sección 3.0m x 3.5 m, subniveles de sección 3.0 m x 3.0m, chimeneas 1.5 m x 2.0 m.

Las galerías de sección 3.0m x 3.5m tienen una pendiente positiva o negativa de 3/1000. Las tuberías se instalan sobre alcayatas distanciadas a 3.0 m entre sí y ubicados según el estándar para instalación de servicios auxiliares.

Para la voladura se utiliza Dinamitas Semigelatina de Semexa 65%, 45% que es iniciado por un Fulminante nro. 01, con mecha de seguridad de 8 pies de longitud y que es amarrado según la secuencia de salida.

Los Subniveles tienen una sección de 3.0m x 3.0m con una pendiente negativa o positiva de 3/1000. La perforación se realiza con el mismo tipo de equipo de perforación que en el caso anterior con una malla adecuada para esta sección.

Las chimeneas de sección 1.5 m x 2.0 m tienen doble compartimiento dividido con puntales y tablas de madera para separar la chimenea en dos, una que servirá de camino y otra para servicios. En el compartimiento que sirve como camino se utilizan escaleras de 3.0 m de longitud con una pendiente que varía entre 45° - 75°; los descansos serán entablados cada 2.2 m y la escalera deberá sobresalir 0.8 m por encima del descanso según el Reglamento.

### **3.3. MÉTODOS Y ANÁLISIS DEL CICLO DE MINADO.**

Los métodos de explotación que actualmente se vienen aplicando en la Unidad Minera Catalina Huanca, son el corte y relleno ascendente en mantos y vetas, corte y relleno

ascendente con bancada y cámaras y pilares en cuerpos manteados, almacenamiento dinámico, Sublevel Stopping en vetas.

Estos métodos fueron seleccionados de acuerdo a las características del yacimiento y la aplicación se detallara líneas más abajo.

### **3.4. METODOS DE EXPLOTACION**

#### **3.4.1. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE EN MANTOS**

##### **3.4.1.1. Preparación:**

Se define la altura vertical de los tajos entre niveles principales; la cual generalmente es de 50 m. ; luego se inicia la ejecución de una rampa auxiliar de una sección de 3.0 x 3.0 m con una gradiente de 13 % positivo, hasta superar un desnivel de 7.50 m con respecto al piso inicial; luego se reanuda pero con rampa que sirve de acceso (ventana) negativa de -15% en una longitud de 30 m, que nos permite explotar, 5 cortes; luego de intersectado el manto mineralizado y definido en su ancho que va de 2.00 a 4.00, se procede con desarrollar en el rumbo del manto hasta definir su longitud total; la cual en promedio alcanza los 100 m.; una vez realizada esta actividad se da inicio a realizar las chimeneas de ventilación, y echaderos de mineral; luego de esta actividad queda totalmente preparado el tajo para su explotación, correspondiente.

##### **3.4.1.2. Ciclo de minado:**

###### **A. Perforación**

La perforación puede realizarse en forma mecanizada tanto en realce como Breasting, y mecanizada empleando Jumbo con perforación en Breasting con barra de 13 pies y broca de 45 mm, con un espaciamiento de 1.10 m y Burden

de 0.80 m; manteniendo una inclinación horizontal, el área de perforación promedio es de 4.5 m x 3.0 m. Al mes se perforan por tajo 2500 a 3000 taladros según el programa de producción mensual, lográndose tonelajes entre 27000 a 30000 TM/mes en un ciclo neto de 20 a 25 días.

### **B. Voladura**

El carguío y voladura de los taladros se realiza después de cada perforación, para el respectivo carguío se emplea la dinamita Semexa 65% 1 1/2x8 y ANFO; como accesorios de voladura Fanel, cordón detonante, Carmex y mecha rápida.

### **C. Sostenimiento**

Una vez realizado el primer corte en Breasting, se continúa con el sostenimiento correspondiente de acuerdo a la Tabla Geomecánica.

El buzamiento existente en los mantos “AMANDA” emplazadas en las calizas de Pucará, son de bajo a medio buzamiento, entre los 30° y 40°.

Estas calizas presentan competencias de acuerdo a la clasificación GSI entre Fracturado Regular (F/R-Tipo C), Fracturado Pobre (F/P-Tipo C) y Muy Fracturado Regular (MF/R-Tipo D), Equivalente a un RMR entre 35 y 45.

El tiempo de auto soporte, es de tres días a inmediato de acuerdo a la evaluación Geomecánica y el tipo de roca.

Las aberturas y tiempos de auto soporte máximos fueron calculados para trabajar con el tipo de soporte en mención, como parte de control de cuñas y rocas sueltas.

Se instalarán como soporte pernos de fricción Split set de 7 pies con espaciamiento de 1.2x1.2 m más instalación de malla electrosoldada.



De acuerdo a evaluaciones periódicas se ajustara la malla de los pernos, para un soporte acorde al nuevo tipo de roca que se presente en cortes posteriores.

#### **D. Limpieza**

Una vez culminado el sostenimiento, se procede a realizar la limpieza de mineral con Scoop de 4.2 yd<sup>3</sup>; llevándolo hacia las cámaras de carguío u ore pass; los tiempos de limpieza o acarreo son de inmediatos.

#### **E.- Relleno**

Esta operación unitaria se realiza una vez culminado el corte, el relleno es mecánico con desmonte proveniente de los avances; luego de haberse concluido la limpieza de mineral; el ciclo de relleno es después de la limpieza para poder seguir continuando con el ciclo de minado y dejar mineral a la contraguardia.

#### **F.- Rebatido del acceso**

Esta operación se realiza, una vez concluido el corte de las dos alas de explotación; para poder acceder al otro piso de explotación.

### **3.4.2. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE EN VETAS**

#### **3.4.2.1. Preparación:**

Se define la altura vertical de los tajos entre niveles principales; la cual generalmente es de 50 m. ; luego se inicia la ejecución de una rampa auxiliar con una sección de 3.0 x 3.5 m y una gradiente de 13 % positivo, hasta superar un desnivel de 10.50 m con respecto al piso inicial; luego se reanuda pero con rampa que sirve de acceso (ventana) negativa de -15% en una longitud de 35m, que nos permite explotar, 7 cortes, cada corte es de 2.00 m.; luego de intersecado la veta, y definido en su ancho que va de 1.50 a 3.00 , se procede con desarrollar en el rumbo de la veta hasta definir la longitud total del tajo

que en promedio es de 100 m, de la zona mineralizada; una vez realizado esta actividad se da inicio a realizar las chimeneas de ventilación, la limpieza se realiza con Scoop de 2.5 yd<sup>3</sup>

#### **3.4.2.2. Ciclo de minado:**

##### **A. Perforación.**

A partir del tope de la labor se inicia la perforación de una chimenea, que servirá como cara libre, luego se inicia con la perforación en realce y en retirada, el primer corte de 100m de longitud de tajo , ancho de minado mayor a 1.50 m, se procede a la acumulación de los taladros con máquina perforadora Jackleg con barreno de 8 pies y broca de 41 mm, manteniendo una inclinación con respecto a la horizontal de 80°, con un espaciamiento de 0.70 m y Burden de 0.70 m, la cantidad de taladros a perforar es de 490 que se realizara en 07 días.

##### **B. Voladura.**

El carguío y voladura de los taladros se realiza en 06 días, para el respectivo carguío se emplea la dinamita Semexa 65% 7/8x7 (01 cartucho/taladro) y ANFO (1.50 kg/tal), como accesorios de voladura Fanel, Carmex y mecha rápida.

##### **C. Sostenimiento.**

Las vetas en Catalina Huanca, poseen diversas competencias de acuerdo a la clasificación GSI, por lo que se definen dos tipos de sostenimiento.

De acuerdo a la clasificación GSI tenemos un Fracturado Bueno (F/B), Fracturado Regular (F/R), Muy Fracturado Regular (MF/R) y Fracturado Pobre (F/P); equivalente en RMR entre 40 y 50; por lo que el sostenimiento va desde una colocación puntual de pernos de fricción Split Set 5' distribuido de

manera sistemática Triangulo, hasta un espaciamiento de 1.2x1.2m. mas malla electro soldada.

El tiempo de auto soporte es de 5 a 15 días de acuerdo a la evaluación Geomecánica y el tipo de roca.

De acuerdo a evaluaciones periódicas se ajustara la malla de los pernos, para un soporte acorde al nuevo tipo de roca que se presente en cortes posteriores.

#### **D. Limpieza.**

Una vez culminado con el sostenimiento, se procede a realizar la limpieza de mineral con Scoop de 2.5 yd<sup>3</sup>, llevándolo directamente hacia las cámaras de carguío; la limpieza del mineral se realizara en 8 días.

#### **E. Relleno.**

Relleno con desmonte, se realiza después de culminado el primer corte total, del ala de trabajo correspondiente, este trabajo se realiza con Scoop de 2.5 yd<sup>3</sup>.

### **3.4.3. CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CON CAMARAS Y PILARES EN CUERPOS MANTEADOS**

#### **3.4.3.1. Preparación:**

Denominamos cuerpos manteados, a las estructuras manteadas que dentro de las calizas forman” cuerpos” concordantes a los estratos o en forma de reemplazamiento, formándose estructuras mayores a los 4.00 m de hasta 12.0 de ancho; por esta razón se tiene esta variante de cámaras y pilares. Antes de la preparación se elabora el diseño de las cámaras para su ejecución. La preparación se inicia con la ejecución de una rampa auxiliar de una sección de 3.5 x 3.0 m con una gradiente de 13 % positivo, hasta superar un desnivel de 10.50 m con respecto al piso inicial; luego se reanuda pero con rampa que sirve de acceso (ventana) negativa de -15% en una longitud de 35m, que nos permite

explotar, 7 cortes; luego de intersectado el manto, y definido en su ancho, se procede a desarrollar ya sea piso o al techo de la estructura, hasta definir la longitud total que puede alcanzar hasta los 150 m.; una vez realizado esta actividad se da inicio a los camareos respectivos, paralelos uno del otro a una distancia de eje a eje de 10.0 m; luego se procede con las entre cámaras, y queda preparado el tajo para su explotación correspondiente. La sección de labor tanto de las cámaras como de las entre cámaras es de 3.0 x 3.0 m. Paralelamente se define el sistema de ventilación de la labor; el cual se integra a un circuito de desfogue ya establecido, que se va complementando con chimeneas conforme vaya ascendiendo el tajo.

## METODO DE MINADO CAMARAS Y PILARES MECANIZADO EN CUERPOS Y MANTOS

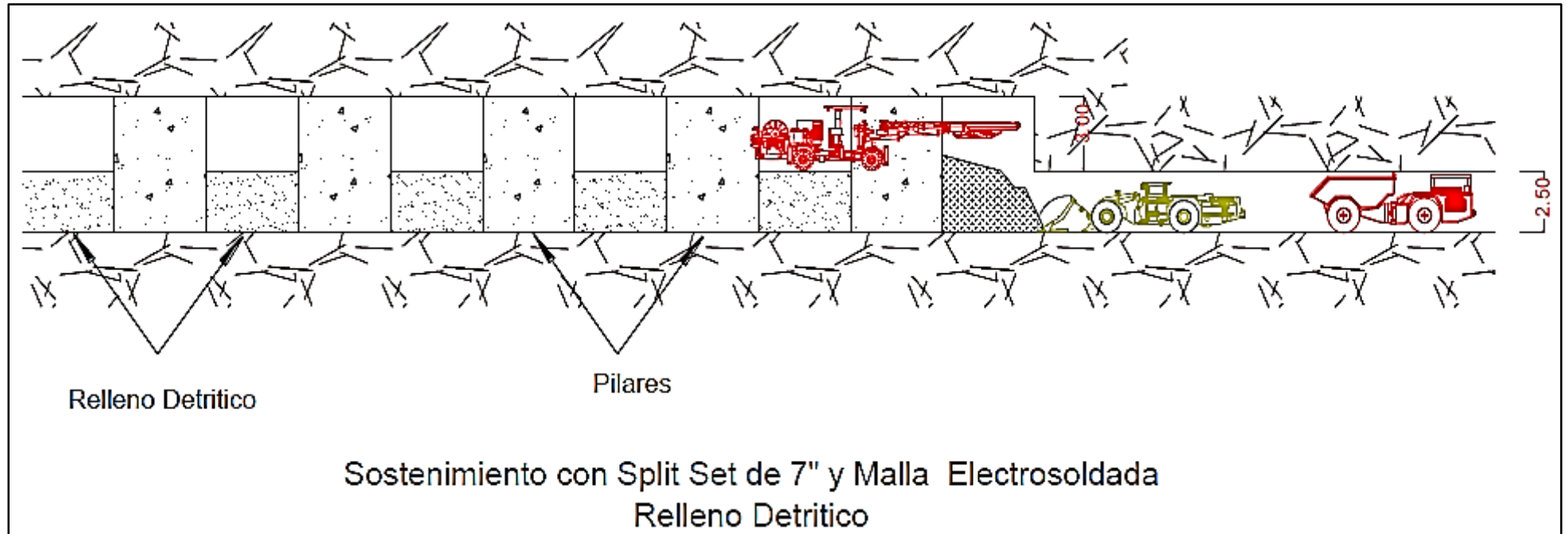


FIG. 05 - "MÉTODO DE MINADO CÁMARAS Y PILARES MECANIZADOS"

### **3.4.3.2. Ciclo de minado:**

#### **A. Perforación:**

Una vez culminada la etapa de preparación de cámaras y entre cámaras, se procede con el desquinche para así formar un pilar cuadrado de 4.0 x 4.0m, este trabajo se realiza hasta lograr que todo los pilares de acuerdo a diseño se encuentren totalmente con las medidas correctas. Una vez concluida esta operación se procede a perforar a partir de la intersección al cuerpo manteado. La perforación es en Breasting mecanizado empleando equipo de perforación el jumbo con barra de 12 pies y broca de 45 mm, con un espaciamiento de 1.20 m y Burden de 1.00 m, manteniendo una inclinación horizontal, el área de perforación promedio es de 5.00 m x 2.50 m, para 1,500 TM a romper, se tiene que perforar 190 taladros; lo cual se realizará en 07 días

La perforación en Breasting convencional con máquina perforadora Jackleg, con barrenos de 8 pies, y broca de 40 mm con un espaciamiento de 1.00 m y Burden de 0.80 m, manteniendo una inclinación horizontal, el área de perforación promedio es de 5.00 m x 2.50 m, para 1,500 TM rotas se tiene que perforar 330 taladros la cual se realizará en 10 días

#### **A. Voladura.**

El carguío y voladura de la perforación mecanizado se realiza después de cada perforación, para el respectivo carguío se emplea la dinamita Semexa 65% 1 1/2x8 (01 cartucho/taladro) y ANFO (3.00 kg/tal), como accesorios de voladura Fanel, cordón detonante, Carmex y mecha rápida. El carguío y voladura de la perforación convencional se realiza después de cada perforación, para el respectivo carguío se emplea la dinamita Semexa 65%

7/8x7 (09 cartucho/taladro) y como accesorios de voladura Carmex y mecha rápida.

### **B. Sostenimiento.**

Los Cuerpos en la unidad minera Catalina Huanca, poseen diversas competencias de acuerdo a la clasificación GSI, por lo que se definen varios tipos de sostenimiento.

El sostenimiento se realiza de acuerdo a la tabla Geomecánica:

En rocas Fracturado Regular(F/R-Tipo),Fracturado Pobre(F/P-Tipo C) y Muy Fracturado Regular(MF/R-Tipo); equivalente en RMR entre 35 y 45, instalándose desde pernos de fricción Split Set 7' espaciados a 1.5x1.5m ,1.2x1.20m y 1.0x1.0m distribuidos sistemáticamente en triangulo complementados con malla electrosoldada de ser necesario.

El tiempo de autosoporte es de 3 días o en forma inmediata, de acuerdo a la evaluación Geomecánica y el tipo de roca.

De acuerdo a evaluaciones periódicas se ajustara la malla de los pernos, para un soporte acorde al nuevo tipo de roca que se presente en los cortes posteriores.

### **C. Limpieza.**

Una vez culminado con el sostenimiento, se procede a realizar la limpieza de mineral con Scoop de 4.2 yd<sup>3</sup>, hasta dejar totalmente limpio, y el mineral que queda en los laterales, llevándolo directamente hacia las cámaras de carguío, el tiempo de limpieza es de 5 días.

### **D. Relleno.**

El relleno con detritus, se realiza después de culminado el primer corte total, de todo el área mineralizada correspondiente al Cuerpo, este trabajo se realiza

con Scoop de 4.2 yd<sup>3</sup>, el traslado de material de relleno es con Dumpers, el tiempo en realizar el relleno es de 7 días.

#### **3.4.4. SHIRINKAGE DINAMICO EN VETAS**

##### **3.4.4.1. Preparación**

Se está considerando el SHIRINKAGE dinámico mecanizado o de almacenamiento de mineral, como método de explotación para los tajos en vetas angostas entre los niveles principales cada 50 m. verticales; este Shirinkage tiene dos variantes para la extracción de mineral del tajo, una, con la preparación de un By Pass paralelo a la galería sobre veta distanciada a 10 m.; a partir del cual se elaboran los Drawpoints (ventanas) espaciados cada 10.00 m por donde se extrae el mineral. La otra variante es elaborando chimeneas para tolvas chinas, espaciadas cada 5.0 m y en la parte superior un subnivel.

En ambos casos, a los extremos del tajo van dos chimeneas caminos (sobre estructura) como ventilación y acceso al tajo a medida que se vaya ascendiendo.

La longitud de los tajos será entre 50 a 70 m. y la altura vertical de 40 a 50 m. de nivel a nivel.

La perforación y rotura se realiza en forma ascendente hasta llegar al nivel superior, se va extrayendo sólo un tercio del mineral roto para ir conservando la altura de corte. El personal de la labor trabaja con arnés sujeto a una línea de vida (cable de acero de  $\frac{1}{2}$  ó  $\frac{3}{4}$ ) que va anclado a la pared del tajo, como medida de seguridad.



En este método de explotación se realiza el acarreo del mineral con Scoop de 2.5 o 4.2 yd<sup>3</sup>., llevándolo directamente hacia cámaras de carguío directo u Ore passes.

#### **3.4.4.2. Ciclo de minado:**

##### **A. Perforación.**

A partir del tope de la labor se inicia la perforación de una chimenea, que servirá como cara libre, luego se inicia con la perforación en realce y en retirada, el primer corte de 50m de longitud de tajo y ancho de minado de 1.20 m, se procede a la acumulación de los taladros con máquina perforadora Jackleg con barreno de 8 pies y broca de 40 mm, manteniendo una inclinación con respecto a la horizontal de 80°, con un espaciamiento de 0.60 m y Burden de 0.50 m, la cantidad de taladros a perforar es de 300 que se realizara en 05 días.

##### **B. Voladura.**

El carguío y voladura de los taladros se realiza en 04 días, para el respectivo carguío se emplea la dinamita Semexa 65% 7/8x7 (01 cartucho/taladro) y ANFO (1.50 kg/tal), como accesorios de voladura Carmex y mecha rápida.

##### **C. Sostenimiento.**

Las vetas en Catalina Huanca, poseen diversas competencias de acuerdo a la clasificación GSI, por lo que se definen dos tipos de sostenimiento.

De acuerdo a la clasificación GSI tenemos un Fracturado Bueno(F/B), Fracturado Regular(F/R), Muy Fracturado Regular(MF/R) y Fracturado Pobre(F/P); equivalente en RMR entre 40 y 50; por lo que el sostenimiento va desde una colocación puntual de pernos de fricción Split Set 5' distribuido de

manera sistemática Triangulo hasta un espaciamiento de 1.2x1.2m.. Mas malla electro soldada.

El Tiempo de Auto soporte, es de 5 a 15 días de acuerdo a la evaluación Geomecánica y el tipo de roca, de acuerdo a evaluaciones periódicas se ajustará la malla de los pernos, para un soporte acorde al nuevo tipo de roca que se presente en cortes posteriores.

#### **D. Extracción.**

Una vez culminado con el sostenimiento, se procede a evacuar el mineral y transportarlo con el Scoop de 2.5 yd<sup>3</sup>, llevándolo hacia un ore Pass, la extracción del mineral va de acuerdo al mineral excedente a extraer, generalmente se realiza en 3 días.

#### **E. Relleno.**

Este método de minado no requiere relleno.

### **3.4.5. SUBLEVEL STOPING EN VETAS**

#### **3.4.5.1. PREPARACION:**

Este método es con taladros largos, se emplea ocasionalmente en vetas, cuando las cajas de la estructura se muestran competentes, ya sea en intrusivo o conglomerado, que tenga uniformidad en la vertical, con un buzamiento mayor a 65° y un ancho mayor a 1.50. Consiste en delimitar el tajo con una longitud de 50 m., y luego preparar subniveles intermedios entre 02 niveles principales , como los niveles principales están separados en 50 m., estos subniveles lo estarán cada 15 m.; la sección de estos subniveles es de 2.00 x 3.00 m , que es la sección mínima que requiere el equipo de perforación. En el nivel base de extracción, se prepara un By Pass paralelo a la estructura con una separación de 10 m. y con una sección de 3.5 x 3.5 m, gradiente de 0.7%; luego se preparar

cruceros o Drawpoints desde el By Pass hacia la veta, con sección de 3.00 x 3.00 y espaciados cada 10.00 m. entre sí.

### **3.4.5.2. Ciclo de minado:**

#### **A. Perforación.**

La perforación es positiva y negativa, utilizando un equipo de taladros largos denominado Colibrí, es neumático y su diámetro de perforación es de 1½” Ø ; este equipo se instala en los subniveles , se le marcan las secciones de perforación y perfora hacia abajo y hacia arriba hasta una longitud máxima de 15 m.; en ambos subniveles se perforan chimeneas de cara libre VCR en un extremo de los subniveles tanto hacia arriba como hacia abajo, manteniendo una inclinación con respecto a la inclinación de la estructura, la malla de perforación tendrá un espaciamiento de 1.20 m y Burden de 1.20 m; la cantidad de taladros a perforar por sección es según el ancho de la estructura. La perforación de todo un subnivel se realiza aproximadamente en 10 días.

#### **B. Voladura.**

El carguío y voladura de los taladros se realiza iniciando la voladura de la chimenea cara libre VCR ; para luego continuar con el carguío y voladura sección por sección, para el respectivo carguío se emplea la dinamita semexa65% 1 1/2x8 y ANFO, como accesorios de voladura: Fanel, cordón detonante, Carmex y mecha rápida. El ciclo de voladura es de acuerdo al requerimiento de producción.

#### **C. Sostenimiento**

La clasificación GSI del macizo rocoso es Fracturado Bueno (F/B), Fracturado Regular (F/R); equivalente en RMR entre 60 y 70; por lo que el sostenimiento es colocación puntual de pernos de fricción Split Set 5’ y 7’, distribuido de

manera sistemática Triangulo hasta un espaciamiento de 1.8x1.8m.. El tiempo de auto soporte, es de 3 meses de acuerdo a la evaluación Geomecánica y al tipo de roca.

#### **D. Limpieza.**

La limpieza se realiza únicamente por los cruceros del nivel inferior, se procede a evacuar el mineral y transportarlo con el Scoop de 4.2 yd<sup>3</sup> y con control remoto, llevándolo hacia el ore Pass, la limpieza del mineral se estima en 10 días en función al carguío de las secciones.

#### **E. Relleno.**

El relleno se realiza una vez que se concluyó toda la voladura y extracción de mineral del tajo, para mantener el equilibrio del macizo rocoso.

## **CAPITULO IV**

### **SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE**

#### **4.1. SEGURIDAD**

La Unidad Minera Catalina Huanca toma muy en serio la seguridad de sus empleados, contratistas y proveedores. Su gente opera expuesto a diversos peligros (presencia de rocas sueltas, gases y polvo, transito de equipos, etc.), por lo tanto necesitan tener la certeza de que los riesgos se mantienen al mínimo.

##### **4.1.1. Principios Organizacionales En Seguridad**

Un ambiente de trabajo sano y seguro es un derecho humano fundamental reconocido en el derecho nacional e internacional, incluyendo las convenciones de las Naciones Unidas (ONU) y la organización Internacional de Trabajo (OIT). Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C. está comprometida con el cumplimiento de las leyes nacionales de seguridad y salud pertinente a sus operaciones.

1. Proporcionaremos un lugar de trabajo seguro y saludable para todos los empleados, contratistas y visitantes.
2. Identificaremos los peligros y comportamientos inseguros, y donde estos no puedan ser eliminados, los riesgos serán mitigados adecuadamente (se establecerán controles).
3. Mantendremos sistemas de gestión adecuados en seguridad y salud, los cuales:
  - a. Identifiquen los peligros y evalúen los riesgos relacionados con nuestro trabajo y operaciones.

- b. Implementen controles que aseguren que estos riesgos serán reducidos al nivel más bajo posible.
- c. Exijan la investigación y reporte de accidentes, incidentes y enfermedades ocupacionales; manteniendo registro, indicando su causa y tomando medidas correctivas para evitar que se repitan.
- d. Establezcan objetivos e indicadores que permitan una gestión consistente y que reporten información sobre el desempeño en seguridad y salud.
- e. Exijan que la planificación, diseño y operación de todas las instalaciones y operaciones incluyan estándares, procedimientos y procesos de seguridad y salud de forma explícita.
- f. Se aseguren de que los trabajadores tengan las habilidades, el conocimiento, la formación y los recursos necesarios para mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable.
- g. Faculten a todos los trabajadores a detener el trabajo o cualquier otra operación, si consideran que se están enfrentando a riesgos o peligros inaceptables para su salud y seguridad.
- h. Proporcionen a los empleados el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado, sin costo alguno para el individuo, y asegurarse de que los usuarios están capacitados para utilizar dichos EPPs.
- i. Proporcionen agua potable, instalaciones sanitarias y servicios de primeros auxilios en el lugar de trabajo siempre que sea posible hacerlo.
- j. Ofrezcan las medidas adecuadas para prepararse y responder con eficacia a crisis, emergencias y accidentes.
- k. Incluyan un ciclo de retroalimentación / auditoría y un enfoque en la mejora de desempeño permanente.

#### **4.1.2. Peligros de alto riesgo en Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C**

Según el DECRETO SUPREMO N° 024-2016-EM, se define Peligro de alto riesgo como, aquella tarea cuya realización implica un alto potencial de daño grave a la salud o muerte del trabajador. La relación de actividades calificadas como de alto riesgo será establecida por el titular de actividad minera y por la autoridad minera.

De acuerdo a lo estipulado por la ley, se identificaron y estableció en la unidad minera Catalina Huanca el cuadro de peligros de alto riesgo, siendo este el siguiente:

**TABLA 12**  
**PELIGROS DE ALTO RIESGO EN CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C**

| <b>PELIGROS DE ALTO RIESGO EN CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C</b> |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
| <b>ITEM</b>   | <b>PELIGRO</b>                         | <b>RIESGO</b>   | <b>OBJETIVO</b>   | <b>META</b>  |
| 1   | <b>Presencia de rocas sueltas</b>      | Desprendimiento de rocas, generando lesiones graves y/o muerte.               | Controlar la caída de rocas sueltas   | Tendencia progresiva hacia cero incidentes por caída de rocas sueltas respecto al año anterior                             |
| 2   | <b>Presencia de gases y polvo</b>      | Intoxicación, neumoconiosis, gaseamiento, muerte                              | Minimizar la concentración de gases y polvo en interior mina                    | Tendencia progresiva hacia cero incidentes por gaseamiento y polvo respecto al año anterior                                |
| 3   | <b>Tránsito de equipos</b>             | Atropello, lesión grave y/o muerte  | Controlar el tránsito de equipos en la organización                             | Tendencia progresiva hacia cero incidentes por tránsito de equipos respecto al año anterior                                |
| 4   | Manipuleo de explosivos                | Explosión, lesión a la persona y/o muerte                                     | Optimizar el uso de explosivos  | Tendencia progresiva hacia cero incidentes por manipulación de explosivos respecto al año anterior                         |
| 5   | <b>Comunicación deficiente</b>         | Lesiones y/o fatalidad  | Optimizar la comunicación en la coordinación de trabajos                        | Tendencia progresiva hacia cero incidentes por comunicación deficiente respecto al año anterior                            |
| 6   | <b>Condiciones climáticas adversas</b> | Enfermedades respiratorias, cáncer a la piel, electrocución por caída de rayo | Optimizar la realización de operaciones a la intemperie                         | 100 % de criterios operacionales definidos cumplidos   |
| 7   | Ruido Ocupacional                      | Hipoacusia y/o sordera inducida por ruido                                     | Minimizar las enfermedades ocupacionales por exposición a ruidos                | Cero lesiones auditivas por ruido  |
| 8   | <b>Inestabilidad de taludes</b>        | Desplazamiento de taludes   | Asegurar la estabilidad de taludes  | 100% de taludes frente a operaciones estabilizados   |
| 9   | Manipulación de carga pesada           | Lesión musculo esquelética, aplastamiento, muerte                             | Optimizar la gestión de manipulación de materiales pesados y sobredimensionados | Tendencia progresiva hacia cero incidentes en la manipulación de carga pesada y sobredimensionada respecto al año anterior |
| 10  | Trabajo en altura                      | Caída del personal, lesiones graves, muerte                                   | Asegurar los trabajos en altura   | Tendencia progresiva hacia cero incidentes en trabajos en altura respecto al año anterior                                  |
| 11  | Energía eléctrica                      | Electrocución, quemadura, lesión grave, muerte                                | Asegurar los trabajos que usan energía eléctrica                                | Tendencia progresiva hacia cero incidentes por contacto de energía eléctrica respecto al año anterior                      |
| 12  | Trabajos en caliente                   | Quemadura, cortes, explosión, lesiones, muerte                                | Asegurar los trabajos en caliente   | Tendencia progresiva hacia cero incidentes por trabajos en caliente respecto al año anterior                               |
| 13  | Actos inseguros                        | Lesiones graves, muerte   | Sensibilizar al personal para minimizar los incidentes por actos inseguros      | Tendencia a cero incidentes con lesión por actos inseguros respecto al año anterior  |

*Fuente: Área de Seguridad – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*



Como se observa en la tabla N° 12 se establecen los peligros de alto riesgo establecidos en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C., siendo los peligros que están asociados al proceso de transporte de mineral, los ITEMS 1,2,3,5,6 y 8. Según muestra la tabla ya mencionada.

#### **4.1.3. Reducción De Accidentes En Superficie A Causa Del Transporte De Mineral**

Como se ha observado, la industria minera ha evolucionado mucho en los últimos años en términos de seguridad. En el ámbito de la operación, se ha mecanizado el transporte con operación a distancia, lo que permite no exponer al trabajador a situaciones de alto riesgo para su integridad física.

También se pueden destacar otras innovaciones, tanto tecnológicas como de procesos, que se están masificando en las grandes empresas mineras, y la mayoría de ellas en las operaciones de mayor riesgo. Por otro lado, se ha desarrollado la captura de información topográfica a distancia, lo que permite tener la información y control de lugares donde el terreno tiene algún riesgo. “Sin duda, la tecnología es una gran aliada para mejorar la seguridad de las personas, pues disminuye aquellos riesgos más peligrosos en esta industria. Sin embargo, el mayor aliado de la seguridad minera es y seguirá siendo el autocuidado y respeto a los procedimientos”.

Aunque hay grandes avances en materia de seguridad, las compañías están alerta para incorporar nuevas ideas y productos que puedan disminuir los accidentes e incidente; en el caso de la Unidad Minera Catalina Huanca, se tiene el objetivo de reducir los incidentes gestionando medidas correctivas y preventivas.

A continuación se detallara el cuadro análisis de accidentes mortales a nivel nacional y a nivel de la unidad minera Catalina Huanca, para realizar los comparativos correspondientes:

## A. ANALISIS DE ACCIDENTES MORTALES A NIVEL NACIONAL

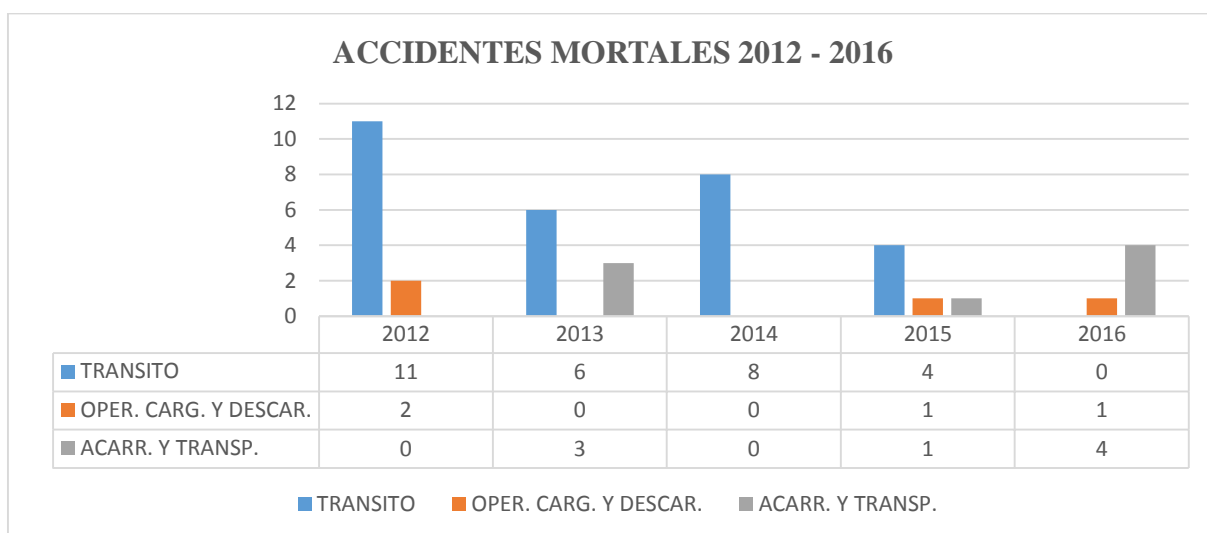
Catalina Huanca viene realizando trabajos concernientes a la Seguridad en el trabajo por lo que se requiere conocer de forma precisa el perfil del accidente de trabajo mortal y sus causas. La variable fundamental en la investigación de un accidente de trabajo son sus causas, por su interés preventivo a la hora de tomar medidas para evitar la repetición del accidente. Los sistemas de información actuales no permiten un estudio de ámbito nacional que identifique y analice las causas que los producen.

**TABLA 13**  
**ACCIDENTES MORTALES – PERÚ**

| <b>ANÁLISIS DE ACCIDENTES MORTALES</b> |             |             |             |             |             |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>POR TIPO</b>                        | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> |
| Desprendimiento De rocas               | 9           | 10          | 9           | 9           | 5           |
| Transito                               | 11          | 6           | 8           | 4           | 0           |
| Intoxicación-asfixia                   | 4           | 4           | 1           | 3           | 1           |
| Derrumbe / enterramiento               | 2           | 2           | 5           | 0           | 0           |
| Derrumbe - deslizamiento               | 2           | 0           | 0           | 2           | 9           |
| Energía eléctrica                      | 3           | 3           | 1           | 1           | 1           |
| Manipulación de Materiales             | 2           | 2           | 1           | 0           | 0           |
| Operación de Carga Y descarga          | 2           | 0           | 0           | 1           | 1           |
| Caídas de personas                     | 8           | 3           | 2           | 4           | 3           |
| Otros tipos                            | 4           | 4           | 2           | 2           | 4           |
| Acarreo Y transporte                   | 0           | 3           | 0           | 1           | 4           |
| Explosivos                             | 2           | 4           | 0           | 0           | 0           |
| Herramientas                           | 3           | 0           | 0           | 0           | 1           |
| Operación de Maquinarias               | 2           | 6           | 3           | 2           | 5           |
| Estallido de roca                      | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |
| <b>TOTAL</b>                           | <b>54</b>   | <b>47</b>   | <b>32</b>   | <b>29</b>   | <b>34</b>   |

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas*

Como se puede observar en la tabla N° 13, se muestra el resumen nacional de análisis mortales durante los periodos de los años (2012 a 2016), clasificándolos en 15 tipos de peligros, en el cual el año 2012 se tuvo la mayor incidencia de accidente mortal siendo este por el "Transito" el cual representa un 20.37% del total, seguido por el "Desprendimiento de rocas" este alcanzando su mayor incidencia el año 2013, representado con un 21.27 %.



**FIG. 06 - "ACCIDENTES MORTALES 2012-2016 PERÚ"**

*Fuente: Elaboración propia*

Según la figura presentada se seleccionaron los 03 tipos de accidentes más comunes que se dan en el sistema de transporte de mineral, el cual durante los años del 2012 al 2016 se tiene un total de 29 accidentes a nivel nacional a causa del "transito", seguido de 08 accidentes a causa de "acarreo y transporte" y finalmente 04 accidentes en total a causa de "operación de carga y descarga".

#### **B. ANALISIS DE ACCIDENTES MORTALES A NIVEL DE LA UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA**

**TABLA 14**

**Accidentes mortales – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C**

| <b>ANÁLISIS DE ACCIDENTES MORTALES 2012 - 2016</b> |                         |  |                    |  |
|--|-------------------------|--|--------------------|--|
| <b>AÑO</b>   | <b>N° DE ACCIDENTES</b> | <b>CIA/CONTRATISTA</b>   |                    | <b>CAUSA</b>                             |
| 2012   | 3                       | CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C.                           | Titular Minero     | TRÁNSITO                                 |
|  |                         | CORPORACION SANCA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA | Empresas Conexas   |  |
|  |                         | CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C.                           | Titular Minero     |  |
| 2013   | 0                       | -  | -                  | 0  |
| 2014   | 0                       | -  | -                  | 0  |
| 2015   | 1                       | CORPORACION VILLAR INGENIEROS S.A.C.                             | Contratista Minero | DESPRENDIMIENTO DE ROCAS                 |
| 2016   | 1                       | CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C.                           | Titular Minero     | EXPOSICIÓN A, O CONTACTO CON RADIACIONES |

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas*

Como se muestra en la tabla N° 14, se muestra los accidente mortales ocurridos en la Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C. teniendo un total de 05 accidentes en total, comprendido estos entre los años 2012 al 2016, representando así el 2.55% del total de accidente mortales que se dio a nivel nacional (196 accidentes mortales a nivel nacional durante 2012 al 2016).

### C. INDICES DE SEGURIDAD

A continuación se definirá los términos de índices en seguridad de la Unidad Minera Catalina Huanca, tomando como muestra para los cálculos desde el año 2014 al 2017, según el Decreto Supremo 024 – 2016 –EM.

Para los cálculos posteriores se tomara en cuenta los siguientes datos:

**TABLA 15**  
**Número de trabajadores**

| AÑO  | TRABAJADORES |              |      |       |
|------|--------------|--------------|------|-------|
|      | Compañía     | Contratistas | OTRO | Total |
| 2014 | 457          | 365          | 361  | 1,183 |
| 2015 | 425          | 415          | 346  | 1,186 |
| 2016 | 384          | 374          | 411  | 1,169 |

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas*

En la tabla N° 15, se muestra la fuerza laboral total que trabaja en la Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C, entre trabajadores de compañía, contratistas que prestan servicios en la operación a nivel general así como las empresas conexas a la minera.

**TABLA 16****Número de accidentes e incidente**

| AÑO  | Incidentes |           | Accidentes Leves |           | Accidentes Incapacitantes |           | Accidentes Mortales |           |
|------|------------|-----------|------------------|-----------|---------------------------|-----------|---------------------|-----------|
|      | Mes        | Acumulado | Mes              | Acumulado | Mes                       | Acumulado | Mes                 | Acumulado |
| 2014 | 0          | 30        | 1                | 10        | 2                         | 9         | 0                   | 0         |
| 2015 | 0          | 23        | 1                | 2         | 1                         | 6         | 0                   | 1         |
| 2016 | 2          | 46        | 0                | 5         | 0                         | 6         | 0                   | 1         |

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas*

En la tabla N° 16, se muestra el total de número de accidente e incidentes ocurridos en la Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C, teniendo un total de 99 Incidentes en total, 17 accidentes leves, 21 accidentes incapacitantes y 02 accidentes mortales, todos comprendidos entre los años 2014 l 2016.

**TABLA 17****Días perdidos y horas hombres trabajadas**

| AÑO  | Días Perdidos |           | Horas Hombre Trabajada |            |
|------|---------------|-----------|------------------------|------------|
|      | Mes           | Acumulado | Mes                    | Acumulado  |
| 2014 | 28            | 499       | 224,081.               | 2,642,531. |
| 2015 | 33            | 6,260     | 231,318.               | 2,741,411. |
| 2016 | 0             | 6,266     | 226,184.               | 2,557,621. |

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas*

En la tabla N° 17, se muestra los días perdidos en horas, a causa de los accidentes e incidentes ocurridos en la Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.

## 1. INDICE DE FRECUENCIA DE ACCIDENTES (IF)

Número de accidentes mortales e incapacitantes por cada millón de horas hombre trabajadas. Se calculará con la formula siguiente:

$$IF = \frac{N^{\circ} \text{Accidentes} \times 1'000,000 (N^{\circ} \text{accidentes} = \text{incap.} + \text{mortal})}{\text{Horas Hombre Trabajadas}} \dots \text{Ecuación 02}$$

**TABLA 18**  
**Índice De Frecuencia**

| AÑO  | Índice de Frecuencia |           |
|------|----------------------|-----------|
|      | Mes                  | Acumulado |
| 2014 | 8.925                | 3.406     |
| 2015 | 4.323                | 2.553     |
| 2016 | 0.                   | 2.737     |

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas*

Este índice representa el número de accidentes ocurridos por cada millón de horas trabajadas

## 2. INDICE DE SEVERIDAD DE ACCIDENTES (IS)

Número de días perdidos o cargados por cada millón de horas - hombre trabajadas. Se calculará con la fórmula siguiente:

$$IS = \frac{N^{\circ} \text{Dias perdidos o cargados} \times 1'000,000}{\text{Horas Hombre Trabajadas}} \dots \text{Ecuación 03}$$

**TABLA 19**  
**Índice De Severidad**

| AÑO  | Índice de Severidad |           |
|------|---------------------|-----------|
|      | Mes                 | Acumulado |
| 2014 | 124.955             | 188.834   |
| 2015 | 142.661             | 2,283.496 |
| 2016 | 0.                  | 2,449.933 |

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas*

La tabla N° 19, Expresa los días perdidos según el evento que se trate. La gravedad o severidad de los eventos se mide mediante los días perdidos que a su vez se compone de dos factores: los días de incapacidad y los días cargados.

### 3. INDICE DE ACCIDENTABILIDAD (IA)

Una medición que combina el índice de frecuencia de lesiones con tiempo perdido (IF) y el índice de severidad de lesiones (IS), como un medio de clasificar a las empresas mineras.

Es el producto del valor del índice de frecuencia por el índice de severidad dividido entre 1000.

$$IA = \frac{IF \times IS}{100} \dots\dots Ecuación 04$$

**TABLA 20**  
**Índice de accidentabilidad**

| AÑO  | Índice de Accidentabilidad |           |
|------|----------------------------|-----------|
|      | Mes                        | Acumulado |
| 2014 | 1.115                      | 0.643     |
| 2015 | 0.617                      | 5.831     |
| 2016 | 0.                         | 6.705     |

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas*

Según se muestra en la tabla N°20, se permite expresar en cifras relativas las características de accidentalidad de la unidad minera Catalina Huanca S.A.C., facilitándonos unos valores útiles que nos permiten compararnos con otras empresas, con nosotros mismos o con el sector.

## **4.2. MEDIO AMBIENTE**

La Unidad Minera Catalina Huanca está comprometida en prevenir, controlar y minimizar el impacto de sus actividades sobre el medio ambiente. Apoyan políticas que tengan en cuenta el cambio climático sin perjudicar la capacidad de la sociedad para satisfacer la creciente demanda de energía segura y asequible así como de recursos naturales.

### **4.2.1. Principios Organizacionales En Medio Ambiente**

Estamos comprometidos en prevenir, controlar y minimizar el impacto de nuestras operaciones en el ambiente natural, incluyendo el pleno cumplimiento de las leyes ambientales nacionales.

1. Mantendremos sistemas de gestión ambiental adecuados, los cuales:
  - a. Identifiquen los aspectos ambientales ocasionados por nuestras operaciones e implementen los controles que reduzcan los impactos al nivel más bajo posible.
  - b. Exijan la investigación y reporte de accidentes e incidentes ambientales relacionados con el trabajo; manteniendo registros, indicando su causa y tomando medidas correctivas para evitar que se repitan.
  - c. Establezcan objetivos e indicadores que permitan una gestión consistente y que reporten información sobre impactos ambientales, medidas de mejora y desempeño alcanzado.
  - d. Exijan que la planificación, diseño y operación de todas las instalaciones y operaciones de todas las instalaciones y operaciones incluyan estándares, procedimientos y procesos ambientales de forma explícita.
  - e. Se aseguren de que los trabajadores tengan las habilidades, el conocimiento la formación, capacitación y los recursos necesarios para prevenir, mitigar o minimizar impactos al ambiente natural.



- f. Faculten a todos los trabajadores a detener el trabajo o cualquier otra operación, si consideran que las amenazas o riesgos ambientales no han sido mitigados.
  - g. Incluyan un ciclo de retroalimentación / auditoría y un enfoque en la mejora permanente del desempeño.
2. Nos esforzaremos por utilizar tecnologías ecológicamente adecuadas en el curso de nuestras operaciones.
  3. Implementaremos medidas para mejorar el desempeño ambiental de nuestras operaciones de forma progresiva, incluyendo:
    - a. Mejorar la eficiencia energética y el uso eficiente de los recursos naturales.
    - b. Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y colaborar con otros para contribuir a la protección climática.
    - c. Reducir el consumo de agua.
    - d. Reducir la generación de residuos e incrementar la reutilización y el reciclaje.
    - e. Reducir las emisiones al aire y los vertimientos al agua y suelos.
  4. Procuraremos reducir la generación de residuos peligrosos y no peligrosos.
  5. Evitaremos las emisiones de contaminantes, Cuando evitar la emisión no sea técnicamente posible, reduciremos las emisiones al mínimo y mitigaremos el impacto potencial tanto como sea posible y se considere necesario.
  6. Evaluaremos nuestros impactos sobre la biodiversidad y los servicios del ecosistema y procuraremos evitar pérdidas netas y minimizar impactos.
  7. Tendremos procedimientos de emergencia establecidos para manejar incidentes ambientales.
  8. Realizaremos evaluaciones de impacto a proyectos o actividades que tengan el potencial de afectar el medio ambiente y afectar a las comunidades de acuerdo a los estándares establecidos. Incluyendo, pero no limitándose a los Estándares de Desempeño de la Corporación Financiera Internacional (CFI).

9. Nos comunicaremos con las partes interesadas para asegurarnos de que están informadas sobre riesgos ambientales que sean relevantes y puedan afectarlas.

#### 4.2.2. Aspectos Ambientales Significativos en Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C

**TABLA 21**  
**Aspectos Ambientales Significativos**

| <b>CUADRO DE ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS EN CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C</b> |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
| <b>ITEM</b>   | <b>ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS</b>  | <b>IMPACTO AMBIENTAL</b>                  | <b>OBJETIVO</b>  | <b>META</b>   |
| 1   | Generación de efluente industrial           | Afectación a la calidad de agua           | Incrementar el rehúso del efluente industrial  | Reutilizar el 4% del efluente tratado en la PTAM  |
| 2   | Potencial de derrame de efluente industrial | Afectación a la calidad del suelo y agua  | Controlar los impactos ambientales originados como resultado de un accidente ambiental | Mitigar el 100% del impacto originado   |
| 3   | Generación de material particulado (Polvo)  | Afectación a la calidad del aire          | Minimizar la generación de material particulado  | Mantener el PM10 por debajo del 5% del estándar de calidad ambiental (media aritmético anual) |
| 4   | Potencial derrame de concentrado            | Afectación de la calidad del suelo y agua | Controlar los impactos ambientales originados como resultado de un accidente ambiental | Mitigar el 100% del impacto originado   |
| 5   | Potencial derrame de relave                 | Afectación de la calidad del suelo y agua |  |   |
| 6   | Potencial derrame de hidrocarburos          | Alteración de la calidad del agua y suelo | Controlar los impactos ambientales originados como resultado de un accidente ambiental | Mitigar el 100% del impacto originado   |
| 7   | Potencial derrame de materiales peligrosos  | Afectación de la calidad del suelo y agua |  |   |

*Fuente: Área de Medio Ambiente – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*

El cuadro N° 21, muestra los aspectos ambientales significativos asociados a la operación minera en la unidad, distribuidos estos en 7 ítems, del cual se tomara el ítem 3 ya que este se da en el transporte de mineral que se realiza a diario.

### **4.2.3. Reducción De Impactos Ambientales A Causa Del Transporte De Mineral**

La actividad minera produce prosperidad en las zonas donde se lleva a cabo, pero indudablemente tiene un impacto ambiental en servicios y construcción, por lo que la operación de una mina representa un impacto importante y claramente así ha sido, particularmente para la comunidad de TACA , la puesta en marcha de la Unidad Minera Catalina Huanca (impacto social). Sin embargo, impactos aun a menor escala pueden crear conflictos por el uso de la tierra y oposición a la explotación minera por grupos ambientalistas.

La resolución de conflictos puede involucrar pagos de compensaciones, derechos de paso y eventualmente el costo de rehabilitar zonas explotadas o directamente al abandono de proyectos mineros. En algunos países el riesgo político constituye una barrera para la inversión minera, mientras que en otros el riesgo ambiental constituye una barrera tanto o más importante. Actualmente el abrir una nueva mina en EEUU o Canadá es muy difícil, debido a las condicionantes ambientales impuestas en las últimas décadas.

Lo mejor que puede hacer un minero es mostrar responsabilidad ambiental y devolver el área explotada lo más cercanamente posible al estado previo a la minería o proveer otro uso al terreno desolado que pudo resultar de su trabajo minero, como transformar un tajo minero en una laguna para la navegación o usar desmontes para la industria de la construcción.

#### **4.2.3.1. MEDICION DE MONOXIDO DE CARBONO**

Según el anexo número 4 del Decreto Supremo 024-16-EM, y el artículo 254 de la misma, refiere que en las labores mineras subterráneas donde operan equipos con motores petroleros deberá adoptarse las siguientes medidas:

- a) Los equipos deben estar diseñados para asegurar que las concentraciones de emisión de gases al ambiente de trabajo sean las mínimas posibles y las concentraciones en el ambiente de trabajo se encuentren siempre por debajo del límite de exposición ocupacional para agentes químicos.
- b) La cantidad de aire circulante no será menor de tres (3) m<sup>3</sup>/min por cada HP que desarrollen los equipos; asegurándose que las emisiones de gases en sus escapes no superen las concentraciones indicadas en los literales d) y e) subsiguientes.
- c) Monitorear y registrar diariamente las concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el escape de los equipos operando en los mismos frentes de trabajo de la mina, las que se deben encontrar por debajo de quinientos (500) partes por millón (ppm) de CO.
- d) Monitorear y registrar diariamente concentraciones de dióxido de nitrógeno en el escape de las máquinas operando en interior mina, no debiendo superar 100 partes por millón.
- e) Las operaciones de los equipos a petróleo se suspenderán, prohibiendo su ingreso a labores de mina subterránea en los siguientes casos:
  - Cuando las concentraciones de monóxido de carbono (CO) y/o gases de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) en el ambiente de trabajo estén por encima del límite de exposición ocupacional para agentes químicos establecidos en el ANEXO N° 15 del presente reglamento.
  - Cuando la emisión de gases por el escape de dicha máquina exceda de quinientos (500) ppm de monóxido de carbono o de cien (100) ppm de dióxido de nitrógeno, medidos en las labores subterráneas donde desarrollen sus actividades.

- f) Establecer y ejecutar programas mensuales de mantenimiento preventivo de los equipos, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes, para reducir las emisiones de gases y material particulado (ollín) de los motores diésel.



**FIG. 07 - "VOLQUETE FMX 8X4 TRANSITANDO POR LA RAMPA SAYNOCCA"**  
*Fuente: Elaboración propia*

#### **A. MEDICION DE MONOXIDO EN TUBOS DE ESCAPE**

Como actividad de cumplimiento y responsabilidad con el compromiso ambiental, la Unidad Minera Catalina Huanca, realiza los seguimientos y mediciones en cumplimiento al reglamento artículo 245 del DS 024-16 EM, inciso C, el cual estipula el monitorear y registrar diariamente las concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el escape de los equipos operando en los mismos frentes de trabajo de la mina, las que se deben encontrar por debajo de quinientos (500) partes por millón (ppm) de CO, para ello a continuación se presenta un cuadro resumen de las mediciones en promedio de la flota de volquetes que se encargan de realizar el transporte del mineral, teniendo :

**TABLA 22****Mediciones de monóxido de carbono en tubos de escape - volquetes FMX 8x4**

| <b>MEDICIONES DE MONOXIDO DE CARBONO - CAMION VOLVO FMX 8X4</b> |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------|
| <b>mayor a 1500 rpm</b>   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |                 |
| jul-15  | ago-15 | sep-15 | oct-15 | nov-15 | dic-15 | ene-16 | feb-16 | mar-16 | abr-16 | may-16 | jun-16 | <b>PROMEDIO</b> |
| 350   | 389    | 380    | 395    | 384    | 345    | 328    | 398    | 366    | 345    | 356    | 392    | <b>369</b>      |

*Fuente: Elaboración propia*

En el cuadro N° 22, se muestra el seguimiento en promedio de mediciones mensuales durante un año de los volquetes Volvos FMX 8x4, de monóxido de carbono realizados en los tubos de escape de las unidades.

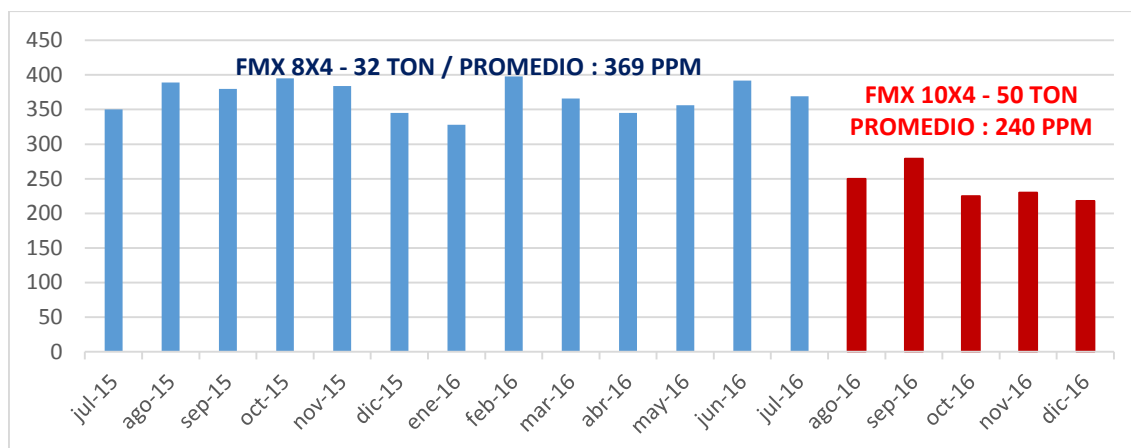
**TABLA 23****Mediciones de monóxido de carbono en tubos de escape - volquetes FMX 10x4**

| <b>MEDICIONES DE MONOXIDO DE CARBONO - CAMION VOLVO FMX 10X4</b> |        |        |        |        |                 |
|--|--------|--------|--------|--------|-----------------|
| <b>mayor a 1500 rpm</b>  |        |        |        |        |                 |
| jul-16   | ago-16 | sep-16 | oct-16 | nov-16 | <b>PROMEDIO</b> |
| 250  | 279    | 225    | 230    | 218    | <b>240.4</b>    |

*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede mostrar en las tablas N° 22 y 23, se tienen los niveles de monóxido de carbono medidos en los tubos de escapes de los diferentes volquetes, los cuales en ningún caso se sobrepasa el límite máximo permisible de 500 ppm de CO, pero a su vez se evidencia la reducción de emisiones de monóxido por los volquetes de transporte de mineral reduciéndose este en un 34.85 %, mejorando así este aspecto ambiental que ya se tiene controlado en la unidad minera.

## MEDICIONES DE MONOXIDO DE CARBONO EN TUBOS DE ESCAPE DE VOLQUETES



**FIG. 08 - "MEDICIÓN DE MONÓXIDOS EN TUBOS DE ESCAPE DE VOLQUETES"**

*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en la gráfica se observa que las mediciones de monóxido en los tubos de escape de las unidades volvo FMX 8x4 que trabajaron hasta el mes de Julio del año 2016 presentan un promedio de 369 PPM de CO, siendo menor a lo establecido en el artículo 254 del DS 024-16-EM, así mismo a partir del mes de agosto se cuenta con una lectura promedio menor siendo esta de 240 PPM de CO, ya que a partir de estas fechas empezaron a laborar las unidades nuevas volvo FMX 10x4.

### **B. MEDICION DE MONOXIDO EN ZONAS DE CARGUIO**

Como actividad de cumplimiento y responsabilidad con el compromiso ambiental, la Unidad Minera Catalina Huanca, realiza los seguimientos y mediciones en cumplimiento al reglamento artículo 245° del DS 024-16 EM, ANEXO 04, donde se pone en manifiesto que las concentraciones límites de exposición de monóxido en las labores deben ser menor a 25 PPM, para los dos tipos de tiempo de exposición:

- TWA: Media Moderada en el Tiempo (Time Weighted Average)
- STEL: Exposición de Corta Duración : Short Time Exposure Level

Teniendo a continuación un cuadro resumen de mediciones en promedio durante un año:



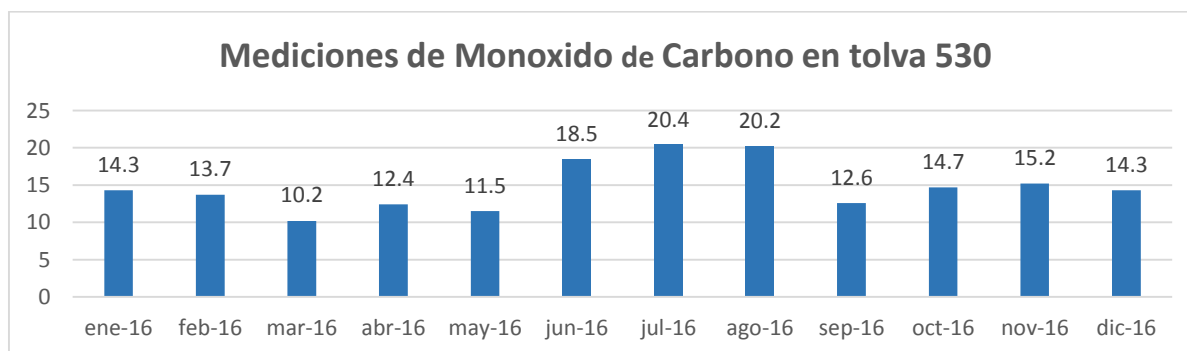
**FIG. 09 - "VOLQUETE FMX 8X4 SALIENDO DE TOLVA DE CARGUÍO 530"**  
*Fuente: Elaboración propia*

Se puede apreciar en la figura, la labor diaria que se realiza en las zonas de carguío (tolvas) en interior mina.

**TABLA 24**  
**Mediciones de monóxido de carbono en tolva 530**

| MEDICIONES DE MONOXIDO DE CARBONO - TOLVA DE CARGUIO 530 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |             |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| ene-16   | feb-16 | mar-16 | abr-16 | may-16 | jun-16 | jul-16 | ago-16 | sep-16 | oct-16 | nov-16 | dic-16 | PROMEDIO    |
| 14.3   | 13.7   | 10.2   | 12.4   | 11.5   | 18.5   | 20.4   | 20.2   | 12.6   | 14.7   | 15.2   | 14.3   | <b>14.8</b> |

*Fuente: Área de Medio Ambiente – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*



**FIG. 10 -"MEDICIÓN DE MONÓXIDOS EN ZONA DE CARGUÍO"**  
*Fuente: Área de Medio Ambiente – Unidad Minera Catalina Huanca S.A.C.*



Como se muestra en la figura se observa que las mediciones de monóxido en la zona de carguío 530 dan como promedio de lectura 14.8 PPM el cual está dentro del parámetro de medición establecido en el reglamento ya que no sobrepasa los 25 PPM, teniendo una labor en óptimas condiciones de trabajo.

### **C. REDUCCION DE GENERACION DE MATERIAL PARTICULADO EN SUPERFICIE**

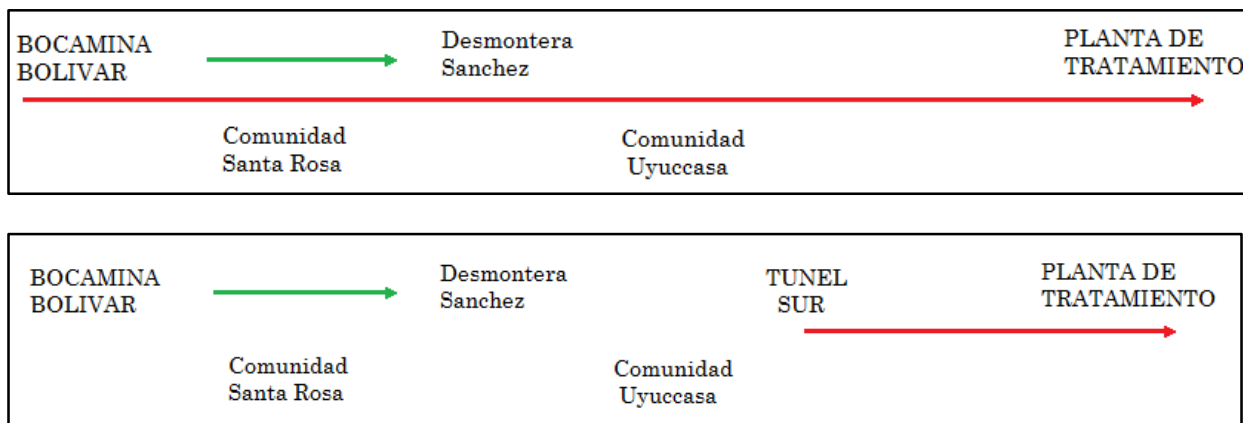
Los problemas ambientales en este caso, el de generación de material particulado a causa del transporte de mineral que se realizaba desde el Túnel sur hacia la planta de tratamiento San Gerónimo ubicada aproximada a 15 km, se daban en ocasiones puntuales ya que los volquetes se veían obligados a transitar necesariamente cerca de dos comunidades siendo estas; la comunidad de Santa Rosa de Saclani y la de Uyuccasa, los cuales bloqueaban la vía por el “polvo” que se generaba y esto traía pérdidas en el proceso de transporte.

Para lo cual se elaboró un proyecto de regado de vías diarias, para minimizar el impacto referido.



**FIG.11 - “VOLQUETE FMX 8X4 PASANDO POR LA COMUNIDAD DE UYUCCASA”**  
*Fuente: Elaboración propia*

Posteriormente ya con el proyecto de rampa túnel sur concluido desde el mes de agosto del 2014, se deja de hacer uso de estas vías para el transporte rutinario del mineral el cual se visualizara en el siguiente gráfico:



**FIG.12 - "FLUJO DE TRANSPORTE DE MINERAL Y DESMONTE POR COMUNIDADES"**

*Fuente: Elaboración propia*

Como se observa para el transporte de mineral (línea roja) ya no se utiliza las vías adyacentes a las comunidades, por lo que la generación de material particulado se ha reducido considerablemente ya que solo se circulan al finalizar las guardias para el relevo correspondiente ya que el taller se encuentra entre la desmontera Sánchez y la comunidad Santa Rosa.

**TABLA 25**

**Muestra de reducción de vías de comunidades**

| N° VOLQUETES    | 11             | SIN RAMPA SAYNOCCA       |      | CON RAMPA SAYNOCCA |            | REDUCCION  |
|-----------------|----------------|--------------------------|------|--------------------|------------|------------|
| MUESTRA         | VIAJES POR DIA | USO DE VIA (IDA +VUELTA) |      | USO VIAS COMUNIDAD |            |            |
| LUNES           | 66             | 132                      | 100% | 22                 | 17%        | 83%        |
| MARTES          | 63             | 126                      | 100% | 22                 | 17%        | 83%        |
| MIÉRCOLES       | 65             | 130                      | 100% | 22                 | 17%        | 83%        |
| JUEVES          | 70             | 140                      | 100% | 22                 | 16%        | 84%        |
| VIERNES         | 65             | 130                      | 100% | 22                 | 17%        | 83%        |
| SÁBADO          | 61             | 122                      | 100% | 22                 | 18%        | 82%        |
| DOMINGO         | 66             | 132                      | 100% | 22                 | 17%        | 83%        |
| <b>PROMEDIO</b> |                |                          |      |                    | <b>17%</b> | <b>83%</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en el cuadro, hay una reducción considerable de empleo de vías aledañas a las comunidades de un 83% y una muestra representativa del 17% que se emplea ya que siempre se pasara por la comunidad de Santa Rosa al ingresar a mina y al retornar de igual forma por la comunidad de Uyuccasa los cuales hacen de forma visible que también la reducción de generación de material particulado sea mucho menor.

**CAPITULO V**

**CAMBIO DE RUTA DE TRANSPORTE DE MINA A PLANTA**

**CONCENTRADORA**

**5.1. PROCESO DE TRANSPORTE EN LA MINA CATALINA HUANCA**

El proceso de transporte es desarrollado por la empresa “NCA SERVICIOS S.A.C”, empresa especializada en el transporte de mineral y logística en general, por encargo de “Sociedad Minera Catalina Huanca”.

El cual cuenta con una flota total de 12 unidades VOLVO FMX 8 x 4, para la realización del movimiento de material; mineral, desmote y relave, los cuales están distribuidos según la tabla que a continuación se mostrara:

**TABLA 26**

**Resumen de dimensionamiento volquetes - volvo FMX 8x4**

| <b>RESUMEN DE DIMENSIONAMIENTO</b>              |           |                  |
|---|-----------|------------------|
| N° de volquetes para cubrir la cuota de mineral | 8         | volquetes        |
| N° de volquetes para cubrir la cuota de desmote |           |                  |
| N° de volquetes para cubrir la cuota de relave  | 4         | volquetes        |
| <b>TOTAL N° de volquetes para la operación</b>  | <b>12</b> | <b>volquetes</b> |

*Fuente: Dimensionamiento de flota NCA Servicios S.A.C*

El transporte del mineral lo realizan por la vía principal el cual involucra el recorrido desde interior mina (bolívar) hasta la planta concentradora San Gerónimo realizando una distancia de 15.5 km, así mismo el transporte de desmote hacia superficie el cual involucra el recorrido desde interior mina (bolívar) hasta la desmontera denominada “Sánchez” a una distancia de 2.7 km.

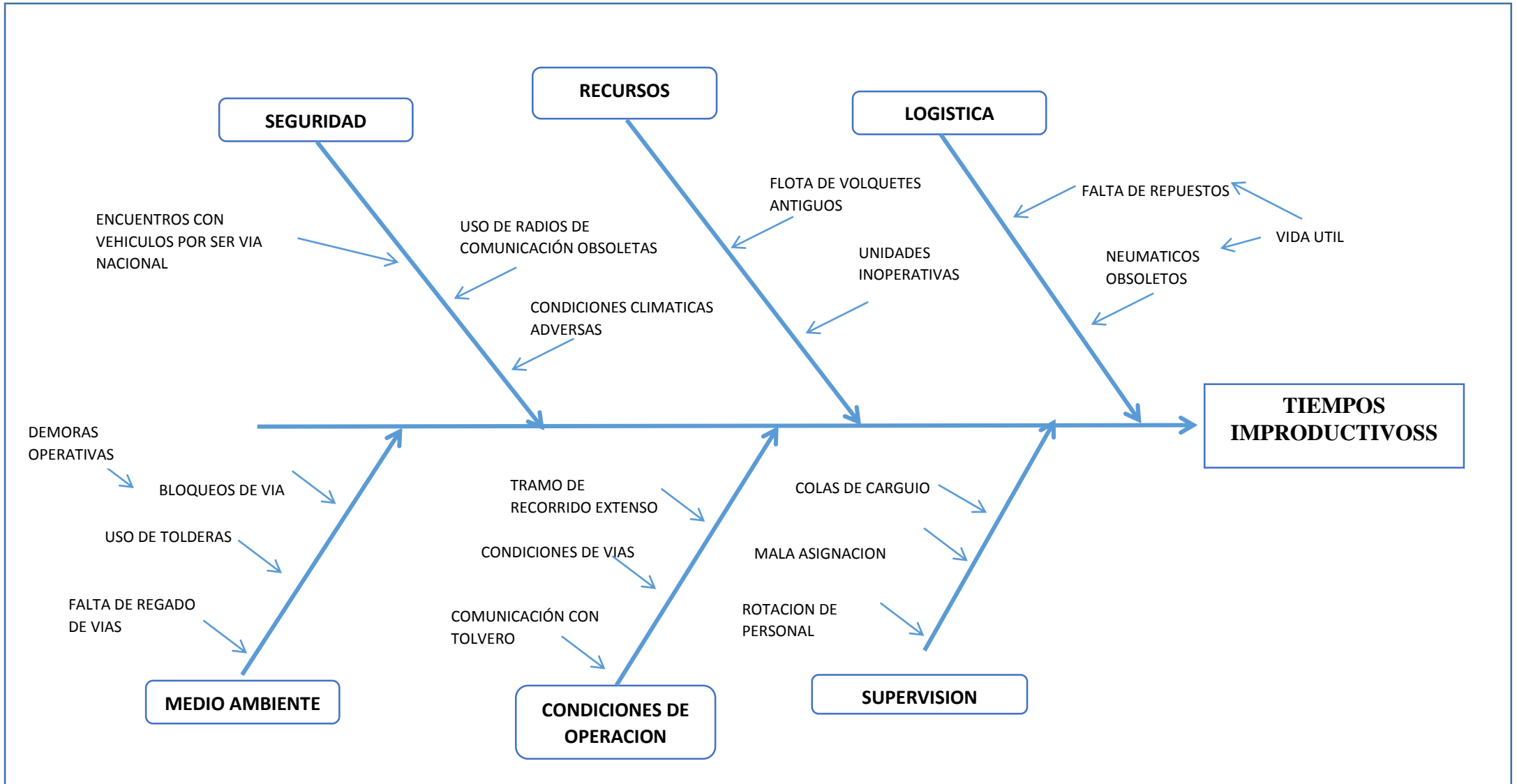
## **5.2. Análisis de causa y efectos en el sistema de transporte en mina Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.**

El método empleado para analizar y determinar las causas es mediante el diagrama de Ishikawa el cual permite establecer ideas concretas sobre las causas.

El diagrama mostrado líneas más adelante, muestra la relación causal de los siguientes factores identificados en la operación con el problema principal.

- **Recursos:** No se cuenta con una flota de volquetes moderna dado que presentan una antigüedad mayor a dos años en promedio.
- **Logística:** deficiencia de repuestos para realizar los mantenimientos respectivos a la flota de unidades de transporte de la unidad minera.
- **Condiciones de Operación:** Se ha registrado constantes problemas con respecto a las condiciones de terreno y presencia de tráfico en las principales vías de acceso. Así mismo se observa mala asignación en la distribución de los equipos generando demoras.
- **Supervisión:** Se tiene pérdidas operativas por la mala asignación de equipos en las diferentes zonas de carguío.
- **Medio Ambiente:** Se tiene registros de pérdidas operacionales en tiempo, por la repercusión de las poblaciones que se encuentran aledañas en la ruta de transporte al cerrar las vías por horas por el motivo de generación excesiva de material particulado en el transcurso de la vía.

**DIAGRAMA CAUSA – EFECTO (TRANSPORTE VOLVO FMX 8X4)**



**DIAGRAMA 01 - " CAUSA EFECTO TIEMPOS IMPRODUCTIVOS"**

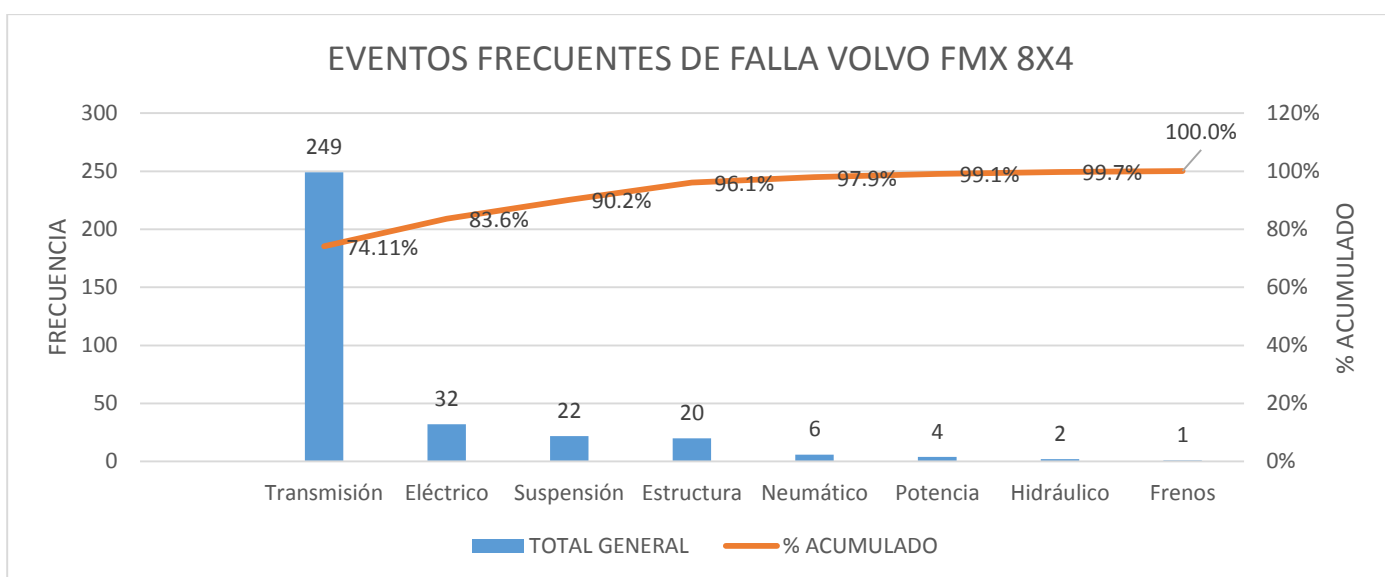
### 5.3. Análisis Del Diagrama De Pareto Eventos Frecuentes En Las Unidades De Transporte De Mineral Catalina Huanca.

Compilada la información de la base de datos de la operación de la flota de volquetes en la Sociedad Minera Catalina Huanca SAC, desde el 01 de Enero del 2016 hasta el 27 de julio del 2016 y aplicando el método de Pareto, se muestra a continuación el resultado analítico:

**TABLA 27**  
**Eventos de frecuencia volquete volvo FMX 8 x 4**

| EVENTOS FRECUENTES CONTRATA NCA SERVICIOS S.A.C |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |               |             |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-------------|
| SUB-SISTEMA                                     | UNIDAD    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | TOTAL GENERAL | PORCENTAJE  |
|   | NCA 60    | NCA 61    | NCA 62    | NCA 63    | NCA 64    | NCA 65    | NCA 66    | NCA 67    | NCA 68    | NCA 69    | NCA 70    | NCA 71    |               |             |
| Eléctrico                                       | 3         | 8         | 4         | 4         | 1         | 1         | 4         | 3         | 2         |           | 2         |           | 32            | 9.52%       |
| Estructura                                      | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 4         | 2         | 2         |           | 1         | 1         | 4         | 20            | 5.95%       |
| Frenos  |           | 1         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 1             | 0.30%       |
| Hidráulico                                      |           |           | 1         |           | 1         |           |           |           |           |           |           |           | 2             | 0.60%       |
| Neumático                                       |           |           | 1         |           |           |           |           | 1         |           | 1         | 3         |           | 6             | 1.79%       |
| Potencia  |           | 1         |           |           |           |           | 1         |           | 1         |           | 1         |           | 4             | 1.19%       |
| Suspensión                                      |           | 3         | 2         | 1         | 1         | 9         | 1         |           | 3         | 1         |           | 1         | 22            | 6.55%       |
| Transmisión                                     | 33        | 28        | 14        | 26        | 17        | 11        | 25        | 16        | 22        | 13        | 23        | 21        | 249           | 74.11%      |
| <b>TOTAL GENERAL</b>                            | <b>37</b> | <b>42</b> | <b>24</b> | <b>32</b> | <b>21</b> | <b>25</b> | <b>33</b> | <b>22</b> | <b>28</b> | <b>16</b> | <b>30</b> | <b>26</b> | <b>336</b>    | <b>100%</b> |

Fuente: Elaboración propia



**FIG. 13 - "DIAGRAMA DE PARETO EVENTOS DE FALLAS"**

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N° 27 y de la FIG. 13 se observa que el principal problema dentro de los 08 sub sistemas que se tiene en la gran mayoría de volquetes, es en el sistema de transmisión representando un 74.11 % del total, por ello se tendrá que hacer otro diagrama de Pareto para hallar la causa raíz de las fallas:

**TABLA 28**  
**Número de fallas volquete volvo FMX 8 x 4**

| SISTEMA              | TRANSMISION     |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            | TOTAL GENERAL |
|----------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------------|
|                      | UNIDAD          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |            |               |
| SUB-SISTEMA          | NCA 60          | NCA 61    | NCA 62    | NCA 63    | NCA 64    | NCA 65    | NCA 66    | NCA 67    | NCA 68    | NCA 69    | NCA 70    | NCA 71    |            |               |
|                      | caja de cambios |           |           |           |           |           |           | 1         |           |           |           |           |            |               |
| corona               |                 | 1         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 1          |               |
| embrague             |                 |           |           |           |           |           |           | 1         |           |           |           |           | 1          |               |
| rodado               | 33              | 27        | 14        | 26        | 17        | 11        | 24        | 15        | 22        | 13        | 23        | 21        | 246        |               |
| <b>TOTAL GENERAL</b> | <b>33</b>       | <b>28</b> | <b>14</b> | <b>26</b> | <b>17</b> | <b>11</b> | <b>25</b> | <b>16</b> | <b>22</b> | <b>13</b> | <b>23</b> | <b>21</b> | <b>249</b> |               |

*Fuente: Elaboración propia*

La causa raíz de las fallas mecánicas en los volquetes, se dan en gran incidencia en el sistema de transmisión ya mencionado en la tabla N° 27, posterior a ello se hace un análisis en el sistema teniendo con mayor incidencia el sub sistema de rodado que implica a los aros, espárragos, llantas y pestañas.

Realizando un diagrama de Pareto para las fallas en el sistema de rodado se tiene:

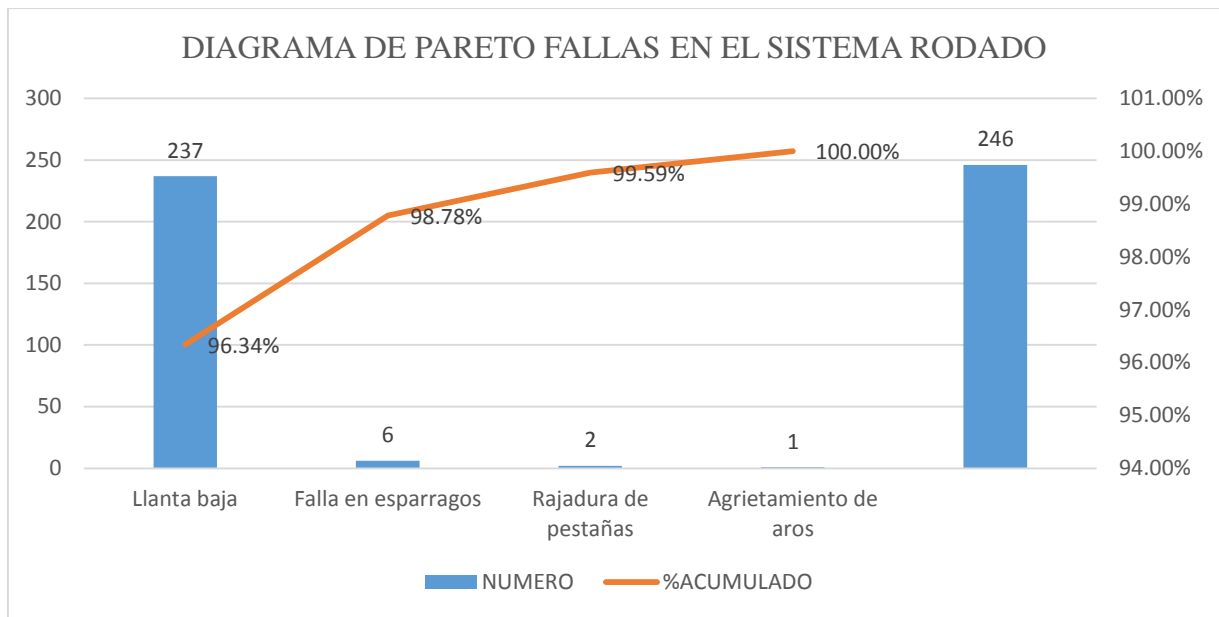
**TABLA 29**  
**Fallas en el sistema rodado volvo FMX 8x4**

| FALLAS                 | NUMERO     | PORCENTAJE  | %ACUMULADO |
|------------------------|------------|-------------|------------|
| Llanta baja            | 237        | 96.34%      | 96.34%     |
| Falla en espárragos    | 6          | 2.44%       | 98.78%     |
| Rajadura de pestañas   | 2          | 0.81%       | 99.59%     |
| Agrietamiento de aros  | 1          | 0.41%       | 100.00%    |
| <b>TOTAL DE FALLAS</b> | <b>246</b> | <b>100%</b> |            |

*Fuente: Elaboración propia*

Según la tabla se muestra que el mayor porcentaje de fallas mecánicas en los volquetes se da por la falla en llanta baja, con un 96.34% de incidencia con respecto a otras.





**FIG. 14 -"DIAGRAMA DE PARETO SISTEMA DE FALLAS"**

*Fuente: Elaboración propia*

Las fallas más recurrentes en la operación de transporte en la minera de Catalina huanca son:

Sistema de transmisión que es el 74% de todas las fallas, seguido del sistema eléctrico que es el 9.5%. De ellos la falla más común el de sub sistema de rodado, con un total de un 96.34% se deben a fallas por llanta baja seguido por un 2.4% que es falla por rotura de espárragos. Por lo que la falla mas común en la unidad minera se deben a las llantas bajas representadas por un 96.34%.

#### **5.4. Parámetros de Mantenimiento**

El mantenimiento puede ser definido como el conjunto de acciones destinadas a mantener o reacondicionar un componente, equipo o sistema, en un estado en el cual sus funciones pueden ser cumplidas. Entendiendo como función cualquier actividad que un componente, equipo o sistema desempeña, bajo el punto de vista operacional.

Las palabras confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, forman parte de la cotidianidad del mantenimiento. Si se analiza la definición moderna de mantenimiento, se verifica que la misión de este es "garantizar" la disponibilidad de la función de los equipos e instalaciones,

de tal modo que permita atender a un proceso de producción o de servicio con calidad, confiabilidad, seguridad, preservación del medio ambiente y costo adecuado.

#### 5.4.1. Disponibilidad mecánica de camiones

La disponibilidad, puede ser definida como la confianza de que un componente o sistema que sufrió mantenimiento, ejerza su función satisfactoriamente para un tiempo dado. En la práctica, la disponibilidad se expresa como el porcentaje de tiempo en que el sistema está listo para operar o producir, esto en sistemas que operan continuamente.

En la fase de diseño de equipos o sistemas, se debe buscar el equilibrio entre la disponibilidad y el costo. Dependiendo de la naturaleza de requisitos del sistema, el diseñador puede alterar los niveles de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad, de forma a disminuir el costo total del ciclo de vida.

**TABLA 30**  
**Disponibilidad mecánica volquetes FMX 8x4**

| MES             | DISPONIBILIDAD |
|-----------------|----------------|
| ENERO           | 78.52%         |
| FEBRERO         | 76.42%         |
| MARZO           | 75.38%         |
| ABRIL           | 90.49%         |
| MAYO            | 85.05%         |
| JUNIO           | 79.91%         |
| JULIO           | 81.92%         |
| AGOSTO          | 88.10%         |
| SEPTIEMBRE      | 87.43%         |
| OCTUBRE         | 87.08%         |
| NOVIEMBRE       | 84.65%         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>83.18%</b>  |

*Fuente: Elaboración propia*

Según se muestra en la tabla N° 30, se tiene un promedio de 83.18% de disponibilidad de flota para los volquetes que realizan el transporte de mineral en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

#### 5.4.2. Utilización De Equipos De Transporte

La utilización es la porción de tiempo disponible que la maquina está cumpliendo la labor para la cual fue diseñada



La confiabilidad es la probabilidad de que no ocurra una falla de determinado tipo, para una misión definida y con un nivel de confianza dado.

**TABLA 32**  
**Confiabilidad de camiones FMX 8x4**

| <b>VOLVO</b>                                 | <b>NCA 60</b> | <b>NCA 62</b> | <b>NCA 63</b> | <b>NCA 64</b> | <b>NCA 65</b> | <b>NCA 66</b> | <b>NCA 67</b> | <b>NCA 68</b> | <b>NCA 69</b> | <b>NCA 70</b> | <b>NCA 71</b> | <b>PROMEDIO</b> |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| <b>HORAS X SEMANA (IDEAL) (t)</b>            | 168           | 168           | 168           | 168           | 168           | 168           | 168           | 168           | 168           | 168           | 168           | <b>168</b>      |
| <b>H OPERACIÓN</b>                           | 80            | 86            | 86            | 94            | 100           | 109           | 96            | 101           | 88            | 104           | 111           | <b>94.58</b>    |
| <b>N° FALLAS</b>                             | 1             | 7             | 0             | 0             | 1             | 0             | 1             | 0             | 0             | 2             | 1             | <b>1.08</b>     |
| <b><math>\lambda</math> (Tasa de fallas)</b> | 0             | 0.1           | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | <b>0.01</b>     |
| <b>CONFIABILIDAD</b>                         | <b>12%</b>    | <b>0%</b>     | <b>100%</b>   | <b>100%</b>   | <b>19%</b>    | <b>100%</b>   | <b>17%</b>    | <b>100%</b>   | <b>100%</b>   | <b>4%</b>     | <b>22%</b>    | <b>56%</b>      |

*Fuente: Elaboración propia*

Según se muestra en la tabla N° 32, se tiene un promedio de 56 % de Confiabilidad de flota para los volquetes que realizan el transporte de mineral en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C.

#### **5.4.4. Mantenimiento preventivo de flota de camiones**

El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de los equipos, en la unidad minera Catalina Huanca, mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en los volquetes de la contratista NCA servicios S.A.C en condiciones de funcionamiento, por oposición al correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación

vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

Para lo cual en la unidad minera se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo, siendo este como referencia el siguiente:

**TABLA 33**  
**Horas programadas para mantenimientos preventivos camiones FMX 8x4**

| MANTENIMIENTO     | Engrase | Motor   | Caja     | Corona   | Filtro de aire | Filtro de secador |
|-------------------|---------|---------|----------|----------|----------------|-------------------|
|                   | 170 Hrs | 500 Hrs | 1000 Hrs | 1500 Hrs | 2000 Hrs       | 2500 Hrs          |
| VOLVO 8X4 -NCA 60 | 161     | 1161    | 2112     | 873      | 2112           | 1832              |
| VOLVO 8X4 -NCA 67 | 140     | 280     | 1280     | 1163     | 2399           | 1163              |
| VOLVO 8X4 -NCA 29 | 162     | 562     | 1842     | 1127     | 3021           | 1087              |
| VOLVO 8X4 -NCA 30 | 159     | 591     | 1315     | 1695     | 1693           | 695               |
| VOLVO 8X4 -NCA 33 | 163     | 201     | 1600     | 1657     | 835            | 567               |
| VOLVO 8X4 -NCA 32 | 131     | 311     | 1311     | 1245     | 1311           | 3213              |
| VOLVO 8X4 -NCA 34 | 114     | 614     | 1534     | 1197     | 614            | 2779              |
| VOLVO 8X4 -NCA 69 | 156     | 956     | 1713     | 956      | 794            | 2582              |
| VOLVO 8X4 -NCA 68 | 123     | 323     | 1624     | 1796     | 1378           | 1624              |
| VOLVO 8X4 -NCA 31 | 136     | 436     | 1436     | 1436     | 1436           | 1436              |
| VOLVO 8X4 -NCA 71 | 12      | 362     | 1738     | 2243     | 767            | 1362              |
| VOLVO 8X4 -NCA 70 | 188     | 488     | 1383     | 3362     | 488            | 806               |

*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en el cuadro los mantenimientos preventivos en la unidad se realizan según el horometro de cada unidad, los mismos que se programan en un cuadro semanal para que lo lleven en cuenta el personal de mantenimiento mecánico de la unidad minera y así poder cumplir con los mantenimientos a sus respectivas horas programadas.

**TABLA 34****Programa de mantenimientos preventivos camiones FMX 8x4**

| <b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMANAL MINA NCA - CATALINA HUANCA</b> |                      |                        |                         |                        |               |  |
|---|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|--|
| <b>SEMANA 5 DEL 9 DE ENERO AL 15 DE ENERO</b>                       |                      |                        |                         |                        |               |  |
| <b>VOLQUETE</b>   | <b>HORÓM. ACTUAL</b> | <b>FECHA ULTIMO MP</b> | <b>HORÓM. ULTIMO MP</b> | <b>TIEMPO PREVISTO</b> | <b>FECHA</b>  | <b>TRABAJO PROGRAMADO</b>  |
| <b>NCA 60</b>   | 16,670               | 22/01/2015             | 16360                   | 4 HRS                  | 11/02/2015    | Instalación de conjunto de embrague + secador de aire + bomba de agua      |
| <b>NCA 61</b>   | 15,338               | 13/11/2014             | 15303                   | -                      | -             | A la espera de la reparación del motor + repuestos varios                  |
| <b>NCA 62</b>   | 15,473               | 21/01/2015             | 15189                   | 4 HRS                  | 14/02/2015    | Engrase general + cambio de filtro de aire                                 |
| <b>NCA 63</b>   | 14,718               | 07/02/2015             | 14708                   | -                      | NO PROGRAMADO | -  |
| <b>NCA 64</b>   | 16,761               | 23/01/2015             | 16501                   | 4 HRS                  | 15/02/2015    | engrase general + cambio de filtro de aire + mantenimiento secador de aire |
| <b>NCA 65</b>   | 16,521               | 18/01/2015             | 16189                   | 4 HRS                  | 12/02/2015    | Engrase general + cambio de filtro de aire                                 |
| <b>NCA 66</b>   | 16,316               | 11/01/2015             | 15882                   | 5 HRS                  | 10/02/2015    | Mantenimiento motor + filtro de aire + mantenimiento secador de aire       |
| <b>NCA 67</b>   | 15,925               | 28/12/2014             | 15262                   | 5 HRS                  | 09/02/2015    | Mantenimiento motor + filtro de aire                                       |
| <b>NCA 68</b>   | 16,514               | 13/01/2015             | 16129                   | 4 HRS                  | 11/05/2015    | Engrase general + cambio de filtro de aire + mantenimiento secador de aire |
| <b>NCA 69</b>   | 15,750               | 12/01/2015             | 15325                   | 5 HRS                  | 10/02/2015    | Mantenimiento corona + filtro de aire + engrase                            |
| <b>NCA 70</b>   | 11,387               | 31/01/2015             | 11269                   | 6 HRS                  | 15/02/2015    | Mantenimiento motor + filtro de aire                                       |
| <b>NCA 71</b>   | 15,873               | 20/01/2015             | 15577                   | 4 HRS                  | 09/02/2015    | Engrase + filtro de aire   |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla N° 34, el programa de mantenimiento preventivo de los volquetes tipo Volvo FMX 8x4, para cada unidad teniendo en consideración los horómetros de trabajo de cada unidad, programándolos semanalmente detallando los trabajos que se le debe realizar a las unidades con un determinado tiempo previsto.

#### **5.4.5. Mantenimiento correctivo de flota de camiones**

El mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues puede implicar el cambio de algunas piezas del equipo en caso de ser necesario.

#### **5.5. Dimensionamiento de flota de camiones**

Durante los años 2014 y hasta junio del 2015 el mineral extraído era transportado en su gran porcentaje a través de una vía en superficie hasta llegar a planta de tratamiento San Gerónimo para ello se contaba con una flota de 10 unidades más 1 en stand by, que suplía a cualquier unidad con algún problema mecánico que presentaba al momento de realizar el trabajo, para ello se simulo un cuadro de dimensionamiento de mineral que se presenta a continuación:

### 5.5.1. Resumen De Reporte Mensual

**TABLA 35**

**Muestra de data año 2014 y 2015 Producción Total de Mineral y Relave (Toneladas)**

| REPORTE MENSUAL | MINERAL        | RELAVE         | TOTAL TONELAJE MENSUAL |
|-----------------|----------------|----------------|------------------------|
|                 | TONELAJE TOTAL | TONELAJE TOTAL |                        |
| ene-14          | 54398.53       | 53803.92       | 108202.45              |
| feb-14          | 52119.62       | 32974          | 85093.62               |
| mar-14          | 58247.52       | 21904.27       | 80151.79               |
| abr-14          | 54348.49       | 9951           | 64299.49               |
| may-14          | 55606.23       | 34162          | 89768.23               |
| jun-14          | 55004.8        | 33234          | 88238.8                |
| jul-14          | 58873.21       | 39248          | 98121.21               |
| ago-14          | 61815.56       | 17365          | 79180.56               |
| sep-14          | 56764.59       | 0              | 56764.59               |
| oct-14          | 61100.76       | 43498          | 104598.76              |
| nov-14          | 58834.73       | 64952          | 123786.73              |
| dic-14          | 59512.65       | 38215          | 97727.65               |
| ene-15          | 61567.92       | 47232          | 108799.92              |
| feb-15          | 51197.21       | 27218          | 78415.21               |
| mar-15          | 64244.02       | 25885.41       | 90129.43               |
| abr-15          | 61355          | 23126          | 84481                  |
| may-15          | 47878.04       | 1891.02        | 49769.06               |

*Fuente: Elaboración propia*

Según la tabla N° 35, se muestra el tonelaje total transportado por las unidades de la contratista NCA SERVICIOS S.A.C., tanto para el mineral y relave.

### 5.5.2. Tonelaje Anual Transportado (Mineral Y Relave)

**Tabla 36**

**Resumen de tonelaje anual transportado (mineral y relave)**

| REPORTE MENSUAL   | MINERAL        | RELAVE         |
|-------------------|----------------|----------------|
|                   | TONELAJE TOTAL | TONELAJE TOTAL |
| ene-14-<br>dic-14 | 686626.69      | 389307.19      |
| dic-14-<br>may-15 | 286242.19      | 125352.43      |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla, el total de tonelaje transportado de mineral y relave, datos que se emplearan líneas más abajo para realiza el dimensionamiento de flota.



### 5.5.3. Dimensionamiento De Camiones Para El Transporte De Mineral

Cuando se inició el transporte por la rampa Saynocca se presentó el análisis que se realizó para la determinación teórica de los dimensionamientos de camiones FMX 8x4 y las propuestas que son el FMX 10x4 y el IVECO ASTRA estos dos después de un año donde ya se venía transportando el mineral por interior mina y ya no por el recorrido del 2014 que era por superficie, en donde se tiene:

**TABLA 37**

#### **Dimensionamiento de flota para mineral volvo FMX 8x4**

| <b>DIMENSIONAMIENTO DE MINERAL VOLVO FMX 8X4</b>       |                                       |                 |                  |
|--|---------------------------------------|-----------------|------------------|
| <b>N°</b>  | <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>CANTIDAD</b> | <b>UNIDAD</b>    |
| 1  | Tonelaje tratado por planta           | 2200            | TMS              |
| 2  | % de Humedad                          | 5.5             | %                |
| 3  | % de Seguridad                        | 5               | %                |
| 4  | Tonelaje a transportar por día        | 2431            | TMH              |
| 5  | N° de guardias por día                | 2               | Guardias         |
| 6  | Cuota por Guardia de Mineral          | 1215.5          | Toneladas        |
| 7  | Tonelaje por Viaje                    | 32              | Toneladas        |
| 8  | Viajes de mineral por guardia         | 38              | Viajes           |
| 9  | ciclo de mineral total                | 1.75            | Horas            |
| 10   | ciclo de mineral limpio               | 1.47            | Horas            |
| 11   | horas de trabajo efectivo por guardia | 8.5             | Horas            |
| 12   | N° de viajes por volquete             | 6               | Viajes           |
| <b>N° de volquetes para cubrir la cuota de mineral</b> |                                       | <b>7</b>        | <b>volquetes</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Según la tabla N° 37, se muestra el cálculo resumen del número de volquetes simulados que se requieren para el recorrido de superficie, el cual se tiene un ciclo de 1.75 horas y un total de 07 volquetes.



**FIG. 15 - "volquete Volvo FMX 8x4, en operación de descarga de mineral"**

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA 38****Dimensionamiento de flota para mineral volvo FMX 10x4**

| <b>DIMENSIONAMIENTO DE MINERAL VOLVO FMX 10X4</b>      |                                       |                 |                  |
|--|---------------------------------------|-----------------|------------------|
| <b>N°</b>  | <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>CANTIDAD</b> | <b>UNIDAD</b>    |
| <b>1</b>   | Tonelaje tratado por planta           | 2200            | TMS              |
| <b>2</b>   | % de Humedad                          | 5.5             | %                |
| <b>3</b>   | % de Seguridad                        | 5               | %                |
| <b>4</b>   | Tonelaje a transportar por día        | 2431            | TMH              |
| <b>5</b>   | N° de guardias por día                | 2               | Guardias         |
| <b>6</b>   | Cuota por Guardia de Mineral          | 1215.5          | Toneladas        |
| <b>7</b>   | Tonelaje por Viaje                    | 50              | Toneladas        |
| <b>8</b>   | Viajes de mineral por guardia         | 24              | Viajes           |
| <b>9</b>   | ciclo de mineral total                | 1.45            | Horas            |
| <b>10</b>  | ciclo de mineral limpio               | 1.32            | Horas            |
| <b>11</b>  | horas de trabajo efectivo por guardia | 8.5             | Horas            |
| <b>12</b>  | N° de viajes por volquete             | 6               | Viajes           |
| <b>N° de volquetes para cubrir la cuota de mineral</b> |                                       | <b>4</b>        | <b>volquetes</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Según la tabla N° 38, se muestra el cálculo resumen del número de volquetes simulados que se requieren para cumplir con el programa de transporte de mineral, el cual se tiene un ciclo de 1.45 horas y un total de 04 volquetes.



**FIG. 16 - "volquete Volvo FMX 10x4, en operación de descarga de mineral"**

*Fuente: Elaboración propia*

**TABLA 39****Dimensionamiento de flota para mineral IVECO ASTRA 8x6**

| <b>DIMENSIONAMIENTO DE MINERAL IVECO ASTRA</b>         |                                       |                 |                  |
|--|---------------------------------------|-----------------|------------------|
| <b>N°</b>  | <b>DESCRIPCION</b>                    | <b>CANTIDAD</b> | <b>UNIDAD</b>    |
| 1  | Tonelaje tratado por planta           | 2200            | TMS              |
| 2  | % de Humedad                          | 5.5             | %                |
| 3  | % de Seguridad                        | 5               | %                |
| 4  | Tonelaje a transportar por día        | 2431            | TMH              |
| 5  | N° de guardias por día                | 2               | Guardias         |
| 6  | Cuota por Guardia de Mineral          | 1215.5          | Toneladas        |
| 7  | Tonelaje por Viaje                    | 50              | Toneladas        |
| 8  | Viajes de mineral por guardia         | 24              | Viajes           |
| 9  | ciclo de mineral total                | 2.37            | Horas            |
| 10   | ciclo de mineral limpio               | 1.73            | Horas            |
| 11   | horas de trabajo efectivo por guardia | 8.5             | Horas            |
| 12   | N° de viajes por volquete             | 5               | Viajes           |
| <b>N° de volquetes para cubrir la cuota de mineral</b> |                                       | <b>5</b>        | <b>volquetes</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Según la tabla N° 39, se muestra el cálculo resumen del número de volquetes simulados que se requieren para cumplir con el programa de transporte de mineral, el cual se tiene un ciclo de 2.37 horas y un total de 05 volquetes.



**FIG. 17 - "volquete IVECO ASTRA 8x6, en operación de transporte de mineral"**

*Fuente: Elaboración propia*

## **5.6. CONTROLES EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CAMIONES**

### **5.6.1. Uso del sistema Dynafleet Truck Volvo**

El sistema Dynafleet de gestión de flotas es una herramienta importante empleada para aumentar la productividad de los camiones volvo, con ello es posible administrar a la flota según características de la operación, carga y ruta, haciendo un seguimiento en línea, en tiempo real y el consumo de combustible.

La aplicación clasifica a los conductores según su eficiencia de combustible total. Así determinará quién necesita formación sobre consumo eficaz de combustible. Los conductores también pueden realizar un seguimiento de su puntuación y compararse con los demás. De este modo, ahorrarán más combustible cuando estén en la carretera y tú ahorrarás costos y reducirás las emisiones de monóxido de carbono.

#### **5.6.1.1. Ejemplo De Informe Generado Por El Trip Manager**

El Trip Manager permite, a través de este informe, el seguimiento del historial del vehículo. Los datos mostrados son los totales acumulados del vehículo hasta el momento de la recolección. Los datos están disponibles a través de tablas y gráficos, en el mismo estándar del Informe de Jornada. El informe podrá ser generado para un grupo de vehículos, un vehículo específico o para todos los vehículos. También podrá ser visualizado en forma de tabla.

## Total relatório

**Dynafleet**  
TRIP MANAGER

**VOLVO**

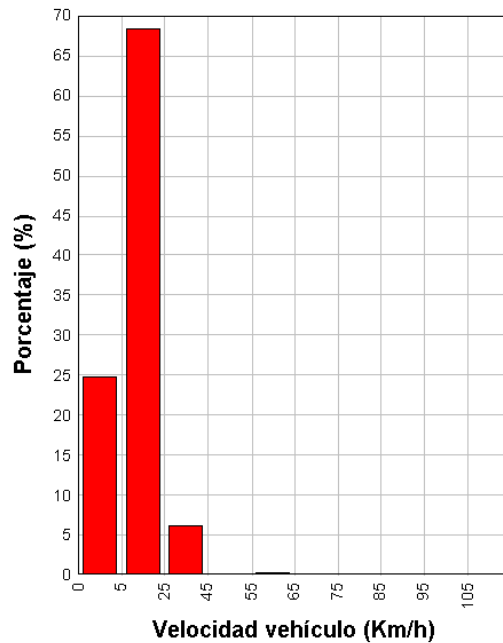
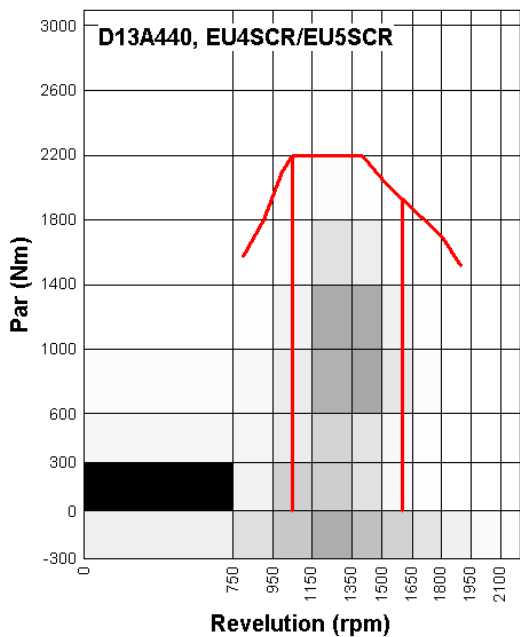
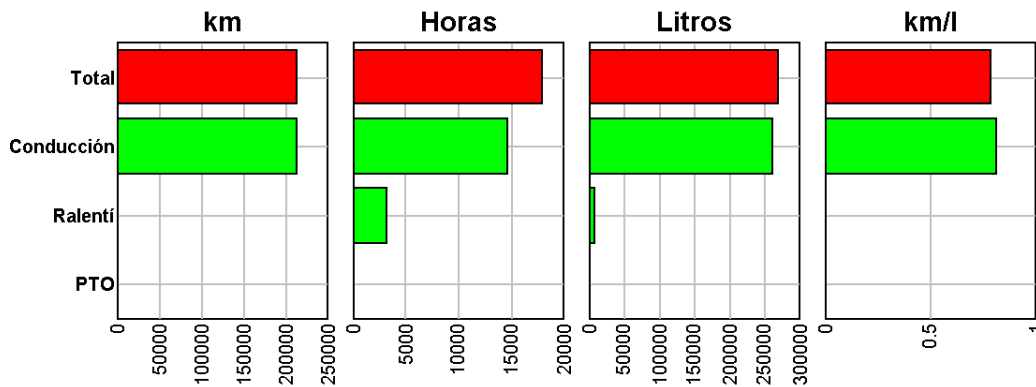
Vehículo: **NCA 68**

Tiempo carga: **13/05/2015**

Id. chasis: E 783275

Id. motor: VOLVO\*21300122P03\*11383514:2011-09-23  
21670298P01\*21025256P01\*21670207P01\*

|                   | km       | Horas    | Litros   | Km/h | km/l | l/hora | Recorrido/Tiempo |
|-------------------|----------|----------|----------|------|------|--------|------------------|
| <b>Total</b>      | 212728.1 | 17992:09 | 270806.5 | 11.8 | 0.79 | 15.05  | 100.0 %D         |
| <b>Conducción</b> | 212728.1 | 14654:51 | 261410.0 | 14.5 | 0.81 | 17.84  | 81.5 %T          |
| <b>Ralentí</b>    |          | 3160:09  | 8524.7   |      |      | 2.70   | 17.6 %T          |
| <b>PTO</b>        |          | 177:09   | 871.7    |      |      | 4.92   | 1.0 %T           |



17/09/2017 11:54:28 a.m.

Dynafleet Trip Manager 2.7.0004 , 21051874.P01

Página: 1 (1)

**FIG. 18 -- INFORME GENERADO POR EL TRIP MANAGER --**

*Fuente: VOLVO - Informe Generado Por El Trip Manager*

La parte superior del informe total presenta una tabla que demuestra el historial del vehículo seleccionado.

**A. Total:** registro de los valores totales del vehículo.

Condición del vehículo: Encendido conectado, velocidad  $>$  (mayor) o  $=$  (igual) a cero.

- Km: distancia total recorrida
- Horas: tiempo total transcurrido ( con el motor en funcionamiento)
- Litros: total de combustible consumido
- Km/h: velocidad media de la jornada (en función del tiempo total con el motor accionado)
- Km/L: media de consumo de combustible durante la jornada.(durante el viaje)

**B. Conducción:** considera los valores obtenidos con el vehículo en movimiento.

Condición: Encendido conectado y Velocidad  $>$  0 ( mayor que cero)

- Km: distancia total recorrida
- Horas: tiempo con el vehículo en movimiento
- Km/L: media de consumo de combustible con el vehículo en movimiento;
- Distancia / Tiempo: porcentaje del tiempo total de viaje en que el vehículo estuvo en movimiento.

**C. Ralentí:** considera los valores obtenidos con el vehículo en ralentí. Condición:

Encendido conectado y velocidad = 0 (igual a cero)

- Horas: tiempo con el vehículo en ralentí
- Litros: consumo de combustible en ralentí
- L/hora: consumo de combustible en ralentí por hora
- Distancia / Tiempo: porcentaje del tiempo total de la jornada en que el vehículo estuvo en ralentí.

**D. Función PTO:** considera los valores obtenidos con la toma de fuerza del vehículo accionada. Registra también el calentamiento del motor (arranque en frío) con rotación superior a 1100rpm.

- Horas: tiempo en que la toma de fuerza estuvo accionada
- Litros: consumo de combustible con la toma de fuerza accionada
- L/hora: consumo de combustible con la toma de fuerza accionada, por hora
- Distancia/tiempo: porcentaje del tiempo total de la jornada en que la toma de fuerza estuvo accionada.

**E. El gráfico de par motor:** demuestra cómo ha sido utilizado el par motor disponible en el motor. Las áreas que aparecen en tonos más oscuros representan las bandas de rotación más utilizadas. Este gráfico es de especial importancia para supervisar el estilo de conducción del vehículo. Para una mayor rentabilidad de la operación, el vehículo deberá ser conducido dentro de la banda de régimen económico. Este gráfico permite identificar eventuales irregularidades en el estilo de conducción y corregirlas

**F. El gráfico de velocidad** es la representación de las velocidades alcanzadas durante la jornada. El mismo presenta el porcentaje en que se mantuvo cada velocidad durante el trayecto. Con este gráfico es posible verificar si el vehículo ha sido conducido dentro del límite de velocidad establecido, sin colocar en riesgo la seguridad de la operación

#### **5.6.1.2. Consumo De Combustible**

En el cuadro que a continuación se mencionara líneas abajo, se detalla el consumo de combustible por mes que se emplea para el transporte de las unidades de la contratista NCA Servicios S.A.C.

**TABLA 40****Consumo de combustible**

| MES        | GL/HR | consumo galones | COMBUSTIBLE   | PU COMBUSTIBLE |
|------------|-------|-----------------|---------------|----------------|
| ENERO      | 4.31  | 36366           | \$ 160,374.06 | 4.41 \$/Gal    |
| FEBRERO    | 4.19  | 26770           | \$ 118,055.70 | 4.41 \$/Gal    |
| MARZO      | 4.29  | 30744           | \$ 135,581.00 | 4.41 \$/Gal    |
| ABRIL      | 4.62  | 30744           | \$ 135,581.00 | 4.41 \$/Gal    |
| MAYO       | 3.89  | 19244           | \$ 84,866.00  | 4.41 \$/Gal    |
| JUNIO      | 4.07  | 24050           | \$ 113,276.00 | 4.41 \$/Gal    |
| JULIO      | 4.18  | 27414           | \$ 79,595.00  | 4.18 \$/Gal    |
| AGOSTO     | 4.18  | 25899           | \$ 74,589.00  | 4.18 \$/Gal    |
| SEPTIEMBRE | 4.07  | 24512           | \$ 70,594.56  | 2.88 \$/Gal    |
| OCTUBRE    | 4.06  | 26902           | \$ 77,477.00  | 2.88 \$/Gal    |
| NOVIEMBRE  | 3.87  | 24431           | \$ 70,360.00  | 2.88 \$/Gal    |

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla N° 40, se muestra el consumo de combustible total de flota así como el valorizado correspondiente, según el precio unitario también presentado en la tabla.

**FIG.19 -" CONSUMO DE COMBUSTIBLE "**

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura N° 19, este presenta una tendencia de baja, ya que los precios unitarios disminuyeron por la puesta en marcha de la rampa Saynocca, el cual involucra un recorrido menor en el transporte de mineral.



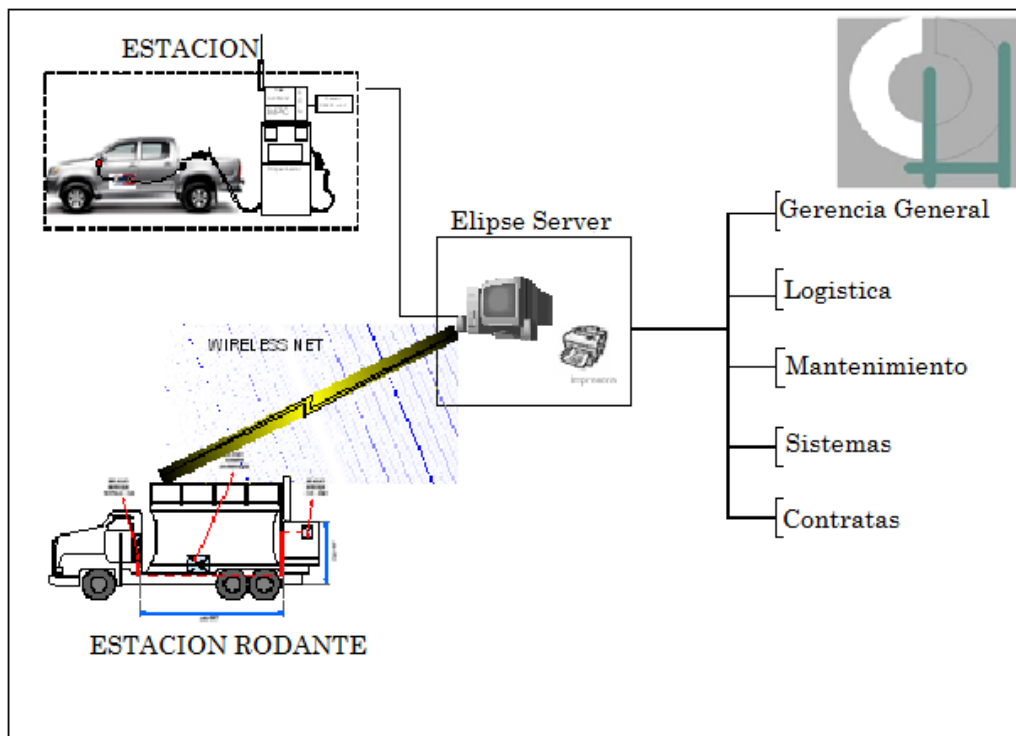
## **5.6.2. SISTEMATIZACIÓN DEL GRIFO MARINA (SISTEMA EASY FUEL PLUS)**

Como parte de la mejora continua en las operaciones de transporte la unidad minera Catalina Huanca a través de la empresa especializada ASSAC Automation Service SAC, empresa experta en la optimización y control para consumo de combustible y lubricantes los cuales realizaron los trabajos de sistematización en el grifo Marina, con los cuales se pretende mejorar en los siguientes aspectos:

- Mejorar en el control de Combustible en el proceso de abastecimiento.
- Reducir los tiempos de los abastecimientos, en algunas operaciones hemos logrado reducir el tiempo de abastecimientos entre 2 a 4 minutos al automatizar la toma de datos.
- Ser más eficientes en el llenado de los tanques de combustibles, ya que actualmente esto se realiza de manera manual.
- Mejorar la gestión al controlar los abastecimientos que se realizan en campo y conocer el consumo real de los diferentes equipos que tiene la operación.
- Se podrá identificar qué tipo de flota ha incrementado su consumo versus lo presupuestado.
- Se podrá bloquear un equipo o grupo equipos de flota con las fechas de caducidad desde un módulo de gestión, desde un entorno Web.
- El sistema debe controlar el proceso de abastecimiento a tal punto que asegurará el llenado de los tanques y apagará de manera automática la bomba de combustible.
- El sistema identificará los galones que han sido abastecidos.
- Identificará la hora de inicio y fin de un abastecimiento.
- Recolectará información relacionada con el equipo de flota como centro de costo, nombre coloquial, máximo galones a abastecer, mínima distancia recorrida, etc.
- Los abastecimientos sólo se realizarán a equipos autorizados que cuenten con el anillo.

### 5.6.2.1. Flujo De Sistema

Como se muestra en el siguiente grafico la generación de reportes por el abastecimiento de combustible se realizaba de manera manual, lo cual trae demoras y generación de colas de espera en las unidades, y por tanto estrés en los trabajadores ya que termina su guardia, con la implementación de la sistematización del grifo este reporte se realizara de manera automática, arrojando datos por vehículo, por cantidad de combustible, Por Centro de Costo.



**FIG.20 - "Flujo de sistema de entrega de informe de reportes de consumo de combustible"**  
*Fuente: Elaboración propia*

Con los cuales se lograron:

- Excelente control de consumos de combustibles.
- Evita robos de combustible, evita recargas no autorizadas, no hay posibilidad de llenar recipientes no autorizados.
- Automatización del proceso de registro y control de carga de combustible, no habiendo intervención humana.

- Autoservicio en la estación.
- Recolección de datos de manera automática: Placa, Centro de Costo, ruc, fecha de caducidad, etc.
- Ahorro de tiempo para el cierre de mes.
- A nivel internacional el sistema ha dado como resultado hasta un 30% de ahorro.

### **5.6.3. Mantenimiento de vías de transporte**

Por las vías, es por donde transitan los camiones estas en su gran porcentaje antes de la nueva ruta de transporte, se daba por vía superficie, los impactos más importantes en un buen mantenimiento de vías se van a ver en el consumo disminuido de combustible además que va a incrementar la vida del neumático.

Un neumático puede durar entre 4000 horas o algunas veces en un estándar de 6000 horas o también puede durar a 2000 horas esto se debe a las condiciones que están las Vías, las vías también tienen que ver en la seguridad, donde a veces pueden haber elementos no deseado, si no hay un buen diseño de Vías los camiones comienzan a tener problemas estructurales y los más importante, este mejora el confort de los operadores.



**FIG.21 - "MANTENIMIENTO DE VÍAS SUPERFICIE"**

*Fuente: Elaboración propia*

#### **5.6.4. Cambio De Flota De Camiones**

Todo diagnóstico situacional de la empresa minera y en nuestro caso de la mina Catalina Huanca S.A.C, presenta desafíos para elaborar el proceso de planeación, para esto se cuentan con indicadores claves de rendimiento. Los cuáles serán analizados mes a mes para el año 2015 y 2016, a fin de que nos sirva como línea de base para elaborar los objetivos y metas futuras.

Actualmente Catalina Huanca realiza el transporte del mineral y desmonte de interior mina mediante la empresa especializada NCA. Para este servicio se cuenta con 10 unidades VOLVO FMX 8x4. Siete de estas unidades se dedican al transporte de mineral de mina a planta, dos unidades al transporte de desmonte en interior mina y 1 equipo de stand by; con un transporte de mineral de 2100 tmh/día.

En la búsqueda de encontrar un equipo de mayor capacidad para nuestras condiciones de trabajo, en el mercado se ha encontrado un volquete de 46 TON. Este es el VOLVO FMX 10x4.

Se realizaron pruebas con el objetivo de incrementar la productividad y utilización de los equipos de transporte de mina. Mediante el reemplazo de los actuales volquetes de 32 TON, por volquetes de 46 TON, se busca la reducción de la flota. Además, esperamos menos tráfico en mina y un mejor tiempo de ciclo, de igual manera se presentaran las pruebas realizadas por el volquete IVECO ASTRA 8x6 de 50 TON.

##### **5.6.4.1. Camión Volvo FMX 10 X4 46 Ton**

###### **I. Descripción Del Monitoreo**

El monitoreo de la operatividad del Camión VOLVO 10x4 ha sido llevado entre el siguiente punto de carguío y descarga.

- Zonas de carguío de mineral: Tolva 405 y Tv 436

- Zona de descarga de mineral: Cancha Mineral (Planta) y Tolva de gruesos

El monitoreo del equipo abarco un total de 3 días, en este tiempo se ha obtenido un total de 04 viajes los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

**TABLA 41**  
**Número de viajes monitoreados volvo FMX 10x4**

| NÚMERO TOTAL DE VIAJES MONITOREADOS |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| FECHA                               | CÁMARA/TOLVA DE CARGUÍO |
| 20/09/2015                          | 1                       |
| 21/09/2015                          | 2                       |
| 22/09/2015                          | 1                       |
| TOTAL                               | 4                       |

*Fuente: Elaboración propia*

Se realizó 03 días de monitoreo al volquete VOLVO FMX 10x4, en el cual se tuvo un total de 04 viajes de muestra.

A la vez se realizó el pesado del equipo con el primer viaje de mineral que realizo de la Tolva 405, siendo este:

**TABLA 42**  
**Peso de ejes y Tara FMX 10x4**

| PESAJE EN BALANZA DIGITAL |            |                           |
|---------------------------|------------|---------------------------|
| VOLQUETE VOLVO FMX 10X4   |            |                           |
| Mediciones Balanza        | Peso (ton) | Peso Asumido Mínimo (ton) |
| 1er Eje                   | 6.94       |                           |
| 2do Eje                   | 9.35       |                           |
| 3er Eje                   |            | 20                        |
| 4to Eje                   | 18.08      |                           |
| 5to Eje                   | 14.12      |                           |
| Total ( peso neto)        |            | 68.49                     |
| Tara de volquete          |            | 21.16                     |
| <b>Total Mineral</b>      |            | <b>47.33</b>              |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla N° 42, las mediciones de las diferentes lecturas de pesos en los 05 ejes del volquete tipo volvo FMX 10x4, con una tara de la unidad de 21.16 TON, teniendo como muestra un peso del mineral transportado de 47.33 TON.

**TABLA 43****Resumen de control de pesos FMX 10x4**

| FECHA           | PESO (TON)   |
|-----------------|--------------|
| 20/09/2015      | 47.33        |
| 21/09/2015      | 55.31        |
| 21/09/2015      | 49.65        |
| 22/09/2015      | 47.93        |
| TOTAL           | 200.22       |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>50.05</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla N° 43, el resumen de los pesos de mineral durante los días de monitoreo del volquete tipo volvo FMX 10x4, con un promedio de 50.05 TON.

## II. Control Y Toma De Tiempos

Se realizaron muestreos de toma de datos a partir de la Cámara de carguío 436 y Cámara 200 hacia la cancha de mineral ubicada en planta, los cuadros realizados se tendrán en el anexo N° 01.

### A. Resumen De Tiempos Monitoreados

**TABLA 44****Resumen de control de pesos FMX 10x4**

| RESUMEN DE TIEMPOS MONITOREADOS |         |                             |                    |             |
|---------------------------------|---------|-----------------------------|--------------------|-------------|
| FECHA                           | CARGUIO | DEMORAS POR POSICIONAMIENTO | TOTAL CICLO LIMPIO | CICLO TOTAL |
| 20/09/2015                      | TV 405  | 0.16                        | 1.47               | 1.63        |
| 21/09/2015                      | TV 405  | 0.16                        | 1.29               | 1.45        |
| 21/09/2015                      | TV 436  | 0.07                        | 1.24               | 1.32        |
| 22/09/2015                      | TV 405  | 0.1                         | 1.29               | 1.39        |
| <b>TOTAL</b>                    |         | <b>0.5</b>                  | <b>5.29</b>        | <b>5.79</b> |
| <b>PROMEDIO</b>                 |         | <b>0.13</b>                 | <b>1.32</b>        | <b>1.45</b> |
| <b>PORCENTAJE</b>               |         | <b>9%</b>                   | <b>91%</b>         | <b>100%</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla N° 44, el resumen de los tiempos monitoreados desde los diferentes puntos de carguío, teniendo así un ciclo total de 1.45 horas.

### B. Velocidades Desarrolladas Por El Volquete

- **Velocidad desarrollado por el camión cargado**

Las velocidades medidas en los monitores se mostraran en el anexo N°02, teniendo como resultado:

- Cargado: negativo (11%) = 7.65 Km/Hr.
- Cargado: positivo (11%) = 7.43 Km/Hr.
- **Velocidad desarrollado por el camión vacío**
  - Vacío: negativo (11%) = 11.63 Km/Hr.
  - Vacío: positivo (11%) = 4.93 Km/Hr.
- **Velocidad en tramo recto**
  - Cargado: Tramo recto = 15.67 Km/Hr.
  - Vacío: Tramo recto = 20.13 Km/Hr.

### C. CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Después de haber concluido el monitoreo de la operación, se procedió a realizar el abastecimiento de combustible en Túnel Sur (cisterna COTERA) para verificar el consumo de combustible que realizo el volquete VOLVO 10x4, teniendo a continuación las siguientes mediciones:

**TABLA 45**  
**Resumen de control de combustible FMX 10x4**

| <b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b> |                |                    |                     |
|-------------------------------|----------------|--------------------|---------------------|
| <b>FECHA</b>                  | <b>Galones</b> | <b>CICLO TOTAL</b> | <b>Galones/Hora</b> |
| 20/09/2015                    | 9.8            | 1.47               | 6.67                |
| 21/09/2015                    | 10             | 1.29               | 7.75                |
| 21/09/2015                    | 7              | 1.24               | 5.63                |
| 22/09/2015                    | 9              | 1.29               | 7                   |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>35.8</b>    |                    |                     |
| <b>PROMEDIO</b>               | <b>8.95</b>    | <b>1.32</b>        | <b>6.76</b>         |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla N° 45, el resumen del consumo de combustible por día y total de la unidad volvo FMX 10x4 monitoreado, el cual tiene como promedio un consumo de 6.76 Gl/Hora.

#### **5.6.4.2. CAMIÓN IVECO ASTRA 8X6 50 TON**

Se presenta el seguimiento de operaciones del camión tipo ASTRA - IVECO 8x6 de 50 ton para ver la factibilidad de la incorporación de este tipo de volquetes a la realización del desarrollo en las operaciones de transporte de mineral en interior mina, en la unidad minera CATALINA HUANCA S.A.C.

Por el plazo de 10 días la MINERA CATALINA HUANCA S.A.C - Canarias ha establecido una prueba de operación para un Camión ASTRA – IVECO 8x6 de 50 TON con la finalidad de probar si es factible el ingreso de más unidades idénticas al trabajo de transporte desarrollado en interior mina.

Se realizara un monitoreo del equipo in-situ, con el fin de calcular diferentes parámetros, los cuales serán cruciales para la toma de decisión sobre el ingreso de una nueva flota de esta máquina en vez de las que ya se encuentran trabajando (VOLVO FMX 8X4 - 32 ton).

El objetivo de este estudio es monitorear la operación del camión ASTRA – IVECO 8x6 de 50 Ton en interior mina por un periodo total de 7 días, de esta manera se llegará a calcular los siguientes parámetros:

- Ciclo de transporte de mineral.
- Consumo de combustible.
- Velocidad de transporte cargado y vacío.



## I. DATOS DEL EQUIPO

El equipo monitoreado fue el Camión ASTRA – IVECO, con capacidad de 50 Ton.



| CARACTERISTICAS DEL EQUIPO MONITOREADO |              |
|--|--------------|
| MARCA                                  | :ASTRA-IVECO |
| MODELO                                 | : HD8 84.45  |
| PLACA                                  | :EEH 961     |
| CAPACIDAD                              | :50 Ton      |
| TARA                                   | :21.25 Ton   |

FIG.22 - "CARACTERISTICAS DE IVECO ASTRA 8X6 50 TON"

Fuente: Elaboración propia

## II. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO – CAMIÓN 50 TON

El monitoreo de la operatividad del Camión ASTRA 8x6 de 50 Ton ha sido llevado entre los siguientes puntos de carguío y descarga:

- Zonas de carguío de mineral: Tolva 436 (Nv 3030) y Camara 200 (Nv 3025)
- Zona de descarga de mineral: Cancha Mineral (Planta)

TABLA 46

Número total de viajes monitoreados IVECO 8x6

| Número total de viajes monitoreados |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| Fecha                               | Cámara/tolva de carguío |
| 10/09/2015                          | 1                       |
| 11/09/2015                          | 1                       |
| 12/09/2015                          | 1                       |
| 13/09/2015                          | 2                       |
| 14/09/2015                          | 1                       |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>6</b>                |

Fuente: Elaboración propia

El monitoreo del equipo ha abarcado un total de 5, en este tiempo se ha obtenido un total de 06 viajes los cuales están distribuidos en la tabla N° 43.

### III. Monitoreo De Pesos

Como parte del monitoreo se ha llevado un control periódico del peso cargado por el vehículo, por ello este ha sido pesado en una balanza portátil, los cuales se encuentran en el anexo N° 03.

**TABLA 47**  
**Pesos de viajes monitoreados IVECO 8x6**

| Pesos de viajes monitoreados |              |                        |                    |
|------------------------------|--------------|------------------------|--------------------|
| Fecha                        | Peso neto    | Tara de volquete (Ton) | Peso Mineral (Ton) |
| 10/09/2015                   | No se peso   |                        |                    |
| 11/09/2015                   | 60.32        | 21.25                  | 39.07              |
| 13/09/2015                   | 64.63        | 21.25                  | 43.38              |
| 13/09/2015                   | 61.87        | 21.25                  | 40.62              |
| 14/09/2015                   | 61.60        | 21.25                  | 40.35              |
| <b>PROMEDIO</b>              | <b>62.11</b> | <b>21.25</b>           | <b>40.86</b>       |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla N° 47, el resumen de los pesos de mineral durante los días de monitoreo del volquete tipo IVECO ASTRA 8x6, con un promedio de 40.86 TON.

### IV. Velocidad Desarrollado Por El Camión Cargado

- **Velocidad desarrollado por el camión cargado**

Las velocidades medidas en los monitores se mostraran en el anexo N°04, teniendo como resultado:

- Cargado: negativo (11%) = 8.48 Km/Hr.

- Cargado: positivo (11%) = 8.47 Km/Hr.

- **Velocidad desarrollado por el camión vacío**

- Vacío: negativo (11%) = 15.86 Km/Hr.

- Vacío: positivo (11%) = 9.69 Km/Hr.

- **Velocidad en tramo recto**

- Cargado: Tramo recto = 14.10 Km/Hr.

- Vacío: Tramo recto = 19.26 Km/Hr.

## V. Control Y Toma De Tiempos

Se realizaron muestreos de toma de datos a partir de la Cámara de carguío 436 y Cámara 200 hacia la cancha de mineral ubicada en planta, los cuales se mostraran en el anexo N° 05.

**TABLA 48**  
**Resumen de ciclos monitoreados IVECO 8x6**

| RESUMEN DE TIEMPOS MONITOREADOS |                             |                             |                    |             |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------|
| FECHA                           | DEMORAS POR POSICIONAMIENTO | DEMORAS POR ESPERA DE SCOOP | TOTAL CICLO LIMPIO | CICLO TOTAL |
| 11/09/2015                      | 0.23                        | 0.2                         | 1.58               | 2.01        |
| 13/09/2015                      | 0.13                        | 0.57                        | 1.97               | 2.67        |
| 13/09/2015                      | 0.12                        | 0.42                        | 1.81               | 2.34        |
| 14/09/2015                      | 0.11                        | 0.78                        | 1.56               | 2.45        |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>0.6</b>                  | <b>1.97</b>                 | <b>6.91</b>        | <b>9.48</b> |
| <b>PROMEDIO</b>                 | <b>0.15</b>                 | <b>0.49</b>                 | <b>1.73</b>        | <b>2.37</b> |
| <b>PORCENTAJE</b>               | <b>6%</b>                   | <b>21%</b>                  | <b>73%</b>         | <b>100%</b> |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla N° 48, el resumen de los tiempos de operación de monitoreo del volquete tipo IVECO ASTRA 8x6, el cual tiene un ciclo limpio de 1.73 Horas.

## VI. Consumo de combustible

Después de haber concluido el monitoreo de la operación del camión de 50 TON, se procedió a realizar el abastecimiento de combustible en túnel sur (cisterna COTERA) para verificar el consumo de combustible que realizo el volquete ASTRA – IVECO, teniendo a estos en el anexo N°06:

**TABLA 49**  
**Consumo de combustible IVECO 8x6**

| CONSUMO DE COMBUSTIBLE |              |             |              |
|------------------------|--------------|-------------|--------------|
| FECHA                  | Galones      | CICLO TOTAL | Galones/Hora |
| 11/09/2015             | 7.76         | 1.58        | 4.91         |
| 13/09/2015             | 8.04         | 1.97        | 4.08         |
| 13/09/2015             | 7.76         | 1.81        | 4.28         |
| 14/09/2015             | 8.08         | 1.56        | 5.17         |
| <b>TOTAL</b>           | <b>31.64</b> |             |              |
| <b>PROMEDIO</b>        | <b>7.91</b>  | <b>1.73</b> | <b>4.61</b>  |

*Fuente: Elaboración propia*

### 5.6.4.3. RESUMEN COMPARATIVO

**TABLA 50**

**Comparativo de mediciones de los diferentes volquetes de prueba**

| <b>TABLA COMPARATIVA</b>               |                               |                      |                       |                    |       |
|--|-------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------|
| <b>VOLQUETE</b>                        |                               | <b>VOLVO FMX 8x4</b> | <b>VOLVO FMX 10x4</b> | <b>IVECO-ASTRA</b> |       |
| <b>DIMENSIONES</b>                     | Largo (m)                     | 9.55                 | 9.619                 | 8.025              |       |
|  | Ancho (m)                     | 2.53                 | 2.53                  | 2.915              |       |
|  | Altura (m)                    | 2.843                | 2.843                 | 3.81               |       |
| <b>PESOS</b>                           | Peso Bruto (TON)              | 49.4                 | 66                    | 63                 |       |
|  | Peso Seco (TON)               | 17.4                 | 12.5                  | 13.57              |       |
|  | Capacidad de carga (TON)      | 32                   | 53.5                  | 49.43              |       |
|  | TARA DE VOLQUETE (TON)        | 18.46                | 21.16                 | 21.25              |       |
| <b>MOTOR</b>                           | CILINDRADA (dm <sup>3</sup> ) | 128                  | 128                   | 128                |       |
|  | POTENCIA (CV @ rpm)           | 480 @ 1400-1800      | 480 @ 1400-1800       | 540 @ 1900         |       |
|  | TORQUE (Nm @ rpm)             | 2400 @ 1050 - 1400   | 2400 @ 1050 - 1400    | 2350 @ 1000-1690   |       |
| <b>NEUMATICOS</b>                      |                               | 12R20                | 12R20                 | 14R20              |       |
| <b>TANQUE<br/>COMBUSTIBLE</b>          | Número de Tanques             | 1                    | 1                     | 1                  |       |
|  | Capacidad lts.                | 186                  | 255                   | 300                |       |
| <b>CICLO DE TIEMPO<br/>MINERAL</b>     | CICLO TOTAL (Hrs)             | 1.75                 | 1.45                  | 2.37               |       |
|  | CICLO LIMPIO (Hrs)            | 1.47                 | 1.32                  | 1.73               |       |
|  | DEMORAS OPERATIVAS            | 0.28                 | 0.13                  | 0.64               |       |
| <b>CONSUMO DE COMBUSTIBLE (Gal/Hr)</b> |                               | 4.1                  | 6.76                  | 4.61               |       |
| <b>VELOCIDADES<br/>km/Hr</b>           | <b>CARGADO</b>                | Pendiente Positiva   | 6.4                   | 7.43               | 8.47  |
|  |                               | Pendiente Negativa   | 7.8                   | 7.65               | 8.48  |
|  |                               | Tramo recto          | 14.6                  | 15.67              | 14.1  |
|  | <b>VACIO</b>                  | Pendiente Positiva   | 8.6                   | 4.93               | 9.69  |
|  |                               | Pendiente Negativa   | 10.6                  | 11.63              | 15.86 |
|  |                               | Tramo recto          | 17.6                  | 20.13              | 19.26 |

*Fuente: Elaboración propia*

Se muestra en la tabla N° 50, el resumen de los monitores de los dos tipos de volquetes (Volvo FMX 10x4 e IVECO ASTRA 8x6), mostrando en ello las dimensiones de cada equipo considerando también al actual volquete que realiza el transporte de mineral (Volvo FMX 8x4), así mismo el resumen de los pesos, los tipos de motor de cada unidad, la capacidad del tanque de combustible, el ciclo de recorrido, el consumo de combustible y las velocidades respectivas.

### 5.6.5. Construcción del proyecto de rampa Saynocca

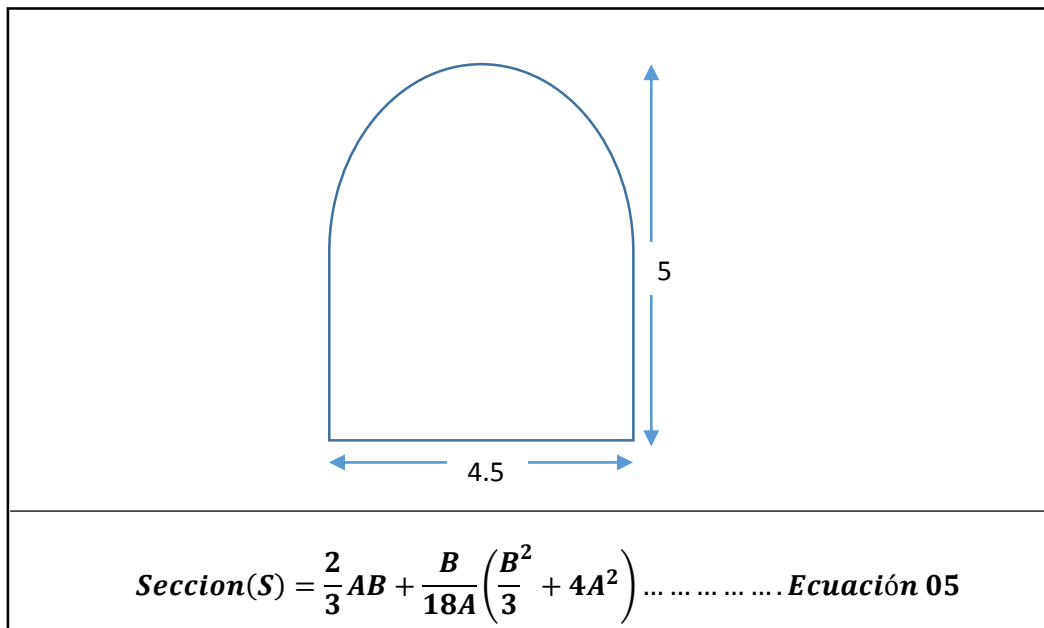
#### 5.6.5.1. Diseño de la malla de perforación

Para los posteriores cálculos se tomara en cuenta los siguientes datos:

- Eficiencia de perforación = 90 %
- Eficiencia de voladura = 90 %
- P.E mineral= 3 tm/m<sup>3</sup>
- P.E desmonte= 2.6 tm/m<sup>3</sup>

| EXPLOSIVOS                             | Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) |
|--|--------------------------------|
| Semexa de 65 % de 1 1/2"x8"            | 1.12                           |
| Exadit de 45 % de 7/8"x7"              | 1                              |
| ANFO(bolsa de polietileno de 7/8"x 3m) | 0.85                           |

#### a) Cálculo de la Sección



Donde:

- **A:** Ancho de la rampa
- **B:** Altura de la rampa

$$Seccion(S) = 20.41 m^2$$

**b) Cálculo del número de taladros**

$$N^{\circ} t = \left(\frac{P}{dt}\right) + (C \times S) \dots \dots \dots \text{Ecuación 06}$$

Donde:

- P : circunferencia o perímetro de la sección del túnel (en m), que se obtiene con la fórmula:

$$P = \sqrt{(A \times 4)} \dots \dots \dots \text{Ecuación 07}$$

- Donde A: ancho
- dt : distancia entre los taladros de la circunferencia o periféricos que usualmente es de:

| DUREZA DE ROCA | Distancia entre taladros (m) |
|----------------|------------------------------|
| Tenaz          | 0.50 a 0.55                  |
| Intermedia     | 0.60 a 0.65                  |
| Friable        | 0.70 a 0.75                  |

- c : coeficiente o factor de roca, usualmente de:

| DUREZA DE ROCA | Coeficiente de roca (m) |
|----------------|-------------------------|
| Tenaz          | 2.00                    |
| Intermedia     | 1.50                    |
| Friable        | 1.00                    |

- S : dimensión de la sección del túnel en m<sup>2</sup> (cara libre)

Hallando el número de taladro: considerando dureza de la roca intermedia

$$N^{\circ} t = \left(\frac{P}{dt}\right) + (C \times S) \dots \dots \dots \text{Ecuación 08}$$

$$N^{\circ} t = \left(\frac{4.24}{0.60}\right) + (1.50 \times 20.41) = 39$$

**c) Diseño de plantilla De perforación arranque del frente**

Estimando un diámetro grande en relación con la profundidad de taladro que permita al menos un avance de 95 % por disparo.



Entonces se tiene el Burden Práctico:

$$\text{Burden practico} = 0.32 - 0.0643 = 0.25 \text{ m}$$

- Roca semidura a dura:

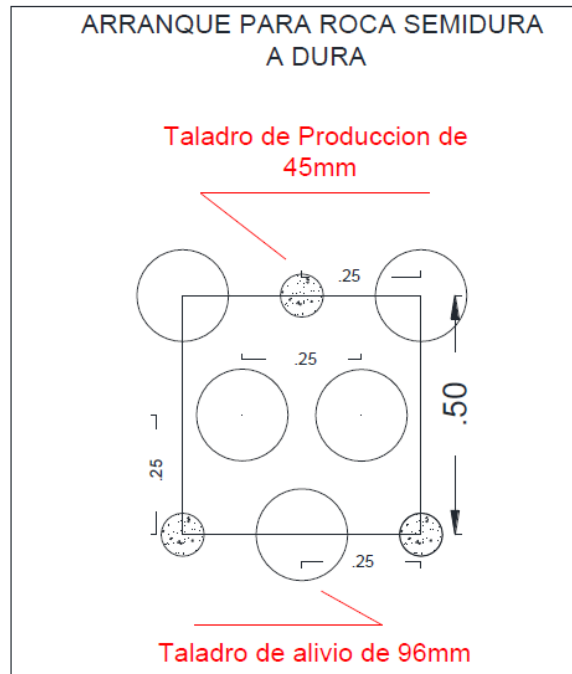


FIG.23 - "Burden practico de arranque para roca semidura a dura"  
Fuente: Área de perforación y voladura Catalina Huanca S.A.C.

Para cuadriláteros subsiguientes usaremos una relación práctica:

TABLA 51

Fórmula para el cálculo de Burden para ayudas

| SECCION DEL CORTE | VALOR DE BURDEN                      | LADO DE LA SECCION              |
|-------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| Primera           | $B1 = 1.5 \times \sqrt{2}$           | $B1 \times \sqrt{2}$            |
| Segunda           | $B2 = B1 \times \sqrt{2}$            | $1.5 \times B2 \times \sqrt{2}$ |
| tercera           | $B3 = 1.5 \times B2 \times \sqrt{2}$ | $1.5 \times B3 \times \sqrt{2}$ |
| Cuarta            | $B4 = 1.5 \times B3 \times \sqrt{2}$ | $1.5 \times B4 \times \sqrt{2}$ |

Fuente: Área de perforación y voladura Catalina Huanca S.A.C.

Hallando los Burden para las secuencia de salida:

$B1 = 0.25 \text{ m}$  (Arranque)

$B2 = 0.50 \text{ m}$  (Primer cuadrador)

$B3 = 0.75 \text{ m}$  (Segundo Cuadrador)



MALLA DE PERFORACION PARA SECCION DE 4.5 X 5.0 M

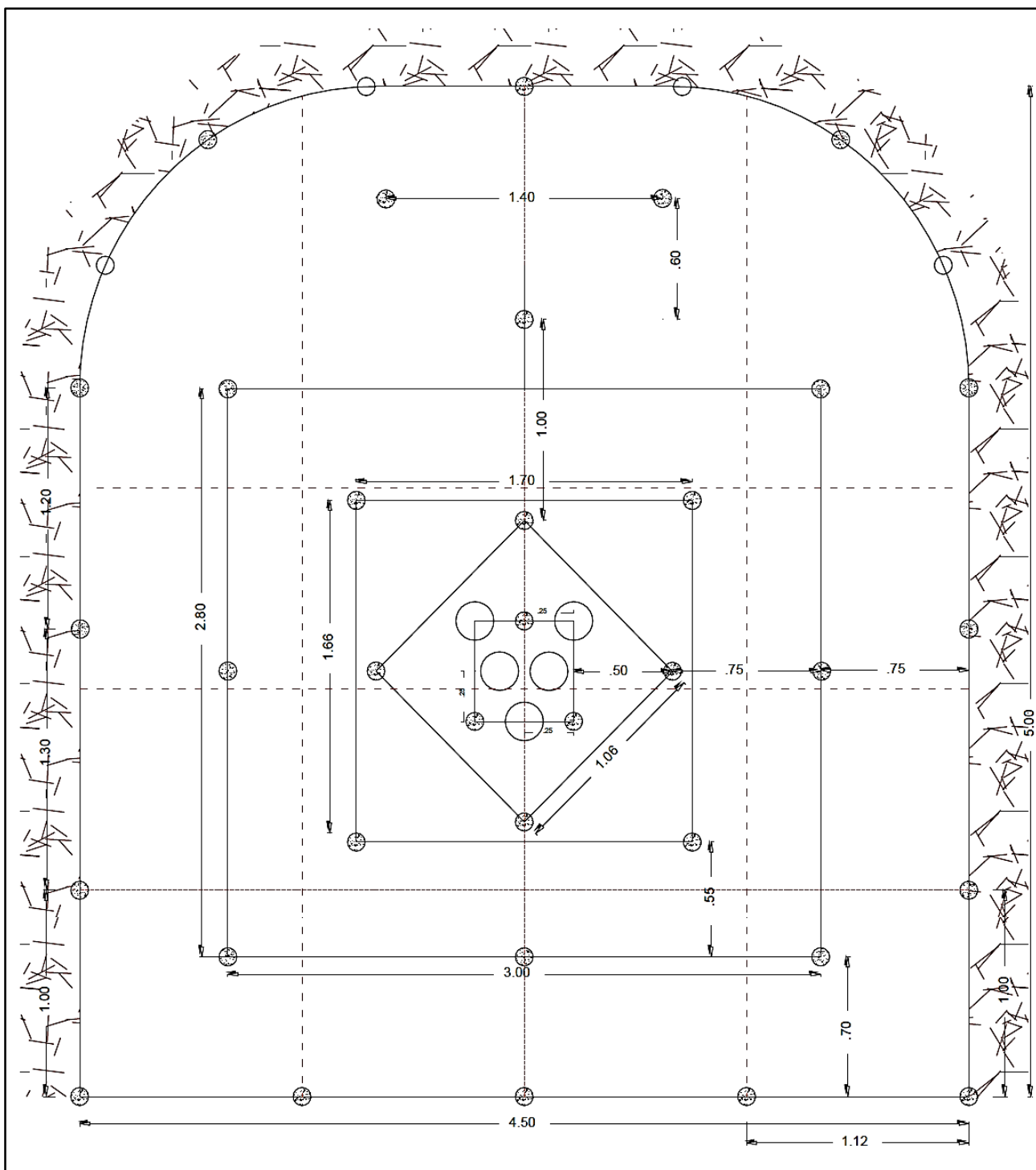


FIG.24 - " MALLA DE PERFORACIÓN DE LA RAMPA SAYNOCCA "

Fuente: Área de perforación y voladura Catalina Huanca S.A.C.

d) Distribución de carga

- Distribución De Taladros Sección (4.5 X 5.0) – Con Emulsión

**TABLA 52**

**Distribución de carga explosiva con Emulsión**

| <b>DISTRIBUCION DE TALADROS</b> | <b>N° Tal. Perf.</b> | <b>N° Tal Cargados</b> | <b>N° Cart. E 300 DE 11/4*12 (por taladro)</b> | <b>N° Cart. E1000 DE 1*8</b> | <b>N° Cart. E3000 DE 1*8</b> | <b>Total Cartuchos</b> |
|---------------------------------|----------------------|------------------------|--|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Alivio                          | 5                    |                        |  |                              |                              |                        |
| Corona (Alivios)                | 4                    |                        |  |                              |                              |                        |
| Arranque                        | 3                    | 3                      | 15   |                              |                              | 45                     |
| 1ra Ayuda                       | 4                    | 4                      | 13   |                              |                              | 52                     |
| 2da Ayuda                       | 4                    | 4                      | 13   |                              |                              | 52                     |
| 3ra Ayuda                       | 4                    | 4                      | 12   |                              |                              | 48                     |
| 4ta Ayuda                       | 4                    | 4                      | 12   |                              |                              | 48                     |
| Ayuda Corona                    | 2                    | 2                      | 10   |                              |                              | 20                     |
| Corona                          | 5                    | 5                      | 1  | 13                           |                              | 5                      |
| Hastiales                       | 4                    | 4                      | 1  |                              | 15                           | 4                      |
| Arrastre                        | 5                    | 5                      | 12   |                              |                              | 60                     |
| Cuneta                          | 0                    | 0                      | 0  |                              |                              | 0                      |
| <b>N° Cartuchos</b>             | <b>39</b>            | <b>35</b>              | <b>89</b>                                      | <b>13</b>                    | <b>15</b>                    | <b>334</b>             |
| <b>Peso (Kg)</b>                | <b>0</b>             | <b>0</b>               | <b>0</b>                                       | <b>7.07</b>                  | <b>6.58</b>                  | <b>90.75</b>           |

|                 |               |                |
|-----------------|---------------|----------------|
| Explosivo E3000 | <b>104.39</b> | <b>Kg/Disp</b> |
| F.C             | <b>33.48</b>  | <b>Kg/m</b>    |

*Fuente: Área de perforación y voladura Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 52, se muestra la distribución de carga explosiva tipo EMULSION, para los diferentes taladros según el diseño de malla de perforación, ya mencionada en la FIG.23, teniendo como efectividad un factor de carga de 33.48 kg/m, un promedio de 334 cartuchos que se emplearon en 39 taladros, con un peso total de explosivo de 90.75 Kg.

▪ **Distribución De Taladros Sección (4.5 X 5.0) – Con ANFO**

**TABLA 53**

**Distribución de carga explosiva con ANFO**

| DISTRIBUCION DE TALADROS | N° Tal. Perf. | N° Tal Cargados | N° Cart. E 300 DE 11/4*12 (por taladro) | ANFO (Kg/Tal) | N° Cart. E1000 DE 1*8 | N° Cart. E3000 DE 1*8 | Total de ANFO (Kg) | Total Cartuchos |
|--------------------------|---------------|-----------------|---|---------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Alivio                   | 5             |                 |   |               |                       |                       |                    |                 |
| Corona (Alivios)         | 4             |                 |   |               |                       |                       |                    |                 |
| Arranque                 | 3             | 3               | 1                                       | 4             |                       |                       | 12                 | 3               |
| 1ra Ayuda                | 4             | 4               | 1                                       | 3.8           |                       |                       | 15.2               | 4               |
| 2da Ayuda                | 4             | 4               | 1                                       | 3.8           |                       |                       | 15.2               | 4               |
| 3ra Ayuda                | 4             | 4               | 1                                       | 3.2           |                       |                       | 12.8               | 4               |
| 4ta Ayuda                | 4             | 4               | 1                                       | 3.2           |                       |                       | 12.8               | 4               |
| Ayuda Corona             | 2             | 2               | 1                                       | 3             |                       |                       | 6                  | 2               |
| Corona                   | 5             | 5               | 0                                       | 1             | 2                     |                       | 5                  | 0               |
| Hastiales                | 4             | 4               | 1                                       |               |                       | 15                    | 0                  | 4               |
| Arrastre                 | 5             | 5               | 13                                      |               |                       |                       | 0                  | 65              |
| Cuneta                   | 0             | 0               | 0                                       |               |                       |                       | 0                  | 0               |
| <b>N° Cartuchos</b>      | <b>39</b>     | <b>35</b>       | <b>20</b>                               | <b>22</b>     | <b>2</b>              | <b>15</b>             | <b>0</b>           | <b>90</b>       |
| <b>Peso (Kg)</b>         | <b>0</b>      | <b>0</b>        | <b>0</b>                                | <b>0</b>      | <b>7.07</b>           | <b>6.58</b>           | <b>79</b>          | <b>90.75</b>    |

|                 |       |         |
|-----------------|-------|---------|
| Explosivo E3000 | 32.12 | Kg/Disp |
| Explosivo ANFO  | 79    | Kg/Disp |
| F.C             | 35.64 | Kg/m    |

*Fuente: Área de perforación y voladura Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 53, se muestra la distribución de carga explosiva tipo ANFO, para los diferentes taladros según el diseño de malla de perforación, ya mencionada en la FIG.23, teniendo como efectividad un factor de carga de 35.64 kg/m, un promedio de 90 cartuchos que se emplearon en 39 taladros, con un peso total de explosivo de 90.75 Kg, entre ANFO Y EMULSION.

▪ **Distribución De Taladros Sección (4.5 X 5.0) – Con DINAMITA**

**TABLA 54**

**Distribución de carga explosiva con dinamita Semexa**

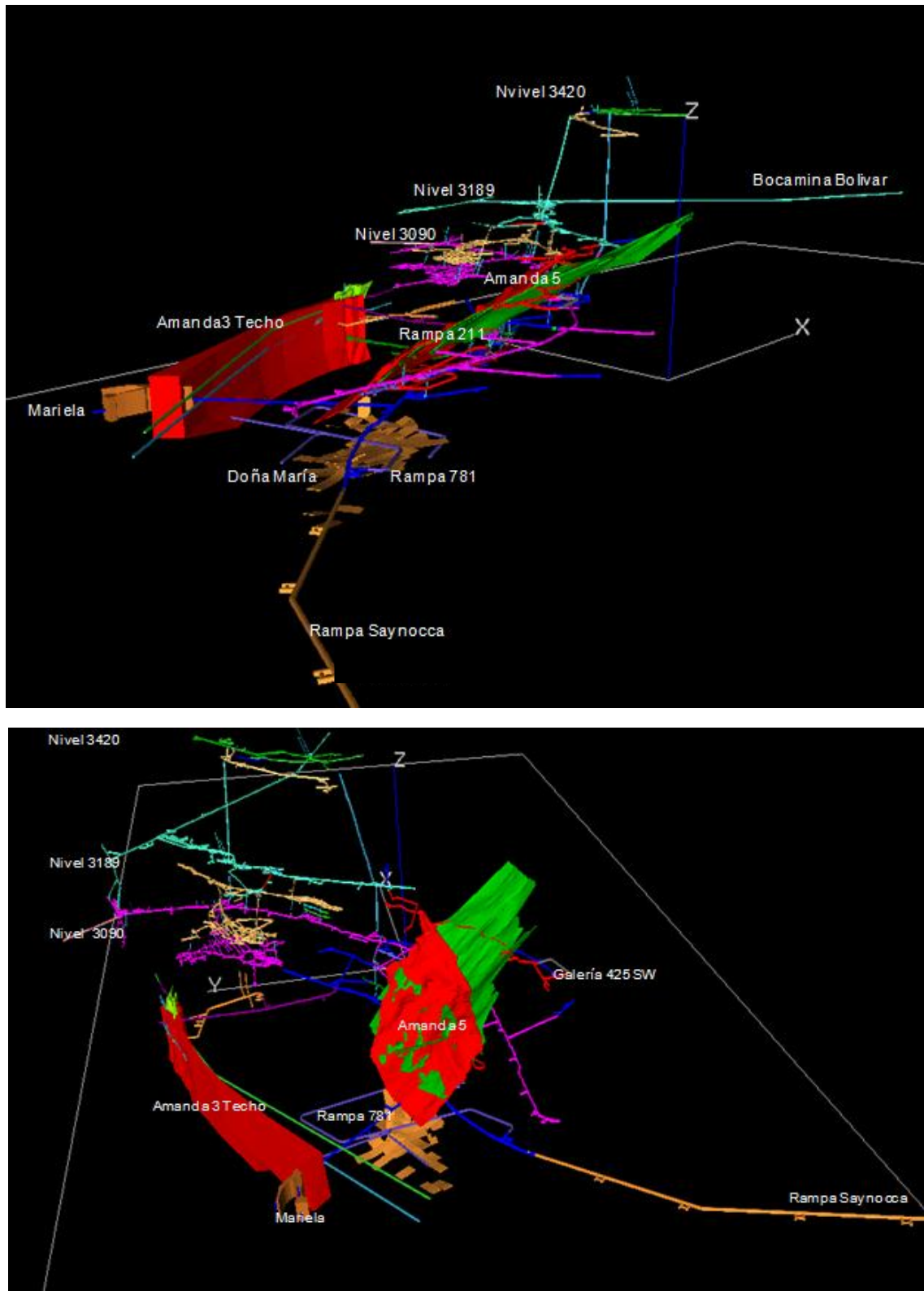
| DISTRIBUCION DE TALADROS | N° Tal. Perf. | N° Tal Cargados | N° Cart. SEMEXSA 65% 1 1/2*8 (por taladro) | N° Cart. EXADIT 45% 7/8*7 | N° Cart. SEMEXA 65% 7/8*7 | Total Cartuchos |
|--------------------------|---------------|-----------------|--|---------------------------|---------------------------|-----------------|
| Alivio                   | 4             |                 |  |                           |                           |                 |
| Corona (Alivios)         | 4             |                 |  |                           |                           |                 |
| Arranque                 | 3             | 3               | 15   |                           |                           | 45              |
| 1ra Ayuda                | 4             | 4               | 13   |                           |                           | 52              |
| 2da Ayuda                | 4             | 4               | 13   |                           |                           | 52              |
| 3ra Ayuda                | 4             | 4               | 12   |                           |                           | 48              |
| 4ta Ayuda                | 4             | 4               | 12   |                           |                           | 48              |
| Ayuda Corona             | 2             | 2               | 10   |                           |                           | 20              |
| Corona                   | 5             | 5               | 2  | 12                        |                           | 10              |
| Hastiales                | 4             | 4               | 2  |                           | 12                        | 8               |
| Arrastre                 | 5             | 5               | 12   |                           |                           | 60              |
| Cuneta                   | 0             | 0               | 0  |                           |                           | 0               |
| <b>N° Cartuchos</b>      | <b>39</b>     | <b>35</b>       | <b>91</b>                                  | <b>60</b>                 | <b>48</b>                 | <b>343</b>      |
| <b>Peso (Kg)</b>         | <b>0</b>      | <b>0</b>        | <b>0</b>                                   | <b>4.57</b>               | <b>3.9</b>                | <b>89.32</b>    |

|                           |       |         |
|---------------------------|-------|---------|
| <b>Explosivo DINAMITA</b> | 97.79 | Kg/Disp |
| <b>F.C</b>                | 31.53 | Kg/m    |

*Fuente: Área de perforación y voladura Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 54, se muestra la distribución de carga explosiva tipo DINAMITA SEMEXA, para los diferentes taladros según el diseño de malla de perforación, ya mencionada en la FIG.23, teniendo como efectividad un factor de carga de 31.53 kg/m, un promedio de 343 cartuchos que se emplearon en 39 taladros, con un peso total de explosivo de 89.32 Kg,

### 5.6.5.2. Vista Isométrica De Cuerpos y La Rampa Saynocca



**FIG.25 - "VISTAS ISOMÉTRICAS DE LA RAMPA SAYNOCCA Y ZONAS DE EXPLOTACIÓN"**

### 5.6.5.3. Presupuesto para la construcción rampa

**TABLA 55**

**Presupuesto para la construcción de la rampa Saynocca**

| DESCRIPCIÓN                                 | UNID. | Cantd. | Incid. | Precio (US \$) | Parcial (US \$/m) | Sub Total (US \$/m) | Total (US \$/m) |
|---|-------|--------|--------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------|
| <b>1.- MANO DE OBRA</b>                     |       |        |        |                |                   | <b>210.143</b>      | <b>210.143</b>  |
| Operador de jumbo                           | HH    | 11.25  | 0.333  | 122.1          | 40.7              |                     |                 |
| Ayudante operador de jumbo                  | HH    | 11.25  | 0.333  | 77.99          | 25.997            |                     |                 |
| Operador de scoop                           | HH    | 11.25  | 0.333  | 106.84         | 35.613            |                     |                 |
| Operario cargador                           | HH    | 11.25  | 0.333  | 83.76          | 27.92             |                     |                 |
| Ayudante Cargador                           | HH    | 11.25  | 0.333  | 77.99          | 25.997            |                     |                 |
| Operario servicios mina                     | HH    | 11.25  | 0.333  | 83.76          | 27.92             |                     |                 |
| Ayudante Servicios mina                     | HH    | 11.25  | 0.333  | 77.99          | 25.997            |                     |                 |
| <b>2.- MATERIALES:</b>                      |       |        |        |                |                   |                     | <b>79.982</b>   |
| <b>Aceros de perforación</b>                |       |        |        |                |                   | <b>46.78</b>        |                 |
| Barra 14.0´                                 | Unid  | 1      | 0.048  | 435            | 6.998             |                     |                 |
| Broca Botón 45 mm                           | Unid  | 1      | 0.579  | 99             | 19.111            |                     |                 |
| Broca Rimador 4"                            | Unid  | 1      | 0.121  | 245            | 9.853             |                     |                 |
| Adaptador piloto R32                        | Unid  | 1      | 0.121  | 150            | 6.033             |                     |                 |
| Shank Adapter 1838                          | Unid  | 1      | 0.04   | 221            | 2.963             |                     |                 |
| Coupling R38-R32                            | Unid  | 1      | 0.08   | 68             | 1.823             |                     |                 |
| <b>Accesorios de Perforación y Voladura</b> |       |        |        |                |                   | <b>15.509</b>       |                 |
| Mangueras de lona de 1" 100 PSI             | mt    | 25     | 0.012  | 3.9            | 0.386             |                     |                 |
| tubo de pvc x 3 m                           |       |        |        |                |                   |                     |                 |
| Abrazadera de 1"                            | Unid  | 2      | 0.012  | 5              | 0.04              |                     |                 |
| Valvula de 2"                               | Unid  | 1      | 0.012  | 65.77          | 0.26              |                     |                 |
| Valvula de 1"                               | Unid  | 1      | 0.012  | 18.8           | 0.074             |                     |                 |
| Copas de afilado                            | Unid  | 1.29   | 0.024  | 145            | 1.481             |                     |                 |
| Cancamo Energia                             | Unid  | 1      | 1      | 4.63           | 1.543             |                     |                 |
| Cancamo RH - Aire y Agua                    | Unid  | 1      | 1      | 7.22           | 2.407             |                     |                 |
| Cancamo Ventilación                         | Unid  | 1      | 1      | 4.63           | 1.543             |                     |                 |
| Manguera Antiestatica                       | mt    | 1      | 0.012  | 14.39          | 0.057             |                     |                 |
| Tubería de Polietileno HDPE 2" Diámetro     | mt    | 6      | 2      | 3.27           | 6.54              |                     |                 |
| Brida Vitaulic 2"                           | Unid  | 1      | 0.012  | 11.5           | 0.046             |                     |                 |
| Aceite de perforación Torcula 150           | gln   | 0.3    | 1      | 8.64           | 0.864             |                     |                 |
| Alambre negro N° 08                         | Kg.   | 0.5    | 1      | 1.61           | 0.268             |                     |                 |
| <b>Accesorios de Ventilación</b>            |       |        |        |                |                   | <b>4.4</b>          |                 |
| Manga de ventilación 24"                    | mt    | 1      | 1      | 4.4            | 4.4               |                     |                 |
| <b>Herramientas Manuales</b>                | Glb.  | 1      | 1      | 11.64          | 3.88              | <b>3.88</b>         |                 |
| <b>Implementos de seguridad</b>             | Glb.  | 7      | 1      | 3.32           | 7.738             | <b>7.738</b>        |                 |
| <b>Lámparas mineras</b>                     | Glb.  | 7      | 0.033  | 21.53          | 1.675             | <b>1.675</b>        |                 |
| <b>3.- EQUIPOS:</b>                         |       |        |        |                |                   | <b>282.351</b>      | <b>282.351</b>  |
| Jumbo 1 Brazo                               | Hm    | 4      | 1.333  | 108.89         | 145.187           |                     |                 |
| Scoop 6.0 Yd3                               | Hm    | 3.75   | 1.25   | 103.44         | 129.3             |                     |                 |
| Jackleg                                     | PP    | 3      | 1      | 0.101          | 0.101             |                     |                 |
| Ventilador 30,000 CFM                       | Hm    | 3.4    | 1.133  | 2.99           | 3.389             |                     |                 |
| Cargador de anfo                            | gdia. | 1      | 0.333  | 4.88           | 1.627             |                     |                 |
| Bomba sumergible                            | Hm    | 3.6    | 1.2    | 2.29           | 2.748             |                     |                 |
| <b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>                  |       |        |        |                |                   |                     | <b>572.476</b>  |

|                        |      |       |        |      |        |               |                |
|------------------------|------|-------|--------|------|--------|---------------|----------------|
| <b>4.- EXPLOSIVOS:</b> |      |       |        |      |        | <b>59.424</b> | <b>59.424</b>  |
| Emulex x 1 x 7         | Kg.  | 9.72  | 3.241  | 2.16 | 6.984  |               |                |
| Emulex1.1/2 x 7        | Kg.  | 23.9  | 7.966  | 2    | 15.931 |               |                |
| ANFO                   | Kg.  | 83.82 | 27.941 | 0.67 | 18.721 |               |                |
| Pentacord              | mt   | 30    | 10     | 0.18 | 1.75   |               |                |
| Carmex                 | Unid | 2     | 0.667  | 0.61 | 0.405  |               |                |
| Fanel                  | Unid | 35    | 11.667 | 1.34 | 15.633 |               |                |
| <b>5.- UTILIDADES:</b> |      | 10%   |        |      |        | <b>63.19</b>  | <b>63.19</b>   |
| <b>6.- COSTO TOTAL</b> |      |       |        |      |        |               | <b>695.091</b> |

*Fuente: Área de Proyectos Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 55, se muestra la distribución del presupuesto realizado para la ejecución del proyecto de la Rampa Saynocca, en el cual se tiene un total de costo directo de 572.47 US\$/m y un costo total de 695.09 US\$/m, se tuvo en consideración un rendimiento de 03m/guardia, con 11.25 horas por guardia para los cálculos de incidencia.

**Tabla 56**

**Resumen de presupuesto para la construcción de la rampa Saynocca**

| <b>CUADRO RESUMEN</b> |               |                   |             |
|-----------------------|---------------|-------------------|-------------|
| <b>DESCRIPCION</b>    | <b>PRECIO</b> |                   | <b>%</b>    |
| MANO DE OBRA          | 210.14        | US \$ / m.        | 30.2%       |
| MATERIALES:           | 79.98         | US \$ / m.        | 11.5%       |
| EQUIPOS:              | 282.35        | US \$ / m.        | 40.6%       |
| EXPLOSIVOS:           | 59.42         | US \$ / m.        | 8.5%        |
| UTILIDADES:           | 63.19         | US \$ / m.        | 9.1%        |
| <b>TOTAL</b>          | <b>695.09</b> | <b>US \$ / m.</b> | <b>100%</b> |

*Fuente: Área de Proyectos Catalina Huanca S.A.C.*

En la tabla N° 56, se muestra el resumen de la distribución del presupuesto realizado para la ejecución del proyecto de la Rampa Saynocca, en el cual se tiene que la mayor parte del presupuesto se dará en la utilización de equipos representando este un 40%, seguido de la mano de obra con un 30%, siendo estos los precios más resaltantes dentro de todo el proyecto,

## 5.7. PROCESO DE ANÁLISIS DEL TRANSPORTE PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD

### 5.7.1. Concepto de productividad

La productividad es la capacidad de producir más con menos recursos. Esto redundará en un costo bajo mediante la cantidad adecuada de equipos ya sea de carguío como de transporte que permita presupuestos menores.

$$\frac{\$}{Tn} = \frac{\$/Hr}{Tn/Hr} = \frac{\text{Costo Horario}}{\text{Productividad}} \dots \dots \dots \text{Ecuación 12}$$

Así mismo podemos mencionar algunos aspectos que afectan la productividad en minería:

- Que tengamos procesos de bajos costos para extraer minerales de baja ley en forma económica.
- El capital invertido en la operación o una mina que cuenta con equipos modernos con tecnologías de última generación tienen mayor productividad que una mina con tecnología vieja.
- Dureza del mineral, a mayor dureza del mineral se va a requerir más molienda, por lo que la productividad se reduce.
- La disponibilidad de agua.
- Aspectos ambientales y de salud.
- Los ratios desmonte – mineral, a mayor razón de desmonte – mineral la productividad se reduce.
- La distancia de transporte de desmonte y mineral, a mayor distancia de transporte se reduce la productividad.
- La productividad laboral, en el caso de la industria del cobre, se expresa como toneladas de cobre fino producido (producto) dividido por el número de trabajadores (requerimiento de recursos humanos) jornada completa equivalente necesarios para producir dicha tonelada.



### 5.7.2. Ciclado de tiempo de los camiones

Para el presente, se considero como ciclo de transporte de mineral para el estudio, los siguientes parametros:

- *Tiempo de Ida (unidad cargada) – T.I*
- *Tiempo de retorno (Unidad vacia) – T.R*
- *Tiempo de carguio (Tolvas o Scooptram) – T.C*
- *Tiempo de descarga en tolva de gruesos – Planta San Jeronimo - T.D*
- *Tiempo de pesaje (unidades cargadas con mineral) – T.P*
- *Tiempo de entolderado – T.E*
- *Tiempo de desentolderado – T.DS*

De la cual se obtiene:

$$T.Ciclo/volquete = T.I. + T.R + T.C + T.D + T.P. + T.E + T.DS ..... Ecuación 13$$

#### **A. CICLO DE TRANSPORTE DE MINERAL POR BOLIVAR, VOLVO FMX**

##### **8x4.**

Se presentara las mediciones de seguimientos realizados en los monitores de control de tiempo de los volquetes de transporte de mineral VOLVO FMX 8x4, estos por la ruta por superficie, ver anexo N° 07, en el cual se tiene un ciclo de **2.75 Hrs/Ciclo.**

#### **B. CICLO DE TRANSPORTE DE MINERAL POR TUNEL SUR VOLVO FMX**

##### **8x4**

Se presentara las mediciones de seguimientos realizados en los monitores de control de tiempo de los volquetes de transporte de mineral VOLVO FMX 8x4, estos por la ruta de interior mina a través de la Rampa Saynocca, ver anexo N° 08, en el cual se tiene un ciclo de **1.75 Hrs/Ciclo.**

#### **C. CICLO DE TRANSPORTE DE MINERAL POR TUNEL SUR VOLVO FMX**

##### **10x4**

Se presentara las mediciones de seguimientos realizados en los monitores de control de tiempo de los volquetes de transporte de mineral VOLVO FMX 10x4, estos por la ruta

de interior mina a través de la Rampa Saynocca, ver anexo N° 09, en el cual se tiene un ciclo de **1.54 Hrs/Ciclo**.

#### **D. RESUMEN DE CICLO DE TRANSPORTE DE MINERAL**

- transporte de mineral por bolivar, volvo 8x4 = **2.75 Hrs/Ciclo**
- transporte de mineral por Tunel Sur, volvo 8x4 = **1.75 Hrs/Ciclo**
- transporte de mineral por Tunel Sur, volvo 10x4 = **1.54 Hrs/Ciclo**

#### **5.7.3. Distancias de transporte de zona de carguío**

En el cuadro siguiente se realizan las mediciones de distancias para las respectivas mediciones de ciclado de mineral, en el primer caso los volvo FMX 8x4 recorren la distancia de 16.46 km, el cual 12.7 km lo realiza por la via de superficie y el resto por interior mina; en el segundo caso las mismas unidad volvo FMX 8x4 recorren un promedio de 6.32 km, el cual ya gran parte de ello es por interior mina, solo 2.3 km es el recorrido de la via por superficie hasta la planta concentradora.

**TABLA 57**  
**Resumen de distancias de transporte de mineral**

| <b>DISTANCIAS TRANSPORTE DE MINERAL</b> |                         |                        |
|---|-------------------------|------------------------|
| <b>UNIDAD</b>                           | <b>DESCRIPCION</b>      | <b>DISTANCIAS (Km)</b> |
| VOLVO FMX 8X4                           | Transporte por Bolívar  | 16.46                  |
| VOLVO FMX 8X4                           | Transporte por Saynocca | 6.32                   |
| VOLVO FMX 10X4                          | Transporte por Saynocca | 6.32                   |

*Fuente: Área de Planeamiento Catalina Huanca S.A.C.*

#### 5.7.4. Toneladas Métricas Transportadas

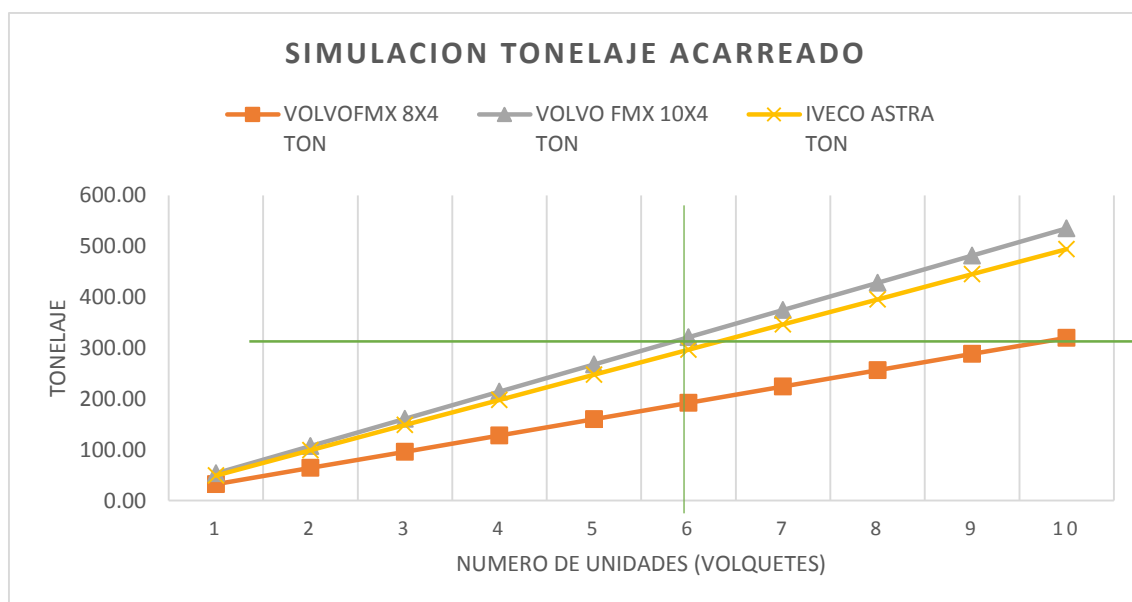
**TABLA 58**

**Simulación de toneladas métricas transportadas**

| SIMULACION DE TONELAJES ACARREADO |                  |                    |                 |
|-----------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| NUMERO DE VOLQUETES               | VOLVOFMX 8X4 TON | VOLVO FMX 10X4 TON | IVECO ASTRA TON |
| 1                                 | 32.00            | 53.50              | 49.43           |
| 2                                 | 64.00            | 107.00             | 98.86           |
| 3                                 | 96.00            | 160.50             | 148.29          |
| 4                                 | 128.00           | 214.00             | 197.72          |
| 5                                 | 160.00           | 267.50             | 247.15          |
| 6                                 | 192.00           | 321.00             | 296.58          |
| 7                                 | 224.00           | 374.50             | 346.01          |
| 8                                 | 256.00           | 428.00             | 395.44          |
| 9                                 | 288.00           | 481.50             | 444.87          |
| 10                                | 320.00           | 535.00             | 494.30          |

*Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.*

En la tabla N° 58, se presenta las simulaciones realizadas para los 03 diferentes tipos de volquetes tomando en cuenta los pesajes realizados en los monitoreos ya mencionados anteriormente en los capítulos mostrado en el cuadro resumen de la tabla N° 47.



**FIG.26 - "Simulación de tonelaje acarreado"**

*Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.*

En la figura N° 24 se puede observar que el volquete Volvo FMX 10x4, según los datos transporta la mayor cantidad de mineral con respecto al actual FMX 8x4 e IVECO, empleando menos unidades.

### 5.7.5. Cumplimiento de programa de producción de mineral

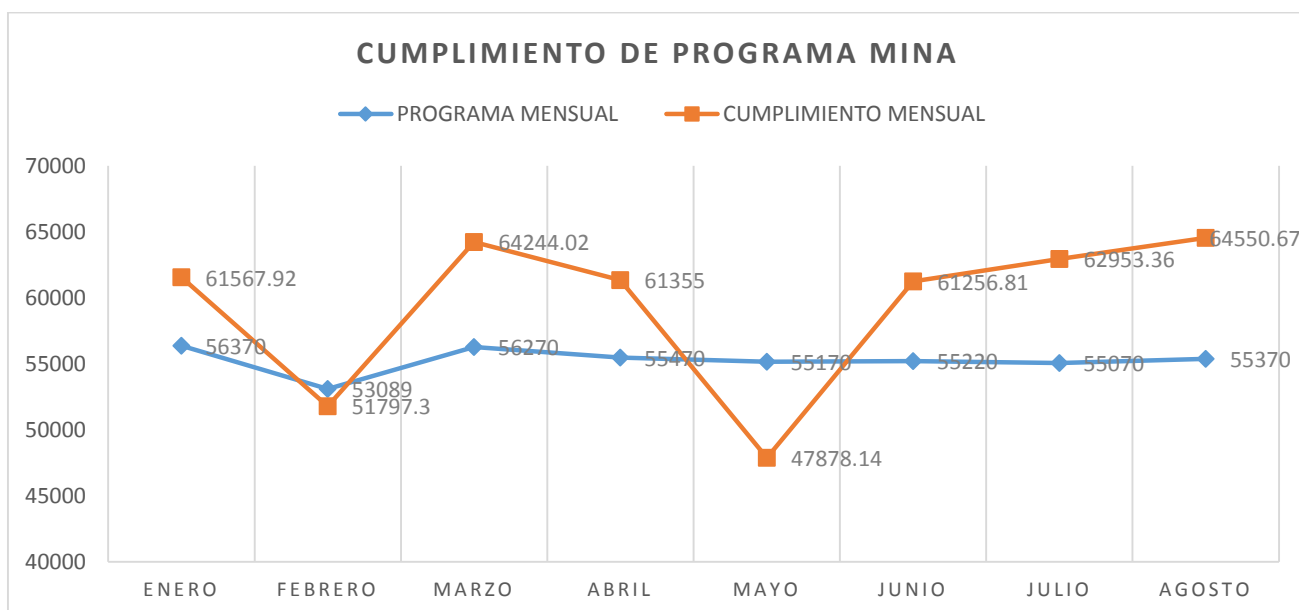
**TABLA 59**

**Programa de producción Mina**

| PROGRAMA DE PRODUCCION AÑO 2015 |              |                |              |              |              |              |              |               |
|---------------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| DESCRIPCION                     | Enero        | Febrero        | Marzo        | Abril        | Mayo         | Junio        | Julio        | Agosto        |
| <b>CUERPOS</b>                  | 36800        | 33500          | 40900        | 41200        | 43100        | 42900        | 39400        | 35500         |
| <b>MANTOS</b>                   | 11000        | 11000          | 6000         | 7000         | 6000         | 6200         | 7850         | 8350          |
| <b>VETAS</b>                    | 6700         | 6700           | 6500         | 4400         | 3450         | 3000         | 4700         | 8150          |
|                                 | 0            | 0              | 1000         | 1000         | 750          | 1250         | 1250         | 1500          |
|                                 | 0            | 0              | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0             |
| Total general                   | 54500        | 51200          | 54400        | 53600        | 53300        | 53350        | 53200        | 53500         |
| <b>PROD. AVANCES</b>            | <b>1870</b>  | <b>1889</b>    | <b>1870</b>  | <b>1870</b>  | <b>1870</b>  | <b>1870</b>  | <b>1870</b>  | <b>1870</b>   |
| <b>TOTAL TMS MES PROGRAMADO</b> | <b>56370</b> | <b>53089</b>   | <b>56270</b> | <b>55470</b> | <b>55170</b> | <b>55220</b> | <b>55070</b> | <b>55370</b>  |
| <b>CUMPLIMIENTO</b>             | <b>Enero</b> | <b>Febrero</b> | <b>Marzo</b> | <b>Abril</b> | <b>Mayo</b>  | <b>Junio</b> | <b>Julio</b> | <b>Agosto</b> |
|                                 | 61567.92     | 51797.3        | 64244.02     | 61355        | 47878.14     | 61256.81     | 62953.36     | 64550.67      |
|                                 | <b>109%</b>  | <b>98%</b>     | <b>114%</b>  | <b>111%</b>  | <b>87%</b>   | <b>110%</b>  | <b>114%</b>  | <b>117%</b>   |

*Fuente: Súper intendencia Mina.*

Como se muestra en la tabla N°59, se realiza antes de inicio de año una programación de producción del cual se consideran los materiales de los diferentes Cuerpos, mantos y vetas, así como la producción de avances para el programa, teniendo para cada mes del año una cantidad ya determinada de tonelaje a desalojar, en el cual se puede apreciar que la contratista NCA Servicios S.A.C., tiene un cumplimiento muy aceptable ya que este en la mayoría de los meses pasa el 100% de lo programado.



**FIG.27 - "Cumplimiento de programa Mina"**

*Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.*

## 5.8. COSTOS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE

### 5.8.1. Tarifa de transporte por Bolívar volvo FMX 8x4

| CUADRO DESAGREGADO DE TARIFA POR TRANSPORTE VOLVO 8 X 4 |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
|---|---------------------|-------|-----------|----------|-----------|--|--|-----------|---------------|----------------------------------|
| COSTO DE EQUIPO (COSTO FIJO)                            |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| <b>I.- Financiamiento</b>                               |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| 1,1. Cuota Mensual total por Flota                      |                     |       |           |          |           |  |  | 72,313.42 | US\$          |                                  |
| 1,2. Cuota Mensual de Seguro por unidad                 |                     |       |           |          |           |  |  | 188.46    |               |                                  |
| 1,2. Cuota Mensual de Impuesto por unidad               |                     |       |           |          |           |  |  | 164.22    |               |                                  |
| 1,2. Cuota Mensual de Financiamiento por unidad         |                     |       | 17        | Unidades |           |  |  | 4,606.40  | US\$/Uni      |                                  |
| 1,3. Horas de operación/mes                             |                     |       | 510       | Horas    |           |  |  | 9.03      | US\$/Hr       | 16.5%                            |
| COSTO DE OPERACIÓN (COSTO VARIABLE)                     |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| <b>II.- Personal Operadores</b>                         |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| 2,1. Sueldo Basico                                      |                     |       |           | S/.      | 1.800.00  |  |  | US\$      | 654.55        |                                  |
| 2,2. Asignación Familiar                                |                     |       |           | S/.      | 93.75     |  |  | US\$      | 34.09         |                                  |
| 2,3. Leyes Sociales                                     | 59.00%              |       |           | S/.      | 1,117.31  |  |  | US\$      | 406.30        |                                  |
| 2,4. Alimentación y Movilidad                           |                     |       |           | S/.      | 725.00    |  |  | US\$      | 263.64        |                                  |
| 2,5. Implementos de Seguridad                           |                     |       |           | S/.      | 55.35     |  |  | US\$      | 20.13         |                                  |
| Sub-total Operadores 3 Turnos                           |                     | 3.25  |           |          |           |  |  | US\$      | 1,378.70      | 4,480.76 US\$ 8.79 US\$/Hr 16.0% |
| <b>III.- Personal Supervisión y Mantenimiento</b>       |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| <b>3,1. ADMINISTRACION:</b>                             |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Residente   |                     | 1     | 6,000.00  | S/.      | 6,000.00  |  |  | US\$      | 2,181.82      |                                  |
| Ing. Seguridad  |                     | 1     | 4,000.00  | S/.      | 4,000.00  |  |  | US\$      | 1,454.55      |                                  |
| Administrador   |                     | 1     | 1,500.00  | S/.      | 1,500.00  |  |  | US\$      | 545.45        |                                  |
| Asistente Adm.  |                     | 1     | 0.00      | S/.      | 0.00      |  |  | US\$      | 0.00          |                                  |
| <b>3,2. MANTENIMIENTO:</b>                              |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Jefe de Mantenimiento                                   |                     | 1     | 4,000.00  | S/.      | 4,000.00  |  |  | US\$      | 1,454.55      |                                  |
| Mecánico  |                     | 2     | 2,000.00  | S/.      | 4,000.00  |  |  | US\$      | 1,454.55      |                                  |
| Ayudante Mecanico                                       |                     | 2     | 1,100.00  | S/.      | 2,200.00  |  |  | US\$      | 800.00        |                                  |
| Soldador  |                     | 1     | 1,800.00  | S/.      | 1,800.00  |  |  | US\$      | 654.55        |                                  |
| Llantero  |                     | 3     | 0.00      | S/.      | 0.00      |  |  | US\$      | 0.00          |                                  |
| <b>3,3. SUPERVISION:</b>                                |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Supervisor General                                      |                     | 3     | 2,000.00  | S/.      | 6,000.00  |  |  | US\$      | 2,181.82      |                                  |
| <b>3,4. MANTENIMIENTO DE VÍAS:</b>                      |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Obreros   |                     | 3     | 0.00      | S/.      | 0.00      |  |  | US\$      | 0.00          |                                  |
| Leyes Sociales Empleados                                | 56.00%              |       | 29,500.00 | S/.      | 16,520.00 |  |  | US\$      | 6,007.27      |                                  |
| Leyes Sociales Obreros                                  | 59.00%              |       | 0.00      | S/.      | 0.00      |  |  | US\$      | 0.00          |                                  |
| Alimentacion Supervision                                |                     | 3     |           |          | 1725.00   |  |  | US\$      | 627.27        |                                  |
| Alimentacion Obreros                                    |                     | 9     |           |          | 4410.00   |  |  | US\$      | 1,603.64      |                                  |
| EPP   |                     |       |           |          |           |  |  | US\$      | 0.00          |                                  |
| Sub-total   |                     |       |           |          |           |  |  |           | 18,965.45     |                                  |
| N. de Unidades a trabajar                               |                     |       |           |          | 17        |  |  |           | 1,115.61 US\$ | 2.19 US\$/Hr 4.0%                |
| <b>Combustible</b>                                      |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Consumo por Volquete                                    |                     | 4.20  | Gal/Hr    |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Costo del Combustible                                   |                     | 4.41  | US\$/Gal  |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Sub-total   |                     |       |           |          |           |  |  |           | 18.52         | US\$/Hr 33.8%                    |
| <b>Alquiler de Camioneta</b>                            |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Alquiler  |                     | 30.00 | días      |          | 72.00     |  |  |           | 2,160.00      |                                  |
| Chofer  |                     | 0.00  | tareas    |          | 17.00     |  |  |           | 0.00          |                                  |
| Consumo de combustible                                  |                     | 1.00  | Glb       |          | 490.00    |  |  |           | 490.00        |                                  |
| Sub-total   |                     | 1     |           |          |           |  |  |           | 2,650.00      |                                  |
|   |                     |       |           |          |           |  |  |           | 155.88 US \$  | 0.31 US \$/Hr 0.56%              |
| <b>Mantenimiento</b>                                    |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Sub-total   |                     |       |           |          |           |  |  |           | 5.72          | US\$/Hr 10.4%                    |
| <b>Reparaciones</b>                                     |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Sub-total   |                     |       | tolva     |          |           |  |  |           | 0.51          | US\$/Hr 0.9%                     |
| <b>Llantas</b>  |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Gastos en Llantas                                       |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
|   | Directrices / unid  |       | 943.16    |          |           |  |  |           |               |                                  |
|   | De Tractores / unid |       | 2320.92   |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Total Llantas (US\$)                                    |                     |       | 3264.08   |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Sub-total   |                     |       |           |          |           |  |  |           | 6.40          | US\$/Hr 11.7%                    |
| <b>Utilidad</b>   |                     |       |           |          |           |  |  |           |               |                                  |
| Gastos Generales  |                     |       |           |          |           |  |  | 6,807.00  | 0.79          | US\$/Hr 1.4%                     |
| Margen bruto  |                     |       |           |          |           |  |  | 52.24     | 5.00%         | 2.61 US\$/Hr 4.76%               |
| <b>TOTAL COSTO DE EQUIPO + COSTO DE OPERACIÓN</b>       |                     |       |           |          |           |  |  |           | <b>54.86</b>  | <b>US\$/Hr 100.0%</b>            |
| <b>COSTO DE EQUIPO O COSTO FIJO</b>                     |                     |       |           |          |           |  |  |           |               | <b>US\$/Hr 16.5%</b>             |
| <b>COSTO DE OPERACIÓN O COSTO VARIABLE</b>              |                     |       |           |          |           |  |  |           | <b>54.86</b>  | <b>US\$/Hr 83.5%</b>             |
| <b>COSTO DE OPERACIÓN NCA</b>                           |                     |       |           |          |           |  |  |           | <b>54.86</b>  | <b>US\$/Hr 100.0%</b>            |

TABLA 60 - "tarifa de transporte de mineral por Bolívar"

Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.

En la tabla N°57 se muestra el desgagado de tarifa del transporte por la bocamina bolívar, y el transporte respectivo por vía superficie hacia la planta concentradora San Gerónimo, teniendo como costo de operación **54.86 \$/Hr.**

**TABLA 61**

**Precios unitarios de transporte por Bolívar**

| Descripción                                | Unidad    | ciclo       | Unidad  | Precio |
|--|-----------|-------------|---------|--------|
| Interior Mina a Tolva Bolívar              | Hrs/Viaje | 0.87        | US\$/Tm | 1.49   |
| Mineral Sólo (Interior Mina a Planta)      | Hrs/Viaje | <b>2.75</b> | US\$/Tm | 4.71   |
| Mineral Mixto (Interior Mina a Planta)     | Hrs/Viaje | 2.58        | US\$/Tm | 4.42   |
| <b>considerando 32 Toneladas por viaje</b> |           |             |         |        |

*Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.*

Se muestra en la tabla N°61, los diferentes precios unitarios que se tienen en el transporte de mineral considerando los ciclos correspondientes a cada punto de carguío, tomando en consideración el peso de 32 TON por viaje que realiza la unidad volvo FMX 8x4.

**5.8.2. Tarifa de transporte por Túnel Sur volvo FMX 8x4**

Cuando se empezó a trasladar el mineral por la nueva rampa Saynocca, se decidió cambiar la unidad de precio de \$/Hr. por \$/Ton x Km, esto con el fin de tener un mejor manejo ya que solo se realizarían mediciones de distancias con el área de planeamiento y para tener un mejor acuerdo en los valorizados realizados entre la contratista NCA Servicios S.A.C y la unidad minera Catalina Huanca, teniendo así:

**Tabla 62**

**Precio Unitario de Volvo FMX 8x4 – Vía Túnel Sur**

| <b>PRECIO UNITARIO VOLVO FMX 8X4</b> |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| <b>Marca</b>                         | VOLVO            |
| <b>Modelo</b>                        | 8 x 4            |
| <b>Uso del Equipo(hrs)</b>           | 18360            |
| <b>Vida Útil (años)</b>              | 3                |
| <b>Horas /mes</b>                    | 510              |
| <b>1 COSTOS DE POSESIÓN</b>          |                  |
| <b>1.1. Costo del Equipo (\$)</b>    | <b>187793.88</b> |
| Costo de llantas                     |                  |
| Costo de Equipo s/ llantas           | 187793.88        |
| Valor Residual (%)                   | 0.2              |
| Valor Residual (\$)                  | 37558.78         |
| Costo del Equipo s/valor residual    | 150235.11        |
| Costo del Equipo (\$/hr)             | 8.18             |

| <b>1.2 Costo Financiero, Seguro e Impuestos</b> |                            |                    |                     |  | <b>Costo \$/hr</b> |
|---|----------------------------|--------------------|---------------------|--|--------------------|
| Tasa de Interés (%)                             |                            |                    |                     |  |                    |
| Tasa de Seguro (%)                              | 0.025                      |                    |                     |  | 0.56               |
| Tasa de Impuesto (%)                            | 0.02                       |                    |                     |  | 0.45               |
| Tasa de Almacenaje (%)                          |                            |                    |                     |  |                    |
| Costo Financiero, Seguro e Impuestos (\$/hr)    |                            |                    |                     |  | 1.01               |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                              |                            |                    |                     |  | <b>Costo \$/hr</b> |
| Costo del Equipo                                |                            |                    |                     |  | 8.18               |
| Costo Financiero. Seguro e Impuestos            |                            |                    |                     |  | 1.01               |
| <b>TOTAL COSTO DE POSESIÓN</b>                  |                            |                    |                     |  | <b>9.2</b>         |
| <b>2</b>  | <b>COSTOS DE OPERACIÓN</b> |                    |                     |  |                    |
| <b>2.1 MANO DE OBRA</b>                         |                            |                    |                     |  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                     |                            |                    |                     |  | Costo \$/hr        |
| Operador (Incl. Alimenta. Y EPP)                |                            |                    |                     |  | 9.35               |
| <b>2.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>               |                            |                    |                     |  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                     | Costo (\$/gal)             | Unid.              | Cant.               |  | Costo \$/hr        |
| Consumo   | 2.4                        | gal/hr             | 4                   |  | 9.6                |
| SUB TOTAL COMBUSTIBLE \$/hr                     |                            |                    |                     |  |                    |
| <b>2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>             |                            |                    |                     |  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                     | Costo (\$)                 | Unid.              | Cant. /hr           |  | Costo \$/hr        |
| Filtros   | 0.31                       | u/hr               | 0.1                 |  | 0.03               |
| Grasas  | 0.89                       | kg/hr              | 0.2                 |  | 0.18               |
| Lubricantes (motor)                             | 8.7                        | gal/hr             | 0.08                |  | 0.7                |
| Lubricantes (Transmisión)                       | 8.85                       | gal/hr             | 0.09                |  | 0.8                |
| Lubricantes (Mandos finales)                    | 8.45                       | gal/hr             | 0.09                |  | 0.76               |
| Lubricantes (Sistema Hidráulico)                | 6.8                        | gal/hr             | 0.19                |  | 1.29               |
| SUB TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO              |                            |                    |                     |  | 3.75               |
| <b>2.4 CABINA Y JAULA</b>                       |                            |                    |                     |  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                     | Costo Total (\$)<br>/uni   | Vida Util<br>(Hrs) | Cant.               |  | Costo \$/hr        |
| Recorte de Cabina                               | 2419.59                    | 18360              | 1                   |  | 0.13               |
| Instalación de Jaula                            | 472.12                     | 18360              | 1                   |  | 0.03               |
|   |                            |                    |                     |  | 0.16               |
| <b>2.5 NEUMATICOS</b>                           |                            |                    |                     |  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                     | Costo Total (\$)<br>/uni   | Vida Util<br>(Hrs) | Cant.               |  | Costo \$/hr        |
| Llantas dirección                               | 556.3                      | 1200               | 4                   |  | 1.85               |
| Llantas Tracción                                | 768.76                     | 1100               | 8                   |  | 5.59               |
|   |                            |                    |                     |  | 7.45               |
| <b>2.6 Elemento de Desgaste</b>                 |                            |                    |                     |  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                     |                            | Vida Util<br>(Hrs) | Costo Total<br>(\$) |  | Costo \$/hr        |
| Tolva   |                            | 18360              | 18300               |  | 1                  |
| <b>2.7 COSTOS DE REPARACIÓN</b>                 |                            |                    |                     |  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                     |                            | Vida Util<br>(hrs) | Costo\$             |  | Costo \$/hr        |
| Motor   |                            | 12000              | 15000               |  | 1.25               |
| Transmisión                                     |                            | 16000              | 12000               |  | 0.75               |

|                                       |       |      |              |
|---------------------------------------|-------|------|--------------|
| Mandos Finales                        | 14000 | 9000 | 0.64         |
| Sistema Hidráulico                    | 15000 | 6000 | 0.4          |
| Otras Reparaciones 30%                |       |      | 0.91         |
| <b>SUB TOTAL COSTOS DE REPARACIÓN</b> |       |      | <b>3.96</b>  |
| <b>TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN</b>      |       |      | <b>35.26</b> |
| <b>TOTAL COSTO HORARIO DE EQUIPO</b>  |       |      | 44.45        |
| <b>GASTOS GENERALES</b>               |       |      | 3.36         |
| <b>COSTO HORARIO + UTILIDAD 5%</b>    |       |      | 2.22         |
| <b>COSTO TOTAL DE EQUIPO</b>          |       |      | <b>50.04</b> |

Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.

Para el cual se realizaron las modificaciones de precios de \$/Ton a la nueva tarifa a manejar de \$/Ton-Km, teniendo:

**TABLA 63**  
**Comparativo De Tarifas FMX 8x4**

| VOLVO<br>8 X 4           |       |       | Descripción                         | Ciclo (Hr) | Dist (Km) | \$/ton | \$/ (ton-<br>Km) |
|--------------------------|-------|-------|-------------------------------------|------------|-----------|--------|------------------|
| Capacidad de<br>Volquete | 32    | TON   | Operación por<br>bocamina Bolivar   | 2.75       | 16.46     | 4.3    | 0.261            |
| PU                       | 50.04 | \$/Hr | Operación por<br>bocamina Túnel Sur | 1.45       | 5.8       | 2.27   | 0.39             |

Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.

### 5.8.3. Tarifa de transporte por Túnel Sur volvo FMX 10x4

Calculo del Precio unitario de las unidades actuales que vienen transportando el mineral

**TABLA 64**  
**Precio Unitario Para Volvo FMX 10x4**

| P.U VOLVO FMX 10X4                |                           |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Marca                             | VOLVO                     |
| Modelo                            | 10 x 4                    |
| Uso del Equipo(hrs)               | 18360                     |
| Vida Util (años)                  | 3                         |
| Horas /mes                        | 510                       |
| <b>1</b>                          | <b>COSTOS DE POSESIÓN</b> |
| 1.1. Costo del Equipo (\$)        | 282313                    |
| Costo de llantas                  |                           |
| Costo de Equipo s/ llantas        | 282313                    |
| Valor Residual (%)                | 0.2                       |
| Valor Residual (\$)               | 56462.6                   |
| Costo del Equipo s/valor residual | 225850.4                  |



|  |                            |                 |                  |                    |
|--|----------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Costo del Equipo (\$/hr)                     |                            |                 |                  | 12.3               |
| 1.2. Costo Financiero, Seguro e Impuestos    |                            |                 |                  | Costo \$/hr        |
| Tasa de Interes (%)                          |                            |                 |                  |                    |
| Tasa de Seguro (%)                           | 0.025                      |                 |                  | 0.85               |
| Tasa de Impuesto (%)                         | 0.02                       |                 |                  | 0.68               |
| Tasa de Almacenaje (%)                       |                            |                 |                  |                    |
| Costo Financiero, Seguro e Impuestos (\$/hr) |                            |                 |                  | 1.52               |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                           |                            |                 |                  | <b>Costo \$/hr</b> |
| Costo del Equipo                             |                            |                 |                  | 12.3               |
| Costo Financiero. Seguro e Impuestos         |                            |                 |                  | 1.52               |
| <b>TOTAL COSTO DE POSESIÓN</b>               |                            |                 |                  | <b>13.82</b>       |
| <b>2</b>                                     | <b>COSTOS DE OPERACIÓN</b> |                 |                  |                    |
| 2.1 MANO DE OBRA                             |                            |                 |                  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                  |                            |                 |                  | Costo \$/hr        |
| Operador(Incl. Alimenta. Y EPP)              |                            |                 |                  | 9.35               |
| 2.2 CONSUMO DE COMBUSTIBLE                   |                            |                 |                  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                  | Costo (\$/gal)             | Unid.           | Cant.            | Costo \$/hr        |
| Consumo                                      | 2.4                        | gal/hr          | 4                | 9.6                |
| SUB TOTAL COMBUSTIBLE \$/hr                  |                            |                 |                  |                    |
| 2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO                 |                            |                 |                  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                  | Costo (\$)                 | Unid.           | Cant. /hr        | Costo \$/hr        |
| Filtros                                      | 0.31                       | u/hr            | 0.1              | 0.03               |
| Grasas                                       | 0.89                       | kg/hr           | 0.2              | 0.18               |
| Lubricantes (motor)                          | 8.7                        | gal/hr          | 0.08             | 0.7                |
| Lubricantes (Transmisión)                    | 8.85                       | gal/hr          | 0.09             | 0.8                |
| Lubricantes (Mandos finales)                 | 8.45                       | gal/hr          | 0.09             | 0.76               |
| Lubricantes (Sistema Hidráulico)             | 6.8                        | gal/hr          | 0.19             | 1.29               |
| SUB TOTAL MANTENIMIENTO PREVENTIVO           |                            |                 |                  | 3.75               |
| 2.4 CABINA Y JAULA                           |                            |                 |                  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                  | Costo Total (\$)<br>/uni   | Vida Util (Hrs) | Cant.            | Costo \$/hr        |
| Recorte de Cabina                            | 2419.59                    | 18360           | 1                | 0.13               |
| Instalación de Jaula                         | 472.12                     | 18360           | 1                | 0.03               |
|  |                            |                 |                  | 0.16               |
| 2.5 NEUMATICOS                               |                            |                 |                  |                    |
| DESCRIPCIÓN                                  | Costo Total (\$)<br>/uni   | Vida Util (Hrs) | Costo Total (\$) | Costo \$/hr        |
| Llantas dirección                            | 556.3                      | 1200            | 4                | 1.85               |
| Llantas Tracción                             | 768.76                     | 1100            | 12               | 8.39               |

|                                  |                 |                  |             |              |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-------------|--------------|
|                                  |                 |                  |             | 10.24        |
| 2.6 Elemento de Desgaste         |                 |                  |             |              |
| DESCRIPCIÓN                      | Vida Util (Hrs) | Costo Total (\$) | Costo \$/hr |              |
| Tolva                            | 18360           | 24990            | 1.36        |              |
| 2.7 COSTOS DE REPARACIÓN         |                 |                  |             |              |
| DESCRIPCIÓN                      | Vida Util (hrs) | Costo\$          | Costo \$/hr |              |
| Motor                            | 12000           | 15000            | 1.25        |              |
| Transmisión                      | 16000           | 12000            | 0.75        |              |
| Mandos Finales                   | 14000           | 9000             | 0.64        |              |
| Sistema Hidraulico               | 15000           | 6000             | 0.4         |              |
| Otras Reparaciones 30%           |                 |                  | 0.91        |              |
| SUB TOTAL COSTOS DE REPARACIÓN   |                 |                  |             | 3.96         |
| <b>TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN</b> |                 |                  |             | <b>38.42</b> |
| TOTAL COSTO HORARIO DE EQUIPO    |                 |                  |             | 52.24        |
| GASTOS GENERALES                 |                 |                  |             | 3.36         |
| COSTO HORARIO + UTILIDAD 5%      |                 |                  |             | 2.61         |
| <b>COSTO TOTAL DE EQUIPO</b>     |                 |                  |             | <b>58.21</b> |

**TABLA 65**  
**Comparativo de tarifas FMX 10x4**

| VOLVO 10 X 4          |       |       | Descripción                      | Ciclo (Hr) | Dist (Km) | \$/ton | \$/((ton-Km) |
|-----------------------|-------|-------|----------------------------------|------------|-----------|--------|--------------|
| Capacidad de Volquete | 50    | TON   | Operación por bocamina Bolivar   | 2.75       | 16.46     | 3.2    | 0.195        |
| PU                    | 58.21 | \$/Hr | Operación por bocamina Túnel Sur | 1.45       | 5.8       | 1.69   | 0.291        |

*Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.*

Según la tabla N° 65, se muestra las diferencias de tarifas que existen para las dos diferentes rutas de transporte de mineral en la unidad minera Catalina Huanca S.A.C. para el volquete tipo VOLVO FMX 10x4, la primera por vía superficie la cual tiene un recorrido total de 16.46 Km el cual arroja un precio de 3.2 \$/Ton, el cual es mucho mayor que por si fuese por la ruta de la rampa Saynocca el cual tiene una distancia de 5.8 Km.,el cual arroja un valor de 1.69 \$/Ton, teniendo una diferencia de 1.51 \$/Ton el cual genera una reducción de costos por viaje de mineral que se realiza.

#### 5.8.4. Utilidades logradas por la construcción de la rampa Saynocca

**TABLA 66**

**Valorizados de transporte de mineral**

| <b>MES</b>      | <b>COSTO \$</b>   |
|-----------------|-------------------|
| <b>ABRIL</b>    | 194,568.59        |
| <b>MAYO</b>     | 213,420.21        |
| <b>JUNIO</b>    | 173,067.88        |
| <b>JULIO</b>    | 158,814.47        |
| <b>TOTAL</b>    | 739,871.16        |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>184,967.79</b> |

*Fuente: Contrata NCA Servicios S.A.C.*

Se paga por el transporte de mineral al mes un promedio 184,967.79\$ en un recorrido de 16.46 Km., Posteriormente terminado el proyecto de la rampa Saynocca; la distancia de recorrido se redujo a 5.8 Km, lo cual significa una reducción del 64.76%, en distancia, tiempo, costo, riesgos, etc. por tanto el AHORRO en el costo de transporte de mineral sería un promedio de 119,785.14 \$. Pagándose al mes un promedio de 65,182.64 \$.

## CONCLUSIONES

1. La puesta en operación de la Rampa Saynocca, mejoro la producción de la unidad Minera Catalina Huanca reduciendo principalmente la distancia de transporte que se tenía inicialmente con una longitud de 16.46 Km a una de 5.8 Km, lo cual significa una reducción considerable del 64.76%, con ello optimizando todo el sistema de transporte de mineral.
2. Se obtuvo una disminución del ciclado de tiempos en el transporte de mineral a causa del cambio de ruta, el cual inicialmente se tenía un promedio de 2.75 Hr/Ciclo este por la ruta por superficie con una distancia de 16.46 Km., disminuyendo con la puesta de en marcha de la Rampa Saynocca, obteniéndose así un ciclo de 1.75 Hr/Ciclo en 5.8 Km, y finalmente por el cambio de flota por lo Volvos FMX 10x4 que reemplazaron a los volvos FMX 8x4 se obtuvo un ciclo de 1.54 Hr/Ciclo, mejorando así también el sistema de transporte en general.
3. Se paga por el transporte de mineral al mes un promedio 184,967.79\$ en un recorrido de 16.46 Km, ya con el proyecto de la rampa Saynocca concluida, el costo de transporte de mineral sería un promedio de 65,182.64 \$.El cual representa un ahorro del 64.76 % mensuales que se realizan por el transporte de mineral.
4. Con el cambio de ruta de transporte de mineral, se consiguió una reducción del 83% de usos de vías aledañas a las comunidades con el cual se disminuyó la generación de material particulado.
5. Se tiene un promedio de lectura de 240.4 PPM de CO en los tubos de escape, el cual es 48.08 % menor a lo que refiere el decreto supremo 024-16-EM, artículo 254 inciso "c".
6. Se tiene un promedio de lectura de 14.8 PPM de CO en los tubos de escape, el cual es 59.2% menor a lo que refiere el decreto supremo 024-16-EM, Anexo N° 04, el cual es favorable para las labores donde se realizan los trabajos de carguío.

## RECOMENDACIONES

1. Según el diagrama de Pareto para identificar los eventos de fallas frecuentes que se dan en la operación de transporte este viene a dar en el sistema de transmisión representando un 74.11%, seguido del sistema eléctrico que es el 9.5%. De ellos la falla más común es la de sub sistema de rodado, con un total de un 96.34% se deben a fallas por llanta baja seguido por un 2.4% que es falla por rotura de espárragos. Por lo que la falla más común en la unidad minera se deben a las llantas bajas representadas por un 96.34%. es por ello que se debe dar más prioridad al tema de mantenimiento de vías y mejor seguimiento al mantenimiento y uso adecuado de los neumáticos.
2. Se debe mejorar en la logística para el abastecimiento de repuestos a tiempo, para no poner en riesgo la confiabilidad de los equipos y cumplir con los mantenimientos preventivos que se programan.
3. Cumplir con los mantenimientos preventivos y no llegar a tener mantenimientos correctivos que se dan con mucha frecuencia en las operaciones.
4. Se debe minimizar los mantenimientos correctivos ya que estos provocan demoras operativas, cola de volquetes y costos fuera del programado.
5. Se debe registrar todos los días los informes de cada unidad con el apoyo del software dynafleet volvo trucks, para tener valores exactos y así mismo tener un mayor control en las operaciones de los camiones volvo.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- [1] Aguado, D., & Aguado, M. B. M. B. D. (2006). *Carga, transporte y extracción en minería subterránea* (No. 622.14). e-libro, Corp.
- [2] García Cantú, A., & Cantú, A. G. (1995). Productividad y reducción de costos: para la pequeña y mediana industria.
- [3] Hustrulid, W. A., Hustrulid, W. A., & Bullock, R. C. (Eds.). (2001). *Underground mining methods: Engineering fundamentals and international case studies*. SME.
- [4] Jimeno, C. L., Jimeno, E. L., & Bermúdez, P. G. (2003). *Manual de perforación y voladura de rocas*. Carlos López Jimeno.
- [5] Ministerio De Energía Y Minas, Decreto Supremo 024, Seguridad y salud ocupacional en minería (2016).
- [6] Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., & Pérez, M. D. L. L. C. (1998). *Metodología de la investigación* (Vol. 1). México: Mcgraw-hill.
- [7] Sturgal John R. 2000. "Optimización y simulación de operaciones mineras" UNI, 2000-II. Ciclo de Charlas de Planeamiento Minero.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA ELECTRONICA

[8] MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

Datos estadísticos de Seguridad

[http://www.minem.gob.pe/\\_estadisticaSector.php?idSector=1](http://www.minem.gob.pe/_estadisticaSector.php?idSector=1)

[9] ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL (OEFA)

[http://www.oefa.gob.pe/resultados-de-](http://www.oefa.gob.pe/resultados-de-busqueda?query=yes&txt_texto=CATALINA%20HUANCA&cbo_categorias&cbo_date_month&cbo_date_year)

[busqueda?query=yes&txt\\_texto=CATALINA%20HUANCA&cbo\\_categorias&cbo\\_date\\_month&cbo\\_date\\_year](http://www.oefa.gob.pe/resultados-de-busqueda?query=yes&txt_texto=CATALINA%20HUANCA&cbo_categorias&cbo_date_month&cbo_date_year)

[10] UNIVERSIDAD POLITECNICA HISPANO MEXICANA

Manual Para La Elaboración De Tesis Y Trabajos De Investigación

<http://www.uphm.edu.mx/manuales/Manual-para-elaboracion-de-tesis-y-trabajos-de-investigacion.pdf>

[11] ÁVILA BARAY, H.

2006 Introducción a la metodología de la investigación. Edición electrónica. Texto completo en: [www.eumed.net/libros/2006c/203/](http://www.eumed.net/libros/2006c/203/). México.

## **ANEXOS**



## ANEXO 01

### Control de toma de tiempos volvo FMX 10 x4

| CONTROL DE OPERACIÓN VOLVO 10x4 |                               |             |        |     |              |             |                   |                      |
|---------------------------------|-------------------------------|-------------|--------|-----|--------------|-------------|-------------------|----------------------|
| LABOR                           |                               | Tv 405      |        |     |              |             |                   |                      |
| DIA                             |                               | 20/09/2015  |        |     |              |             |                   |                      |
| Viaje N° 01                     |                               |             |        |     |              |             |                   |                      |
| CONDICION                       | VIA                           | INCLINACION | m      | Km  | TIEMPO (Min) | TIEMPO (Hr) | VELOCIDAD (Km/hr) | OBSERVACIONES        |
| Vacio                           | Rp Saynocca                   | Negativo    | 2230.0 | 2.2 | 13:59        | 0.23        | 9.57              |                      |
| Vacio                           | Rp 781                        | Positivo    | 464.4  | 0.5 | 07:15        | 0.12        | 3.84              |                      |
| Vacio                           | Rp 522                        | Negativo    |        |     | 08:01        | 0.13        | 0.00              |                      |
| Vacio                           | Posicionamiento Ingreso       |             | 10.0   | 0.0 | 04:11        | 0.07        |                   |                      |
|                                 | Carguio                       |             |        |     | 01:08        | 0.02        |                   | se realizo con tolva |
| Cargado                         | Posicionamiento Salida        |             |        |     | 04:32        | 0.08        |                   |                      |
| Cargado                         | Rp 522                        | Positivo    |        |     | 09:23        | 0.16        | 0.00              |                      |
| Cargado                         | Rp 781                        | Negativo    | 464.4  | 0.5 | 04:21        | 0.07        | 6.41              |                      |
| Cargado                         | Rp Saynocca                   | Positivo    | 2230.0 | 2.2 | 18:05        | 0.30        | 7.40              |                      |
|                                 | Pesaje en balanza portatil    |             |        |     | 15:41        |             |                   |                      |
|                                 | Superficie (hasta tolva)      | -           | 2765.0 | 2.8 | 15:40        | 0.26        | 10.59             |                      |
|                                 | Posicionamiento para descarga |             | 50.0   | 0.1 | 01:03        | 0.02        |                   |                      |
|                                 | Descarga                      |             |        |     | 01:39        | 0.03        |                   | en cancha de mineral |
| Vacio                           | Traslado hasta balanza        | -           | 250.0  | 0.3 | 01:24        | 0.02        | 10.71             |                      |
| Vacio                           | Balanza a Tunel Sur           | -           | 2515.0 | 2.5 | 07:15        | 0.12        | 20.81             |                      |
| CICLO TOTAL                     |                               |             |        |     | 01:53        | 1.63        |                   |                      |
| DEMORAS POR POSICIONAMIENTO     |                               |             |        |     | 00:09        | 0.16        |                   |                      |
| TOTAL CICLO LIMPIO              |                               |             |        |     | 01:43        | 1.47        |                   |                      |

| CONTROL DE OPERACIÓN VOLVO 10x4 |             |            |     |              |             |             |               |  |
|---------------------------------|-------------|------------|-----|--------------|-------------|-------------|---------------|--|
| LABOR                           |             | Tv 405     |     |              |             |             |               |  |
| DIA                             |             | 21/09/2015 |     |              |             |             |               |  |
| Viaje N° 02                     |             |            |     |              |             |             |               |  |
| Via                             | Inclinacion | m          | Km  | Tiempo (Min) | Tiempo (Hr) | Vel (Km/hr) | Observaciones |  |
| Rp Saynocca                     | Negativo    | 2230.0     | 2.2 | 09:48        | 0.16        | 13.65       |               |  |
| Rp 781                          | Positivo    | 464.4      | 0.5 | 04:44        | 0.08        | 5.89        |               |  |
| Vuelta 650                      |             | 356.0      | 0.4 | 03:01        | 0.05        | 7.08        |               |  |
| Rp 522                          |             | 959.6      | 1.0 | 04:45        | 0.08        | 12.12       |               |  |
| Posicionamiento Ingreso         |             | 10.0       | 0.0 | 04:34        | 0.08        | 0.13        |               |  |
| Carguio                         |             |            |     | 03:00        | 0.05        |             |               |  |
| Posicionamiento Salida          |             |            |     | 01:13        | 0.02        |             | 2 movimientos |  |
| Rp 522                          |             | 959.6      | 1.0 | 07:58        | 0.13        | 7.23        |               |  |
| Vuelta 650                      |             | 356.0      | 0.4 | 03:43        | 0.06        | 5.75        |               |  |
| Rp 781                          | Negativo    | 464.4      | 0.5 | 04:19        | 0.07        | 6.45        |               |  |
| Rp Saynocca                     | Positivo    | 2230.0     | 2.2 | 18:15        | 0.30        | 7.33        |               |  |
| Superficie (hasta tolva)        | -           | 2515.0     | 2.5 | 09:20        | 0.16        | 16.17       |               |  |
| Posicionamiento para descarga   |             | 50.0       | 0.1 | 03:52        | 0.06        |             |               |  |
| Descarga                        |             |            |     | 01:37        | 0.03        |             |               |  |
| Tolva a Tunel Sur               | -           | 2515.0     | 2.5 | 06:57        | 0.12        | 21.71       |               |  |
| CICLO TOTAL                     |             |            |     |              |             | 1.45        |               |  |
| DEMORAS POR POSICIONAMIENTO     |             |            |     |              |             | 0.16        |               |  |
| TOTAL CICLO LIMPIO              |             |            |     |              |             | 1.29        |               |  |

| CONTROL DE OPERACIÓN VOLVO 10x4 |             |        |     |              |             |             |                     |
|---------------------------------|-------------|--------|-----|--------------|-------------|-------------|---------------------|
| LABOR                           | Tv 436      |        |     |              |             |             |                     |
| DIA                             | 21/09/2015  |        |     |              |             |             |                     |
| Viaje N° 03                     |             |        |     |              |             |             |                     |
| Via                             | Inclinacion | m      | Km  | Tiempo (Min) | Tiempo (Hr) | Vel (Km/hr) | Observaciones       |
| Rp Saynocca                     | Negativo    | 2230.0 | 2.2 | 11:56        | 0.20        | 11.21       |                     |
| Rp 781                          | Positivo    | 464.4  | 0.5 | 05:18        | 0.09        | 5.26        |                     |
| Posicionamiento Ingreso         |             | 10.0   | 0.0 | 01:32        | 0.03        |             | 3 movimientos       |
| Carguio                         |             |        |     | 16:47        | 0.28        |             | 8 paladas Sc 4.2yds |
| Posicionamiento Salida          |             |        |     | 00:55        | 0.02        |             |                     |
| Rp 781                          | Negativo    | 464.4  | 0.5 | 02:33        | 0.04        | 10.93       |                     |
| Rp Saynocca                     | Positivo    | 2230.0 | 2.2 | 18:18        | 0.31        | 7.31        |                     |
| Superficie (hasta tolva)        | -           | 2765.0 | 2.8 | 09:48        | 0.16        | 16.93       |                     |
| Posicionamiento para descarga   |             | 50.0   | 0.1 | 01:48        | 0.03        |             |                     |
| Descarga                        |             |        |     | 02:00        | 0.03        |             |                     |
| Balanza a Tunel Sur             | -           | 2515.0 | 2.5 | 08:00        | 0.13        | 18.86       |                     |
| CICLO TOTAL                     |             |        |     |              | 1.32        |             |                     |
| DEMORAS POR POSICIONAMIENTO     |             |        |     |              | 0.07        |             |                     |
| TOTAL CICLO LIMPIO              |             |        |     |              | 1.24        |             |                     |

| CONTROL DE OPERACIÓN VOLVO 10x4 |             |        |     |              |             |             |               |
|---------------------------------|-------------|--------|-----|--------------|-------------|-------------|---------------|
| LABOR                           | Tv 405      |        |     |              |             |             |               |
| DIA                             | 22/09/2015  |        |     |              |             |             |               |
| Viaje N° 04                     |             |        |     |              |             |             |               |
| Via                             | Inclinacion | m      | Km  | Tiempo (Min) | Tiempo (Hr) | Vel (Km/hr) | Observaciones |
| Rp Saynocca                     | Negativo    | 2230.0 | 2.2 | 11:05        | 0.18        | 12.07       |               |
| Rp 781                          | Positivo    | 464.4  | 0.5 | 05:52        | 0.10        | 4.75        |               |
| Vuelta 650                      |             | 356.0  | 0.4 | 03:23        | 0.06        | 6.31        |               |
| Rp 522                          |             | 959.6  | 1.0 | 05:20        | 0.09        | 10.80       |               |
| Posicionamiento Ingreso         |             | 10.0   | 0.0 | 04:00        | 0.07        | 0.15        |               |
| Carguio                         |             |        |     | 01:20        | 0.02        |             |               |
| Posicionamiento Salida          |             |        |     | 00:36        | 0.01        |             |               |
| Rp 522                          |             | 959.6  | 1.0 | 07:36        | 0.13        | 7.58        |               |
| Vuelta 650                      |             | 356.0  | 0.4 | 03:17        | 0.05        | 6.51        |               |
| Rp 781                          | Negativo    | 464.4  | 0.5 | 04:06        | 0.07        | 6.80        |               |
| Rp Saynocca                     | Positivo    | 2230.0 | 2.2 | 17:24        | 0.29        | 7.69        |               |
| Superficie (hasta tolva)        | -           | 2515.0 | 2.5 | 07:57        | 0.13        | 18.98       |               |
| Posicionamiento para descarga   |             | 50.0   | 0.1 | 01:39        | 0.03        |             |               |
| Descarga                        |             |        |     | 01:54        | 0.03        |             |               |
| Tolva a Tunel Sur               | -           | 2515.0 | 2.5 | 07:53        | 0.13        | 19.14       |               |
| CICLO TOTAL                     |             |        |     |              | 1.39        |             |               |
| DEMORAS POR POSICIONAMIENTO     |             |        |     |              | 0.10        |             |               |
| TOTAL CICLO LIMPIO              |             |        |     |              | 1.29        |             |               |

## ANEXO 02

### Control de velocidades volvo FMX 10 x4

| Condición      | Vía             | Inclinación           | Vel (Km/hr) |
|----------------|-----------------|-----------------------|-------------|
| Cargado        | Rp 781          | Negativo 11.5%        | 6.41        |
| Cargado        | Rp Saynocca     | Positivo 11%          | 7.4         |
| Cargado        | Rp 781          | Negativo 11.5%        | 6.45        |
| Cargado        | Rp Saynocca     | Positivo 11%          | 7.33        |
| Cargado        | Rp 781          | Negativo 11.5%        | 10.93       |
| Cargado        | Rp Saynocca     | Positivo 11%          | 7.31        |
| Cargado        | Rp 781          | Negativo 11.5%        | 6.8         |
| Cargado        | Rp Saynocca     | Positivo 11%          | 7.69        |
| <b>Cargado</b> | <b>Promedio</b> | <b>Negativo 11.5%</b> | <b>7.65</b> |
| <b>Cargado</b> | <b>Promedio</b> | <b>Positivo 11%</b>   | <b>7.43</b> |

- Velocidad desarrollado por el camión vacío

| Condición    | Vía             | Inclinación           | Vel (Km/hr)  |
|--------------|-----------------|-----------------------|--------------|
| Vacío        | Rp Saynocca     | Negativo 11%          | 9.57         |
| Vacío        | Rp 781          | Positivo 11.5%        | 3.84         |
| Vacío        | Rp Saynocca     | Negativo 11%          | 13.65        |
| Vacío        | Rp 781          | Positivo 11.5%        | 5.89         |
| Vacío        | Rp Saynocca     | Negativo 11%          | 11.21        |
| Vacío        | Rp 781          | Positivo 11.5%        | 5.26         |
| Vacío        | Rp Saynocca     | Negativo 11%          | 12.07        |
| Vacío        | Rp 781          | Positivo 11.5%        | 4.75         |
| <b>Vacío</b> | <b>Promedio</b> | <b>Negativo 11%</b>   | <b>11.63</b> |
| <b>Vacío</b> | <b>Promedio</b> | <b>Positivo 11.5%</b> | <b>4.93</b>  |

- **Velocidad en tramo recto**

| Condición | Vía                      | Inclinación | Vel (Km/hr) |
|-----------|--------------------------|-------------|-------------|
| Cargado   | Superficie (hasta tolva) | Tramo recto | 10.59       |
| Vacío     | Balanza a Túnel Sur      | Tramo recto | 20.81       |

|         |                          |             |       |
|---------|--------------------------|-------------|-------|
| Cargado | Superficie (hasta tolva) | Tramo recto | 16.17 |
| Vacío   | Balanza a Túnel Sur      | Tramo recto | 21.71 |

|         |                          |             |       |
|---------|--------------------------|-------------|-------|
| Cargado | Superficie (hasta tolva) | Tramo recto | 16.93 |
| Vacío   | Balanza a Túnel Sur      | Tramo recto | 18.86 |

|         |                          |             |       |
|---------|--------------------------|-------------|-------|
| Cargado | Superficie (hasta tolva) | Tramo recto | 18.98 |
| Vacío   | Balanza a Túnel Sur      | Tramo recto | 19.14 |

|                |                 |                    |              |
|----------------|-----------------|--------------------|--------------|
| <b>Cargado</b> | <b>Promedio</b> | <b>Tramo recto</b> | <b>15.67</b> |
| <b>Vacío</b>   | <b>Promedio</b> | <b>Tramo recto</b> | <b>20.13</b> |

### ANEXO 03

#### MONITOREOS DE PESOS VOLVO FMX 10 x4

| Viaje N° 01          |            |                           |
|----------------------|------------|---------------------------|
| Mediciones Balanza   | Peso (ton) | Peso Asumido Mínimo (ton) |
| 1er Eje              | 9.56       |                           |
| 2do Eje              | 10.76      |                           |
| 3er Eje              | -          | 20                        |
| 4to Eje              | -          | 20                        |
| Total ( peso neto)   |            | 60.32                     |
| Tara de volquete     |            | 21.25                     |
| <b>Total Mineral</b> |            | <b>39.07</b>              |

| Viaje N° 02           |            |                           |
|-----------------------|------------|---------------------------|
| Mediciones Balanza    | Peso (ton) | Peso Asumido Mínimo (ton) |
| 1                     | 11.5       |                           |
| 2                     | 14.55      |                           |
| 3                     | 18.58      |                           |
| 4                     | -          | 20                        |
| Total (Con peso neto) |            | 64.63                     |
| Tara de volquete      |            | 21.25                     |
| <b>Total Mineral</b>  |            | <b>43.38</b>              |

| Viaje N° 03           |            |                           |
|-----------------------|------------|---------------------------|
| Mediciones Balanza    | Peso (ton) | Peso Asumido Mínimo (ton) |
| 1                     | 8.4        |                           |
| 2                     | 13.47      |                           |
| 3                     | -          | 20                        |
| 4                     | -          | 20                        |
| Total (Con peso neto) |            | 61.87                     |
| Tara de volquete      |            | 21.25                     |
| <b>Total Mineral</b>  |            | <b>40.62</b>              |

| Viaje N° 04           |            |                           |
|-----------------------|------------|---------------------------|
| Mediciones Balanza    | Peso (ton) | Peso Asumido Mínimo (ton) |
| 1                     | 9.86       |                           |
| 2                     | 12.11      |                           |
| 3                     | 19.63      |                           |
| 4                     | -          | 20                        |
| Total (Con peso neto) |            | 61.6                      |
| Tara de volquete      |            | 21.25                     |
| <b>Total Mineral</b>  |            | <b>40.35</b>              |

## ANEXO 04

### MEDICIONES DE VELOCIDAD IVECO 8X6

| Condición | Vía         | Inclinación    | Vel (Km/hr) |
|-----------|-------------|----------------|-------------|
| Cargado   | Rp 781      | Negativo 11%   | 8.16        |
| Cargado   | Rp Saynocca | Positivo 11.5% | 8.26        |

|         |             |                |      |
|---------|-------------|----------------|------|
| Cargado | Rp 781      | Negativo 11%   | 8.4  |
| Cargado | Rp Saynocca | Positivo 11.5% | 8.61 |

|         |             |                |      |
|---------|-------------|----------------|------|
| Cargado | Rp 781      | Negativo 11%   | 8.89 |
| Cargado | Rp Saynocca | Positivo 11.5% | 8.55 |

|         |          |                |      |
|---------|----------|----------------|------|
| Cargado | Promedio | Negativo 11%   | 8.48 |
| Cargado | Promedio | Positivo 11.5% | 8.47 |

**A. Velocidad desarrollado por el camión vacío**

| Condición | Vía         | Inclinación    | Vel (Km/hr) |
|-----------|-------------|----------------|-------------|
| Vacío     | Rp Saynocca | Negativo 11.5% | 14.92       |
| Vacío     | Rp 781      | Positivo 11%   | 9.5         |

|       |             |                |       |
|-------|-------------|----------------|-------|
| Vacío | Rp Saynocca | Negativo 11.5% | 14.92 |
| Vacío | Rp 781      | Positivo 11%   | 9.5   |

|       |             |                |       |
|-------|-------------|----------------|-------|
| Vacío | Rp Saynocca | Negativo 11.5% | 17.72 |
| Vacío | Rp 781      | Positivo 11%   | 10.07 |

|       |          |                |       |
|-------|----------|----------------|-------|
| Vacío | Promedio | Negativo 11.5% | 15.86 |
| Vacío | Promedio | Positivo 11%   | 9.69  |

**B. Velocidad desarrollado por el camión en tramo recto**

| Condición | Via                      | Inclinación | Vel (Km/hr) |
|-----------|--------------------------|-------------|-------------|
| Cargado   | Superficie (hasta tolva) | Tramo recto | 14.1        |
| Vacío     | Balanza a Tunel Sur      | Tramo recto | 19.26       |

|         |                          |             |       |
|---------|--------------------------|-------------|-------|
| Cargado | Superficie (hasta tolva) | Tramo recto | 18.4  |
| Vacío   | Balanza a Tunel Sur      | Tramo recto | 22.86 |

|         |                          |             |       |
|---------|--------------------------|-------------|-------|
| Cargado | Superficie (hasta tolva) | Tramo recto | 23.48 |
| Vacío   | Balanza a Tunel Sur      | Tramo recto | 21.56 |

|         |          |             |       |
|---------|----------|-------------|-------|
| Cargado | Promedio | Tramo recto | 14.1  |
| Vacío   | Promedio | Tramo recto | 19.26 |

## ANEXO 05

### Control De Tiempos IVECO ASTRA 8x6

| CONTROL DE OPERACIÓN IVECO ASTRA |                               |             |        |     |              |             |                   |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------|--------|-----|--------------|-------------|-------------------|
| <b>LABOR</b>                     | Cm 200                        |             |        |     |              |             |                   |
| <b>DIA</b>                       | 11/09/2015                    |             |        |     |              |             |                   |
| <b>Viaje N° 01</b>               |                               |             |        |     |              |             |                   |
| CONDICION                        | VIA                           | INCLINACION | m      | Km  | TIEMPO (Min) | TIEMPO (Hr) | VELOCIDAD (Km/hr) |
| Vacio                            | Rp Saynocca                   | Negativo    | 2230.0 | 2.2 | 08:00        | 0.13        | 16.73             |
| Vacio                            | Rp 781                        | Positivo    | 464.4  | 0.5 | 04:00        | 0.07        | 6.97              |
| Vacio                            | Posicionamiento Ingreso       |             | 10.0   | 0.0 | 04:00        | 0.07        |                   |
|                                  | Espera de Scoop para carguio  |             |        |     | 12:00        | 0.20        |                   |
|                                  | Carguio                       |             |        |     | 35:00        | 0.58        |                   |
| Cargado                          | Posicionamiento Salida        |             |        |     | 05:00        | 0.08        |                   |
| Cargado                          | Rp 781                        | Negativo    | 464.4  | 0.5 | 03:00        | 0.05        | 9.29              |
| Cargado                          | Rp Saynocca                   | Positivo    | 2230.0 | 2.2 | 21:00        | 0.35        | 6.37              |
|                                  | Pesaje en balanza portatil    |             |        |     | 14:00        |             |                   |
|                                  | Superficie (hasta tolva)      | -           | 2765.0 | 2.8 | 13:00        | 0.22        | 12.76             |
|                                  | Posicionamiento para descarga |             | 50.0   | 0.1 | 05:00        | 0.08        |                   |
|                                  | Descarga                      |             |        |     | 01:41        | 0.03        |                   |
|                                  | Traslado hasta balanza        | -           | 250.0  | 0.3 | 02:00        | 0.03        | 7.50              |
|                                  | Balanza a Tunel Sur           | -           | 2515.0 | 2.5 | 07:00        | 0.12        | 21.56             |
| CICLO TOTAL                      |                               |             |        |     | 02:14        | 2.01        |                   |
| DEMORAS POR POSICIONAMIENTO      |                               |             |        |     | 00:14        | 0.23        |                   |
| DEMORAS POR ESPERA DE SCOOP      |                               |             |        |     | 00:12        | 0.20        |                   |
| TOTAL CICLO LIMPIO               |                               |             |        |     | 01:48        | 1.58        |                   |

| CONTROL DE OPERACIÓN IVECO ASTRA |                               |             |        |     |              |             |                   |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------|--------|-----|--------------|-------------|-------------------|
| <b>LABOR</b>                     | Tv 436                        |             |        |     |              |             |                   |
| <b>DIA</b>                       | 13/09/2015                    |             |        |     |              |             |                   |
| <b>Viaje N° 02</b>               |                               |             |        |     |              |             |                   |
| CONDICION                        | VIA                           | INCLINACION | m      | Km  | TIEMPO (Min) | TIEMPO (Hr) | VELOCIDAD (Km/hr) |
| Vacio                            | Rp Saynocca                   | Negativo    | 2230.0 | 2.2 | 08:58        | 0.15        | 14.92             |
| Vacio                            | Rp 781                        | Positivo    | 464.4  | 0.5 | 02:56        | 0.05        | 9.50              |
| Vacio                            | Posicionamiento Ingreso       |             | 10.0   | 0.0 | 03:38        | 0.06        |                   |
|                                  | Espera de Scoop para carguio  |             |        |     | 34:00        | 0.57        |                   |
|                                  | Carguio                       |             |        |     | 49:43        | 0.83        |                   |
| Cargado                          | Posicionamiento Salida        |             |        |     | 01:13        | 0.02        |                   |
| Cargado                          | Rp 781                        | Negativo    | 464.4  | 0.5 | 03:25        | 0.06        | 8.16              |
| Cargado                          | Rp Saynocca                   | Positivo    | 2230.0 | 2.2 | 16:12        | 0.27        | 8.26              |
|                                  | Pesaje en balanza portatil    |             |        |     | 13:00        | 0.22        |                   |
|                                  | Superficie (hasta tolva)      | -           | 2765.0 | 2.8 | 11:46        | 0.20        | 14.10             |
|                                  | Posicionamiento para descarga |             | 50.0   | 0.1 | 03:14        | 0.05        |                   |
|                                  | Descarga                      |             |        |     | 02:00        | 0.03        |                   |
|                                  | Traslado hasta balanza        | -           | 250.0  | 0.3 | 02:30        | 0.04        | 6.00              |
|                                  | Balanza a Tunel Sur           | -           | 2515.0 | 2.5 | 07:50        | 0.13        | 19.26             |
| CICLO TOTAL                      |                               |             |        |     | 02:40        | 2.67        |                   |
| DEMORAS POR POSICIONAMIENTO      |                               |             |        |     | 00:08        | 0.13        |                   |
| DEMORAS POR ESPERA DE SCOOP      |                               |             |        |     | 00:34        | 0.57        |                   |
| TOTAL CICLO LIMPIO               |                               |             |        |     | 01:58        | 1.97        |                   |

**CONTROL DE OPERACIÓN IVECO ASTRA**

**LABOR** Tv 436  
**DIA** 13/09/2015

**Viaje N° 03**

| CONDICION                   | VIA                           | INCLINACION | m      | Km  | TIEMPO (Min) | TIEMPO (Hr) | VELOCIDAD (Km/hr) |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|--------|-----|--------------|-------------|-------------------|
| Vacio                       | Rp Saynocca                   | Negativo    | 2230.0 | 2.2 | 08:58        | 0.15        | 14.92             |
| Vacio                       | Rp 781                        | Positivo    | 464.4  | 0.5 | 02:56        | 0.05        | 9.50              |
| Vacio                       | Posicionamiento Ingreso       |             | 10.0   | 0.0 | 03:30        | 0.06        |                   |
|                             | Espera de Scoop para carguio  |             |        |     | 25:00        | 0.42        |                   |
|                             | Carguio                       |             |        |     | 47:48        | 0.80        |                   |
| Cargado                     | Posicionamiento Salida        |             |        |     | 00:52        | 0.01        |                   |
| Cargado                     | Rp 781                        | Negativo    | 464.4  | 0.5 | 03:19        | 0.06        | 8.40              |
| Cargado                     | Rp Saynocca                   | Positivo    | 2230.0 | 2.2 | 15:32        | 0.26        | 8.61              |
|                             | Pesaje en balanza portatil    |             |        |     | 11:00        | 0.18        |                   |
|                             | Superficie (hasta tolva)      | -           | 2765.0 | 2.8 | 09:01        | 0.15        | 18.40             |
|                             | Posicionamiento para descarga |             | 50.0   | 0.1 | 02:51        | 0.05        |                   |
|                             | Descarga                      |             |        |     | 01:18        | 0.02        |                   |
|                             | Traslado hasta balanza        | -           | 250.0  | 0.3 | 01:55        | 0.03        | 7.83              |
|                             | Balanza a Tunel Sur           | -           | 2515.0 | 2.5 | 06:36        | 0.11        | 22.86             |
| <b>CICLO TOTAL</b>          |                               |             |        |     | <b>02:20</b> | <b>2.34</b> |                   |
| DEMORAS POR POSICIONAMIENTO |                               |             |        |     | 00:07        | 0.12        |                   |
| DEMORAS POR ESPERA DE SCOOP |                               |             |        |     | 00:25        | 0.42        |                   |
| <b>TOTAL CICLO LIMPIO</b>   |                               |             |        |     | <b>01:48</b> | <b>1.81</b> |                   |

**CONTROL DE OPERACIÓN IVECO ASTRA**

**LABOR** Tv 436  
**DIA** 14/09/2015

**Viaje N° 04**

| CONDICION                   | VIA                           | INCLINACION | m      | Km  | TIEMPO (Min) | TIEMPO (Hr) | VELOCIDAD (Km/hr) |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------|--------|-----|--------------|-------------|-------------------|
| Vacio                       | Rp Saynocca                   | Negativo    | 2230.0 | 2.2 | 07:33        | 0.13        | 17.72             |
| Vacio                       | Rp 781                        | Positivo    | 464.4  | 0.5 | 02:46        | 0.05        | 10.07             |
| Vacio                       | Posicionamiento Ingreso       |             | 10.0   | 0.0 | 02:37        | 0.04        |                   |
|                             | Espera de Scoop para carguio  |             |        |     | 47:00        | 0.78        |                   |
|                             | Carguio                       |             |        |     | 34:57        | 0.58        |                   |
| Cargado                     | Posicionamiento Salida        |             |        |     | 01:22        | 0.02        |                   |
| Cargado                     | Rp 781                        | Negativo    | 464.4  | 0.5 | 03:08        | 0.05        | 8.89              |
| Cargado                     | Rp Saynocca                   | Positivo    | 2230.0 | 2.2 | 15:39        | 0.26        | 8.55              |
|                             | Pesaje en balanza portatil    |             |        |     | 12:00        | 0.20        |                   |
|                             | Superficie (hasta tolva)      | -           | 2765.0 | 2.8 | 07:04        | 0.12        | 23.48             |
|                             | Posicionamiento para descarga |             | 50.0   | 0.1 | 02:48        | 0.05        |                   |
|                             | Descarga                      |             |        |     | 01:22        | 0.02        |                   |
|                             | Traslado hasta balanza        | -           | 250.0  | 0.3 | 02:00        | 0.03        | 7.50              |
|                             | Balanza a Tunel Sur           | -           | 2515.0 | 2.5 | 07:00        | 0.12        | 21.56             |
| <b>CICLO TOTAL</b>          |                               |             |        |     | <b>02:27</b> | <b>2.45</b> |                   |
| DEMORAS POR POSICIONAMIENTO |                               |             |        |     | 00:06        | 0.11        |                   |
| DEMORAS POR ESPERA DE SCOOP |                               |             |        |     | 00:47        | 0.78        |                   |
| <b>TOTAL CICLO LIMPIO</b>   |                               |             |        |     | <b>01:33</b> | <b>1.56</b> |                   |



## ANEXO 06

### CONSUMO DE COMBUSTIBLE IVECO ASTRA 8X6

| Viaje N° 01       |           |         |
|-------------------|-----------|---------|
| Referencia        | Horometro | Km      |
| Inicio            | 1195      | 12826   |
| Llegada Túnel Sur | 1196.7    | 12838   |
| Total             | 1.7       | 12      |
| Consumo           | 7.76      | Galones |

| Viaje N° 02       |           |         |
|-------------------|-----------|---------|
| Referencia        | Horometro | Km      |
| Inicio            | 1196.7    | 12838   |
| Llegada Túnel Sur | 1198.3    | 12850   |
| Total             | 1.6       | 12      |
| Consumo           | 8.04      | Galones |

| Viaje N° 03       |           |         |
|-------------------|-----------|---------|
| Referencia        | Horometro | Km      |
| Inicio            | 1198.3    | 12850   |
| Llegada Túnel Sur | 1200.0    | 12862   |
| Total             | 1.7       | 12      |
| Consumo           | 7.76      | Galones |

| Viaje N° 04       |           |         |
|-------------------|-----------|---------|
| Referencia        | Horometro | Km      |
| Inicio            | 1200      | 12862   |
| Llegada Túnel Sur | 1201.8    | 12874   |
| Total             | 1.8       | 12      |
| Consumo           | 8.08      | Galones |

## ANEXO 07

### CICLO DE TRANSPORTE DE MINERAL POR BOLIVAR

| TIEMPO PROMEDIO DE CICLO DE TRANSPORTE DE MINERAL DE INTERIOR MINA A PLANTA |                    |                 |                 |
|---|--------------------|-----------------|-----------------|
| UBICACIÓN   | DESTINO            | TIEMPO REAL     | TIEMPO IDEAL    |
| Taller Marina   | Bocamina Bolívar   | 00:08:33        | 00:07:20        |
| Bocamina Bolívar  | Tolva 530          | 00:17:00        | 00:15:40        |
| Tolva 530   | Bocamina Bolívar   | 00:31:18        | 00:24:00        |
| Bocamina Bolívar  | Taller Marina      | 00:15:19        | 00:10:20        |
| Taller Marina   | Desmontera Sánchez | 00:07:53        | 00:05:40        |
| Desmontera Sanchez  | Y uyuccasa         | 00:07:34        | 00:06:20        |
| Y uyuccasa  | Planta (Balanza)   | 00:28:33        | 00:26:20        |
| Planta (Balanza)  | Tolva de gruesos   | 00:03:15        | 00:01:20        |
| Tolva de gruesos  | Planta (Balanza)   | 00:02:18        | 00:01:20        |
| Planta (Balanza)  | Y uyuccasa         | 00:26:12        | 00:24:30        |
| Y uyuccasa  | Desmontera Sánchez | 00:04:31        | 00:04:20        |
| Desmontera Sanchez  | Taller Marina      | 00:05:16        | 00:03:00        |
| <b>TIEMPO TOTAL</b>   |                    | <b>02:37:42</b> | <b>02:10:10</b> |
|   |                    | <b>2.61</b>     | <b>2.16</b>     |

### CUADRO DE CICLADO POR DÍA DE UNA UNIDAD

| CICLO           | TIEMPO         | TARA (Kg)      | PESO BRUTO (Kg) | PESO NETO (Kg) | P. NETO (TON) |
|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|
| <b>1</b>        | 2:37:42        | 18160          | 49810           | 31650          | 31.65         |
| <b>2</b>        | 2:43:40        | 18160          | 41310           | 23150          | 23.15         |
| <b>3</b>        | 2:56:26        | 18160          | 58800           | 40640          | 40.64         |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>2:46:13</b> | <b>18160.0</b> | <b>49973.3</b>  | <b>31813.3</b> | <b>31.8</b>   |
| <b>TOTAL</b>    | <b>8:18:40</b> | <b>54480.0</b> | <b>149920.0</b> | <b>95440.0</b> | <b>95.4</b>   |

| DURACIÓN DE CICLOS | HR/CICLO    |
|--------------------|-------------|
| CATALINA HUANCA    | <b>2.75</b> |

## ANEXO 08

### CICLO DE TRANSPORTE DE MINERAL POR TUNEL SUR

| CICLO/VOLQUETE                         | 01:45 - 1.75 |
|--|--------------|
| Tiempo de Ida (cargado)                | 00:45        |
| Tiempo de retorno (vacío)              | 00:42        |
| Tiempo de carguío (tolvas o Scooptram) | 00:05        |
| Tiempo de descarga en Tolva gruesos    | 00:02        |
| Tiempo pesaje                          | 00:03        |
| Tiempo de entoldado                    | 00:03        |
| Tiempo de Desentoldado                 | 00:04        |

| ITEM        | CICLADO DE MINERAL |                   |                 |              |
|-------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------|
|             | TUNEL SUR          |                   |                 |              |
|             | UBICACION          | DESTINO           | TIEMPO (Hrs)    | Km           |
| T. CARGUIO  | CARGUIO DE MINERAL |                   | 00:05:12        | -            |
| T. IDA      | CM 490             | TUNEL SUR         | 00:31:00        | 4.1          |
|             | DEMORA EN GARITA 6 |                   | 00:02:00        | -            |
|             | -                  | -                 | 00:00:00        | -            |
|             | ENTOLDERADO        |                   | 00:03:30        | -            |
|             | TUNEL SUR          | BALANZA           | 00:09:48        | 2.4          |
|             | PESAJE             |                   | 00:03:00        | -            |
|             | BALANZA            | PLATAFORMA PLANTA | 00:01:00        | 0.1          |
|             | DESENTOLDERADO     |                   | 00:04:00        | -            |
|             | PLATAFORMA PLANTA  | TOLVA GRUESOS     | 00:01:30        | 0.4          |
| T. DESCARGA | DESCARGA           |                   | 00:02:30        | -            |
| T.VUELTA    | TOLVA GRUESOS      | BALANZA           | 00:01:40        | 0.4          |
|             | BALANZA            | TUNEL SUR         | 00:08:20        | 2.4          |
|             | GARITA 6           |                   | 00:02:00        | -            |
|             | TUNEL SUR          | CM 490            | 00:30:00        | 4.1          |
|             | <b>TOTAL</b>       |                   | <b>01:45:30</b> | <b>13.90</b> |
|             |                    |                   | <b>1.75</b>     | <b>Hrs</b>   |

- Se tiene como resultado del analisis de tiempos el nuevo ciclo, siendo este:

$$T_{\text{ciclo interior mina-planta}} = 1.75 \text{ hrs}$$

## ANEXO 09

### Ciclo De Transporte De Mineral Por Túnel Sur Volvo FMX 10x4

| Mineral Solo (Interior Mina a Planta) |               |
|---------------------------------------|---------------|
| Labor                                 | T. ciclo (Hr) |
| Cam 781                               | <b>1.22</b>   |
| Cx 188                                | <b>1.31</b>   |
| Cam 405                               | <b>1.70</b>   |
| Cam 650                               | <b>1.38</b>   |
| Cam 970                               | <b>1.44</b>   |
| Cam 521 (Laguna)                      | <b>1.51</b>   |
| Tv 490                                | <b>1.58</b>   |
| Tv 530                                | <b>1.68</b>   |
| Cx 520                                | <b>2.00</b>   |
| <b>Promedio</b>                       | <b>1.54</b>   |

ANEXO 10

Diseño De Extracción De Mineral UNIDAD MINERA CATALINA HUANCA S.A.C.



**ANEXO 11**

**CLASIFICACION RMR 89 BIENIAWSKI**

| <b>TABLA 01: RESISTENCIA COMP. SIMPLE R. INTACTA</b> |  |                |
|--|--|----------------|
| <b>índice del ensayo de carga puntual (Mpa)</b>      | <b>Resistencia a compresión simple (Mpa)</b> | <b>Puntaje</b> |
| >10  | >250   | 15             |
| 4-10 Mpa   | 100-250                                      | 12             |
| 2-4 Mpa  | 50-100                                       | 7              |
| 1-2 Mpa  | 25-50  | 4              |
| -  | 5-25   | 2              |
| -  | 1-5  | 1              |
| -  | <1   | 0              |

| <b>TABLA 02: RQD.</b> |                |
|-----------------------|----------------|
| <b>R.Q.D %</b>        | <b>Puntaje</b> |
| 90-100                | 20             |
| 75-90                 | 17             |
| 50-75                 | 13             |
| 25-50                 | 8              |
| <25                   | 3              |

| <b>TABLA 03: Espaciamiento discontinuidades</b> |                |
|---|----------------|
| <b>Espaciamiento (m)</b>                        | <b>Puntaje</b> |
| >2  | 20             |
| 0.6-2.0   | 15             |
| 0.2-0.6   | 10             |
| 0.06-0.2  | 8              |
| <0.06   | 5              |

| <b>TABLA 04: CONDICIONES DE DISCONTINUIDADES</b>   |                |
|--|----------------|
| <b>DESCRIPCION</b>   | <b>PUNTAJE</b> |
| superficies muy rugosas, de poca extensión, paredes de roca resistente   | 30             |
| Superficies poco rugosas, apertura menor a 1 mm, paredes de roca resistente  | 25             |
| Idem anterior, pero con paredes de roca blanda   | 20             |
| Superficies suaves o relleno de falla de 1 a 5 mm de espesor o apertura de 1 a 5 mm, las discontinuidades se extienden por varios metros                 | 10             |
| Discontinuidades abiertas, con relleno de falla de más de 5 mm de espesor o apertura de más de 5 mm, las discontinuidades se extienden por varios metros | 0              |

**TABLA 04 bis: PARA CONSIDERAR LA TABLA 04**

|                                     |            |                 |                |              |              |
|-------------------------------------|------------|-----------------|----------------|--------------|--------------|
| Long. Discontinuidad (persistencia) | < 1m       | 1-3 m           | 3-10 m         | 10-20 m      | >20 m        |
|                                     | 6          | 4               | 2              | 1            | 0            |
| Abertura (mm)                       | Nada       | < 0.1m          | 0.1-1.0 mm     | 1-5 mm       | >5 mm        |
|                                     | 6          | 5               | 3              | 1            | 0            |
| Rugosidad                           | Muy rugoso | Rugoso          | Leve. Rugoso   | Lisa         | pulida       |
|                                     | 6          | 5               | 3              | 1            | 0            |
| Tipo de relleno                     | nada       | resistente>5mm  | resistente<5mm | blando>5mm   | blando<5mm   |
|                                     | 6          | 4               | 2              | 2            | 0            |
| Intemperización (alteración)        | Inalterada | Levem. Alterada | Moderada alt.  | muy alterada | descompuesta |
|                                     | 6          | 5               | 3              | 1            | 0            |

**TABLA 05: AGUA SUBTERRANEA**

| Filtración por cada 10 m de longitud del túnel (L/min) | Presión del agua en la discontinuidad dividido la tensión principal mayor | descripción de las condiciones generales | Puntaje |
|--|---|--|---------|
| Nada   | 0   | Completamente Seco                       | 15      |
| < 10   | 0.0-0.1   | Apenas húmedo                            | 12      |
| 10-25.   | 0.1-0.2   | Húmedo                                   | 7       |
| 25-125.  | 0.2-0.5   | Goteo                                    | 4       |
| >125   | >0.5  | Flujo continuo                           | 0       |

**TABLA 06: CORRECCION POR ORIENTACION DE DISCONTINUIDADES**

| Evaluación de la influencia de la orientación para la obra | Puntaje para túneles | Puntaje para fundaciones |
|--|----------------------|--------------------------|
| Muy favorable  | 0                    | 0                        |
| Favorable  | -2                   | -2                       |
| Medio  | -5                   | -7                       |
| Desfavorable   | -10                  | -15                      |
| Muy desfavorable   | -12                  | -25                      |

| CATEGORIAS DE LA CLASIFICACION |                               |       |         |       |                       |
|--------------------------------|-------------------------------|-------|---------|-------|-----------------------|
| R.M.R                          | Descripción del macizo rocoso | Clase | c (Kpa) | ∅°    | T sin soporte         |
| 81-100                         | Muy Bueno                     | I     | > 400   | > 45  | 20 años, luz de 15 m. |
| 61-80                          | Bueno                         | II    | 300-400 | 35-45 | 1 año, luz de 10 m.   |
| 41-60                          | Medio                         | III   | 200-300 | 25-35 | 1 semana, luz 5m.     |
| 21-40                          | Malo                          | IV    | 100-200 | 15-25 | 10 hr, luz de 2.5 m.  |
| 0-20                           | Muy Malo                      | V     | < 100   | < 15  | 30 min, luz 1m.       |

## **PLANOS**