



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE NEGOCIOS

CARRERA DE ADMINISTRACIÓN

“APLICACIÓN DEL CÍRCULO DE DEMING PARA OPTIMIZAR LA ACTIVIDAD DE VOLADURA EN VETA JIMENA DE COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

Licenciado en Administración

Autores:

Br. Cynthia Lizbet Narro Sebastián
Br. Ericka Janet Villanueva Reyes

Asesor:

Ms. Roger Hurtado Rojas

Trujillo – Perú
2014

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por las Bachilleres **Cynthia Lizbet Narro Sebastián** y **Ericka Janet Villanueva Reyes**, denominada:

“APLICACIÓN DEL CÍRCULO DE DEMING PARA OPTIMIZAR LA ACTIVIDAD DE VOLADURA EN VETA JIMENA DE COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A”

Ms. Roger Hurtado Rojas
ASESOR

María Eugenia Alfaro Sánchez
JURADO
PRESIDENTE

Luigi Cabos Villa
JURADO

María Terán Iparraguirre
JURADO

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar a este peldaño para cumplir uno de mis objetivos para alcanzar el éxito.

A mis Padres, por el apoyo incondicional e impulsarme hacia adelante, demostrándome que con dedicación y entrega puedo alcanzar grandes cosas.

A mi novio Óscar Chávez por cada palabra de aliento y por compartir grandes momentos de mi vida personal y profesional.

Cynthia L. Narro Sebastián

A Dios por darme salud, paciencia y por guiarme por el buen camino para lograr alcanzar este sueño mágico, que parecía difícil pero no imposible.

A mis Padres y hermanos por su inmenso cariño, por sus consejos, por su apoyo incondicional y por los ánimos brindados en todo momento; ya que son ellos mi mayor motivo para seguir cumpliendo mis metas.

Ericka J. Villanueva Reyes

AGRADECIMIENTO

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, asesorando y acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Privada del Norte y a los docentes, quienes nos han orientado y transmitido enseñanzas que han contribuido a enriquecer nuestros conocimientos y nos han ayudado a ser mejores personas a lo largo de nuestra vida universitaria.

Agradecemos de manera especial a Compañía Minera Poderosa S.A., a los ingenieros y supervisores del Círculo de Mejora Continua “Tecnología e Innovación Minera” del Departamento de Mina Unidad de Producción Marañón, por su tiempo y apoyo en la asesoría para el planteamiento y ejecución de este proyecto.

Además, gracias totales a nuestro asesor Roger Hurtado Rojas, quien más que un maestro es un gran amigo, quien confió en nosotras y con paciencia y esmero nos brindó los conocimientos necesarios y el monitoreo del desarrollo de nuestro Proyecto de Tesis para lograr culminarlo satisfactoriamente y poder obtener el Título Profesional de Licenciado en Administración.

Finalmente agradecemos a Roberto Gómez Bolaños “Chespirito” por transmitirnos alegría y hacer de nuestra infancia la mejor. Gracias por su frase motivadora la cual ambas nos preguntábamos en el transcurso del avance del proyecto “dígame licenciada: licenciada”; no te olvidaremos y con orgullo diremos: dígame licenciada.

Las Autoras

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y CUADROS.....	ix
RESÚMEN	xi
ABSTRAC	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. <i>Realidad problemática</i>	<i>1</i>
1.2. <i>Formulación del problema.....</i>	<i>4</i>
1.3. <i>Justificación.....</i>	<i>5</i>
1.4. <i>Limitaciones</i>	<i>5</i>
1.5. <i>Objetivos</i>	<i>6</i>
1.5.1. <i>Objetivo General.....</i>	<i>6</i>
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	<i>6</i>
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. <i>Antecedentes</i>	<i>7</i>
2.1.1. <i>A nivel Internacional</i>	<i>7</i>
2.1.2. <i>A nivel Nacional.....</i>	<i>8</i>
2.2. <i>Bases Teóricas</i>	<i>11</i>
2.2.1. <i>Calidad y sus Precursores.....</i>	<i>11</i>
2.2.2. <i>Sistema Integrado de Gestión.....</i>	<i>13</i>
2.2.2.1. <i>Beneficios del SIG.....</i>	<i>13</i>
2.2.2.2. <i>Implicancia en Actividad Minera</i>	<i>14</i>
2.2.2.3. <i>Alcances de la Auditoría de Sistemas Integrados</i>	<i>16</i>
2.2.3. <i>Sistema de la Calidad.....</i>	<i>17</i>
2.2.4. <i>Etapas de la Gestión de la Calidad</i>	<i>18</i>
2.2.4.1. <i>Control de la Calidad.....</i>	<i>19</i>
2.2.4.2. <i>Gestión de la Calidad.....</i>	<i>20</i>
2.2.4.3. <i>Calidad Total</i>	<i>21</i>
2.2.4.4. <i>La Reacción en Cadena:.....</i>	<i>22</i>
2.2.5. <i>Implantar un Sistema de Gestión de la Calidad</i>	<i>23</i>

2.2.5.1.	Identificación del Problema:	27
2.2.5.2.	Observación:	28
2.2.5.3.	Análisis:	28
2.2.5.4.	Acción:	28
2.2.5.5.	Verificación:	29
2.2.5.6.	Estandarización:	29
2.2.5.7.	Conclusión:	29
2.2.6.	Concepto de Proceso	30
2.2.6.1.	Gestión de Procesos:	32
2.2.7.	Mapa de Procesos	32
2.2.8.	Mejora Continua	34
2.2.9.	Ciclo de Mejoramiento Continuo PHVA	35
2.2.10.	Herramientas de Mejoramiento Continuo	39
2.2.10.1.	Lluvia de Ideas o Brainstorming	39
2.2.10.2.	Diagrama de Afinidad	40
2.2.10.3.	Gráficos de Gestión (Lineales – Barra)	43
2.2.10.4.	Diagrama de Gantt	48
2.2.10.5.	Histogramas	49
2.2.10.6.	Diagrama de Pareto	53
2.2.10.7.	Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa):	57
2.2.10.8.	Herramienta 5W + 1H:	59
2.2.10.9.	Diagrama Matricial:	60
2.2.11.	Proceso de Extracción de Mineral:	61
2.2.12.	Actividad de Voladura Controlada	64
2.2.12.1.	Condiciones para Voladura:	64
2.2.12.2.	Mallas de Perforación:	64
2.2.12.3.	Taladros de Voladura:	65
2.2.13.	Ventajas de Voladura Controlada:	67
2.2.13.1.	Optimización de la Actividad de Voladura:	68
2.2.14.	Diferencias entre Voladura Controlada y No Controlada (Convencional):	69
2.3.	Definición de términos básicos	70
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS		78
3.1.	Formulación de la hipótesis	78
3.2.	Operacionalización de variables	78
CAPÍTULO 4. PRODUCTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL		81
4.1.	Propuesta De Mejora y Su Concordancia con La Visión, Misión y Políticas De Compañía Minera Poderosa S.A.	81
4.1.1.	Visión	81
4.1.2.	Misión	81
4.1.3.	Principios y Valores Claves	81
4.1.4.	Políticas	82
4.2.	Aplicación del Círculo de Deming	83
4.2.1.	PLANEAR	86
4.2.1.1.	Paso 1: Seleccionar el problema y definir el tema	86

4.2.1.2.	<i>Paso 2: Comprender la situación y definir objetivos</i>	92
4.2.1.3.	<i>Paso 3: Planear las actividades</i>	100
4.2.1.4.	<i>Paso 4: Analizar la causa y efecto</i>	102
4.2.2.	HACER	106
4.2.2.1.	<i>Paso 5: Implementar las medidas correctivas</i>	106
4.2.3.	VERIFICAR	115
4.2.3.1.	<i>Paso 6: Verificar las medidas correctivas</i>	115
4.2.4.	ACTUAR	121
4.2.4.1.	<i>Paso 7: Estandarización</i>	121
CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS		125
5.1.	<i>Tipo de diseño de investigación</i>	125
5.2.	<i>Material de estudio</i>	126
5.2.1.	<i>Unidad de estudio</i>	126
5.2.2.	<i>Población</i>	126
5.2.3.	<i>Muestra</i>	126
5.3.	<i>Técnicas, procedimientos e instrumentos</i>	126
5.3.1.	<i>Para recolectar datos</i>	126
5.3.2.	<i>Para analizar información</i>	128
CAPÍTULO 6. RESULTADOS		130
CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN		137
CONCLUSIONES		139
RECOMENDACIONES		141
REFERENCIAS		143
ANEXOS		145

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla N° 1 Las Partes interesadas y sus Objetivos.....	15
Tabla N° 2 Metodología para Solución de Problemas en 7 Pasos.....	38
Figura N° 1 Cambio de Paradigma.....	18
Figura N° 2 Sistema de Calidad.....	18
Figura N° 3 Etapas de Evolución del Enfoque de la Calidad.....	19
Figura N° 4 Gestión de la Calidad.....	21
Figura N° 5 Reacción en Cadena.....	23
Figura N° 6 Gestión de la Calidad.....	25
Figura N° 7 KAIZEN.....	26
Figura N° 8 Ciclo de Calidad.....	27
Figura N° 9 Elemento de un Proceso.....	32
Figura N° 10 Mapa de Procesos.....	33
Figura N° 11 Ciclo de Deming.....	36
Figura N° 12 Representación de Diagrama de Afinidad.....	43
Figura N° 13 Gráfico de Líneas.....	44
Figura N° 14 Gráfico de Barra.....	45
Figura N° 15 Diagrama de Gantt.....	49
Figura N° 16 Histograma.....	50
Figura N° 17 Construcción de una Tabla de Pareto.....	55
Figura N° 18 Trazo de Ejes en Diagrama Pareto.....	55
Figura N° 19 Dibujo de Gráfico de Barras en Diagrama Pareto.....	56
Figura N° 20 Diagrama Pareto.....	57
Figura N° 21 Esquema Básico de Diagrama de Ishikawa.....	59
Figura N° 22 Diagrama Matricial.....	61
Figura N° 23 Mina Subterránea.....	63
Figura N° 24 Malla de Perforación actual de 3.5 x 3M.....	65
Figura N° 25 Taladros de Voladura.....	66
Figura N° 26 Cartuchos.....	66
Figura N° 27 Carga Explosiva.....	67
Figura N° 28 Voladura Controlada.....	68
Figura N° 29 Voladura Convencional VS Controlada.....	69
Figura N° 30 Mapa de Procesos Compañía Minera Poderosa S.A.....	85
Figura N° 31 Pictograma de la Actividad de Voladura.....	93
Figura N° 32 Capacitación en Interior Mina.....	109
Figura N° 33 Diseño de Malla de Perforación en Labores de Avance.....	112
Figura N° 34 Diseño de Malla de Perforación en Tajos.....	112
Figura N° 35 Preparación de Taco Inerte.....	113
Figura N° 36 Requerimiento de Tubos PVC.....	113
Figura N° 37 Implementación de Tubos PVC.....	114
Figura N° 38 Cordón Detonante y Material Listo para Voladura Controlada.....	114
Figura N° 39 Resultados de la voladura controlada.....	120

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y CUADROS

Gráfico N° 1 Cuadro Sinóptico De Jerarquía Del Proceso De Mina.....	92
Gráfico N° 2 Antes Costo de explosivos y accesorios en US\$ RA/ESCM.....	94
Gráfico N° 3 Antes Costo de explosivos y accesorios en US\$ GL SE.....	95
Gráfico N° 4 Antes Costo de explosivos y accesorios en US\$ TJ.....	96
Gráfico N° 5 Antes % de Sobre rotura labores de avance y tajos.....	97
Gráfico N° 6 Antes Nro. De accidentes por desprendimiento de roca año 2013	98
Gráfico N° 7 Diagrama de Pareto.....	103
Gráfico N° 8 Diagrama de Ishikawa.....	105
Gráfico N° 9 Diseño de voladura controlada.....	110
Gráfico N° 10 Diseño de Malla de Perforación para Voladura Controlada.....	111
Gráfico N° 11 Ahora Costo de explosivos y accesorios en US\$ RA/ESCM.....	116
Gráfico N° 12 Ahora Costo de explosivos y accesorios en US\$ GL SE	117
Gráfico N° 13 Ahora Costo de explosivos y accesorios en US\$ TJ.....	118
Gráfico N° 14 Ahora % de Sobre rotura labores de avance y tajos.....	119
Gráfico N° 15 Ahora Nro. De accidentes por desprendimiento de roca año 2014.....	120
Gráfico N° 16 Comparativo de costos de explosivos y accesorios en labores de avance.....	130
Gráfico N° 17 Comparativo de costos de explosivos en labores de explotación.....	131
Gráfico N° 18 Comparativo de porcentaje de sobrerotura.....	132
Gráfico N° 19 Comparativo de porcentaje de sobrerotura en promedios.....	133
Gráfico N° 20 Comparativo de número de accidentes	134
Cuadro N° 1 Calidad Total.....	22
Cuadro N° 2 Clases en un Histograma.....	52
Cuadro N° 3 Variable independiente: Círculo de Deming.....	79
Cuadro N° 4 Variable dependiente: Actividad de Voladura.....	80
Cuadro N° 5 Lluvia de Ideas.....	87
Cuadro N° 6 Diagrama de Afinidad.....	88
Cuadro N° 7 Matriz de Priorización.....	89
Cuadro N° 8 Lluvia de Ideas para el Nombre del Proyecto	90
Cuadro N° 9 Matriz de Priorización para el Nombre del Proyecto	91
Cuadro N° 10 Costo inicial de explosivos y accesorios en RA.....	94
Cuadro N° 11 Costo inicial de explosivos y accesorios en GL.....	95
Cuadro N° 12 Costo inicial de explosivos y accesorios en TJ.....	96
Cuadro N° 13 Metas del Problema a Solucionar.....	99
Cuadro N° 14 Estrategias del Problema a Solucionar.....	99
Cuadro N° 15 Diagrama de Gantt.....	101
Cuadro N° 16 Las 5W + 1H.....	107
Cuadro N° 17 Programa de capacitación.....	108
Cuadro N° 18 Costo actual de explosivos y accesorios en RA.....	116
Cuadro N° 19 Costo actual de explosivos y accesorios en GL.....	117
Cuadro N° 20 Costo actual de explosivos y accesorios en TJ.....	118
Cuadro N° 21 Porcentaje de Sobrerotura.....	119

Cuadro N° 22 Costo de Implementar un CMC.....	122
Cuadro N° 23 Ahorro en US\$ proyectado en un año aplicado en 2 labores.....	123
Cuadro N° 24 Ahorro en US\$ proyectado en un año aplicado en 8 labores.....	124
Cuadro N° 25 Reducción de costos en labores de avance.....	130
Cuadro N° 26 Reducción de costos en labores de explotación.....	131
Cuadro N° 27 Comparación del porcentaje de sobrerotura.....	132
Cuadro N° 28 Comparación del número de accidentes.....	133
Cuadro N° 29 Validación de Hipótesis por Prueba “t” Diferencia de Promedios.....	136

RESUMEN

El presente proyecto de investigación “APLICACIÓN DEL CÍRCULO DE DEMING PARA OPTIMIZAR LA ACTIVIDAD DE VOLADURA EN VETA JIMENA DE COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A.” nace como una alternativa para mejorar la actividad de voladura, de los subprocesos de avance y explotación del proceso de minado; siendo ésta de suma importancia para las labores de avance en metraje y obtención del mineral (oro).

La propuesta de este proyecto se enfoca en aplicar la metodología de solución de problemas en siete pasos basado en el “Círculo de Deming” dentro del cual se utiliza nueve herramientas de calidad para obtener resultados factibles en tres factores de importancia para la empresa: Calidad (reducción de costos), Seguridad (disminución de accidentes) y Medioambiente (disminución de sobre rotura).

El desarrollo del proyecto se inicia con la formación de un Círculo de Mejora Continua (CMC) conformado por 7 miembros dentro de ello supervisores y personal administrativo del Área de Mina de Compañía Minera Poderosa S.A. y J&S Contratistas Generales S.R.L. El primer paso de la metodología es la identificación del problema, utilizando la herramienta de lluvia de ideas, diagrama de afinidad y matriz de priorización; el segundo paso es comprender la situación actual y establecer metas, mediante el uso de diagramas de líneas e histogramas. El tercer paso, se realiza el plan de actividades mediante el diagrama de Gantt; el cuarto paso, consiste en identificar y analizar las causas con el uso del diagrama de Ishikawa y Pareto; el quinto paso, considerar e implementar contramedidas se obtiene mediante la herramienta 5W+1H; el sexto paso se enfoca en verificar los resultados obtenidos; y finalmente, el séptimo paso, estandarización en donde se estandariza la distribución de la carga explosiva y el diseño de malla de perforación con el diseño de voladura, así como también el procedimiento estandarizado de trabajo seguro de Voladura Controlada; para que el proyecto sea sostenible en el tiempo.

Como resultado del proyecto se logra obtener la reducción del costo en un 19% (ahorro \$22.00 por disparo) en labores de avance con sección de 3.5 x 3 metros en rampas (RA) y en sección de 2.5 x 2.5 metros en galería (GL) se reduce el costo 16% (ahorro de \$41.00 por disparo); y en labores de explotación (tajos) se consigue un ahorro del 17%(\$17.00 por disparo). Se disminuye el porcentaje de sobre rotura a 11%, se disminuye los accidentes por desprendimiento de roca a 5 accidentes de trabajo leve y se logra mejorar los estándares de calidad y seguridad con la formalización del PETS de Voladura controlada.

ABSTRACT

The present research project "Application of the circle of DEMING to optimize the activity of BLASTING in grain JIMENA of COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A." was founded as an alternative to improve the activity of blasting, development and exploitation of the mining process threads; being of utmost importance for the work of advance footage and obtaining the ore (gold).

The proposal of this project focuses on applying the methodology of problem solving in seven steps - "Circle of Deming" within which nine quality tools is used to achieve feasible results in three factors of importance for the company: quality (cost reduction), environment (reduction of envelope break) and safety (accidents reduction).

The development of the project begins with the formation of a circle of continuous improvement (CMC) comprised of 7 members within it supervisors and administrative staff of mine Area of Compañía Minera Poderosa S.A. and J&S Contratistas Generales S.R.L. The first step of the methodology is to identify the problem, using the brainstorming, affinity and prioritization matrix diagram; the second step is to understand the current situation and set goals, use of lines diagrams, histograms. The third step, is the plan of activities using Gantt chart; the fourth step, is to identify and analyze the causes using Pareto Ishikawa diagram; the fifth step, consider and implement countermeasures is obtained by using the tool 5W + 1 H; the sixth step focuses on verifying the results obtained; and finally, The seventh step, standardization where the distribution of the explosive charge and the mesh design of drilling with blasting design, is standardized as well as also the standardized safe controlled blasting work procedure; to make the project sustainable in time.

As result of the project is achieved the reduction of cost by 19% (saving \$22.00 per shot) in work of 3.5 x 3 meters section advance on ramps (RA) and 2.5 x 2.5 meters in Gallery section (GL) reduces the cost 16% (savings of \$41.00 per shot); and in exploitation (pits) work gets a saving of 17 %(\$17.00 per shot). The percentage of envelope decreases break to 11%, decreasing accidents through rock to 5 slight accidents and is achieved to improve the standards of quality and safety with the formalization of the PETS of controlled blasting.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La minería es una actividad extractiva cuyo desarrollo constituye soporte para gran parte de la industria manufacturera y joyera del mundo. Es una actividad vinculada a las finanzas y al medio ambiente. La cotización de los minerales ha determinado la evolución de las bolsas mundiales en estos últimos años.

El Perú ocupa lugares importantes en Latinoamérica y el mundo por su producción y potencial minero. En Latinoamérica, ocupa el primer lugar en la producción de zinc, plomo, estaño, plata y oro siendo segundo lugar sólo en la producción de cobre. A nivel mundial ocupa el primer lugar en plata (16.48%), tercer lugar en zinc (12.15%), cobre (6.86%), y estaño; cuarto lugar en plomo (9.52%) y quinto lugar en oro (8.01%).

A lo largo de la historia económica peruana, la minería ha contribuido al crecimiento económico del país y ha sido una fuente importante de ingresos fiscales. No obstante, la generación de conflictos y los impactos ambientales han sido motivo de preocupación dentro de las comunidades campesinas y la sociedad en general. En ese sentido, la supervisión de esta industria se hace necesaria, siendo OSINERGMIN el actor principal en asumir un gran reto en lo que corresponde a la supervisión del medio ambiente y seguridad e higiene minera.

En el año 2012 a nivel mundial continúa fuertemente el favorecimiento a la industria minera y los precios de los metales a nivel nacional e internacional. Esto ha brindado una oportunidad de crecimiento operativo y, principalmente, de maduración, con mayores inversiones y consolidación de operaciones en muchas empresas mineras.

Por otro lado, teniendo en cuenta el historial minero del distrito y de la provincia de Pataz, los precios de los metales son un factor que cada vez atrae a más mineros informales a la zona de operación de Poderosa, lo que genera potenciales conflictos sociales que pueden afectar las operaciones mineras. Al igual que en el ámbito nacional e internacional, a nivel local los conflictos sociales han aumentado. Los costos de operación han experimentado incrementos en rubros como energía, transportes, explosivos, aceros, insumos para tratamiento, seguridad, entre otros.

Asimismo, la competencia por la mano de obra calificada cada vez se vuelve más compleja en el ámbito nacional, por lo que mantener personal calificado es cada vez

más difícil. Esto puede impactar en la sostenibilidad y competitividad de las operaciones.

Compañía Minera Poderosa, minera aurífera subterránea ubicada a 2,800 msnm, lleva 32 años de operación ininterrumpida en el distrito y provincia de Pataz, región de La Libertad, Perú (Ver Anexo N° 1). Desde el inicio de sus actividades han tratado 5'239,516 toneladas (t) con una ley histórica promedio de 13.51 gramos (gr) de oro (Au) por tonelada métrica (tmt) y se ha producido 2'263,965 onzas (oz) de oro.

El potencial mineral del conjunto de vetas reconocidas en superficie sobre los derechos mineros de la Empresa desde la quebrada La Lima hasta el río Yuracyacu ha sido estimado en 9'969,510 oz de oro.

En julio de 1982, se inauguró la primera planta de beneficio, Planta Marañón, en julio de 1982 en Vijus - Pataz, con una capacidad de tratamiento de 120 tmt/día. En la actualidad se pueden tratar 1,020 tmt/día: 740 tmt/día en la planta Marañón y 280 tmt/día en la planta Santa María I. Esta última se inauguró en octubre de 1997. En la Empresa se continúa trabajando sobre las hectáreas de producción de nuestras concesiones, con lo que cubrimos un área de alrededor de 11,760 hectáreas (ha) del total de 104,723 ha que corresponden a sus derechos mineros.

Compañía Minera Poderosa con su proceso de Minado Unidad de Producción Marañón produce Mineral que es extraído de interior mina con una ley promedio de 9.86 Gr/Ton, asegurando el cumplimiento de la producción anual de 58,638 onzas de oro, mediante el envío de 199,020 toneladas de mineral a la planta de tratamiento Marañón. Asimismo, busca realizar el cumplimiento del Programa Anual de labores de avances de 12,188 metros para cubicar y reemplazar el mineral extraído e incrementar las reservas, esto mediante un seguimiento más estricto a los efluentes de Mina mediante el control de los sólidos en suspensión, utilizando más eficientemente las pozas de sedimentación en interior mina. Se busca incidir en una mayor calidad de la Supervisión, de Compañía y Empresas Contratistas Mineras, con el fin de lograr una gestión integral de la operación, controlando los riesgos de Seguridad, evitando la contaminación Medio Ambiental, mejorando el clima laboral y motivando al personal a la mejora continua.

Los objetivos principales en la Unidad de Producción Marañón para el año 2014 están englobados en: Control y reducción de costos, incremento paulatino de la

productividad e implementación de la cultura de calidad y mejora continua involucrando a la supervisión y al personal de línea.

Actualmente, existen herramientas básicas que han sido aplicadas y utilizadas para la mejora de la calidad y solución de problemas. Cada organización adopta y utiliza las que ayuden a mejorar su gestión, el éxito de estas herramientas radica en la capacidad que han demostrado para ser aplicadas en un amplio conjunto de problemas, desde el control de calidad hasta las áreas de producción, recursos humanos y administración.

La calidad no es solo separar los procesos o productos buenos de los malos al final de la actividad de producción, la calidad no se controla, se fabrica; previniendo que los defectos ocurran en los procesos de producción, creando una nueva cultura, manteniendo un liderazgo, desarrollando al personal y trabajando en equipo.

Es por ello, que se considera que para cumplir con los objetivos fijados por la empresa para el año 2014, se debe realizar una mejora dentro del proceso de Minado, los sub procesos de avance y explotación que son de suma importancia en la Unidad de Producción Marañón.

Siendo la comunicación adecuada y el trabajo en equipo entre las diferentes áreas involucradas, uno de los requisitos principales para ser eficientes y seguros, y es necesario asegurar que todas las operaciones unitarias sean eficaces, siendo la Voladura una actividad importante en el ciclo de minado, es que hemos identificado en la Voladura la parte fundamental para lograr la seguridad de los colaboradores y estabilidad de la masa rocosa asegurando una productividad en el proceso de avance y explotación.

En la veta Jimena de los niveles 1800, 1730, 1720, se vienen desarrollando labores de avance y explotación. Sin embargo, en estos niveles se han identificado ciertos problemas que engloba accidentes por desprendimiento de roca, costos elevados en la actividad de Voladura, asimismo se ha observado la sobre excavación de las labores creando inseguridad para los colaboradores y el incremento del factor de potencia de 1 a 1.10 Kls. Explo/ Tmr.

El motivo principal de estas deficiencias es el no realizar voladura controlada que nos pueda asegurar la estabilidad del terreno, generándonos excesivo tiempo en la actividad de limpieza.

Los accidentes por desprendimiento de roca, el elevado costo en la actividad de voladura y sobre excavación es por:

- Excesivo consumo de explosivos en los taladros de contorno y alzas.
- Excesivo tiempo en la actividad de limpieza por la sobre rotura
- Falta de diseño para voladura controlada.
- La falta de accesorios y/o explosivos adecuados para realizar voladura controlada.

Durante muchos años, las decisiones empresariales se han regido con un pensamiento erróneo de lo que es “calidad”, un pensamiento más bien “incompleto”; especialmente en nuestro país, los negocios se han trazado metas limitadas, a corto plazo lo que les ha impedido ver más allá de sus necesidades inmediatas sin una proyección fuerte hacia el futuro, lo que conlleva a no alcanzar niveles óptimos de calidad.

Hoy, el concepto de calidad ha cambiado y se ve reforzado por un concepto de “mejora continua” que busca integrar cada área o departamento de la empresa ya sea administrativo, de producción o de servicios para lograr un nivel de mejora que se alimente y permita abrir las posibilidades de sucesivas implementaciones, a la vez que garantice el aprovechamiento cabal del nuevo nivel de desempeño logrado. Para esto, se nos ofrece un abanico de posibilidades presentadas como herramientas que buscan asegurar la calidad en el desarrollo de una empresa durante su existencia.

Nuestro proyecto de mejora contempla reducir los costos en la actividad de voladura en las labores de avance y explotación, disminuir la sobre rotura y dar seguridad para evitar los accidentes por desprendimiento de rocas.

Poderosa se enfoca a cumplir con plenitud los lineamientos estratégicos, pero sin dejar de lado la calidad de vida del trabajador, para de este modo optimizar el empleo del recurso humano en las diferentes etapas del proceso de minado.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida el círculo de Deming influye en la optimización de la actividad de voladura en las labores de Veta Jimena de la Unidad de Producción Marañón de Cía. Minera Poderosa S.A. en el año 2014?

1.3. Justificación

El presente estudio, permitirá, mediante la aplicación de lo teórico y lo analítico de reconocer no sólo la importancia, sino la necesidad de aplicar las herramientas de calidad para la mejora continua en el proceso de minado, actividad de voladura de la Unidad de Producción Marañón en Compañía Minera Poderosa S.A. Con ello, se conseguirá estandarizar el uso del tipo de explosivos y accesorios para el control del macizo rocoso (disminución de sobre rotura), estandarizar los PETS (Procedimiento Estandarizado de Trabajo Seguro), disminuir los costos de la actividad de voladura, mejorar los estándares de calidad, seguridad, proporcionando un adecuado ambiente de trabajo para los colaboradores. Es decir, con la aplicación de la voladura controlada en las labores de avance y explotación de la Veta Jimena se mejorará la estabilidad del terreno, estética del mismo y dará mayor seguridad previniendo la caída de roca.

Por ello se elaborará un plan de trabajo basado en la metodología de los 7 pasos a través del Circulo de Deming más conocido como PHVA, haciendo uso de las herramientas de calidad donde identifica el problema, se comprende la situación actual y se establece metas, se planifica las actividades, se analiza las causas, se implemente las contramedidas, se verifique resultados, y se estandarice con el objeto de que el proyecto sea sostenible en el tiempo.

Esto a su término, conlleve a un nuevo empezar, concientice y comprometa a cada colaborador a ser parte de los círculos de mejora continua en la empresa; busquemos sembrar una tendencia de mejora continua que ayude a Cía. Minera Poderosa a seguir actualizándose y preparándose de manera que crezcan en nivel competitivo y, claro está, en calidad total manteniendo su certificación de ISO 9001.

1.4. Limitaciones

- Palabras técnicas y propias de la actividad minera; a pesar de estas dificultades el trabajo es válido porque la aplicación de las herramientas de calidad se ejecutan con el Círculo de Mejora Continua en donde todos interactuamos y vamos aprendiendo, ya sea en el uso de las herramientas de calidad como en el paso a paso de la actividad de voladura de los sub procesos de avance y explotación.

- Aprobación de la superintendencia de mina para obtener y mostrar datos e información propios de operaciones mina, ya que son de carácter confidencial.
- No existen proyectos de investigación que demuestren la aplicación del círculo de Deming en optimización de la actividad de voladura del proceso de minado.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar si el resultado de la aplicación del círculo de Deming influye en la optimización de la actividad de voladura en las labores de Veta Jimena de la Unidad de Producción Marañón de Cía. Minera Poderosa S.A. en el año 2014.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Seleccionar las herramientas de calidad a utilizar en la aplicación de la metodología de los siete pasos basado en el Círculo de Deming.
2. Determinar el problema en el proceso de minado, en los sub procesos de avance y explotación.
3. Identificar la situación actual y las causas del problema en la actividad de voladura.
4. Proponer las acciones correctivas para resolver el problema.
5. Implementar el Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) de voladura controlada.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La presente investigación cuenta con los siguientes antecedentes de estudio.

2.1.1. A nivel Internacional: En el ámbito internacional encontramos los siguientes antecedentes:

Sánchez S. (2013). *Aplicación de las 7 herramientas de la Calidad a través del Ciclo de Mejora Continua de Deming en la sección de Hilandería en la Fábrica Pasamanería S.A.* Universidad de Cuenca, Ecuador. El objetivo general de este estudio fue realizar la aplicación de herramientas de calidad para mejorar el proceso productivo, afianzándose en el Ciclo de Mejora Continua (PHVA). Históricamente en la sección hilandería se han guardado datos de control de calidad y están archivados, pero no se han analizado para tomar decisiones a partir de éstos. Su propuesta es usarlos para establecer indicadores de calidad y mejora continua, que se proyecten a lo largo del tiempo, a través de la aplicación de las siete herramientas de la calidad, creando así medidas que permitan corregir los procesos que están fuera de control, para mantener la calidad del sistema de producción.

La calidad siempre da como consecuencia el ahorro de recursos y dinero, puesto que la productividad aumenta y con menos fallos. Con esto, el autor concluye que logró incrementar la productividad del día a 320kg, y si esto lo llevamos a prendas, las ventas podrían alcanzar hasta \$108000 dólares, reduciendo las mermas en un 60%.

Comentario: *Esta investigación sirve como referencia y guía para observar el desarrollo del Ciclo de Mejora Continua de Deming en 7 pasos, utilizando la aplicación de las siete herramientas de calidad para la solución de problemas y mejora de la calidad. Sirve de orientación en cuanto a la forma de análisis de datos, proyectarlos en el tiempo para tomar decisiones a partir de ello. Impulsa el trabajo en equipo y la participación activa de los miembros de la empresa creando una nueva cultura para mejorar continuamente en aquellos procesos que están fuera de control; y así, mantener la calidad en los sistemas de producción.*

2.1.2. A nivel Nacional: En el ámbito nacional encontramos los siguientes antecedentes:

Jáuregui, O.A. (2009). *Reducción de los Costos Operativos en Mina mediante la Optimización de los Estándares de las Operaciones unitarias de Perforación y Voladura*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. El objetivo de la tesis fue obtener una reducción de los costos operativos de la empresa minera, aplicando para ello estándares óptimos de trabajo en las operaciones unitarias de Perforación y Voladura, el método de investigación fue experimental cuyas conclusiones fueron.

Los principales factores de éxito para concretar la optimización de los estándares de perforación y voladura y en general del ciclo de minado, son el seguimiento y control operativo, la capacitación y creación de conciencia de los trabajos en los temas de optimización de la perforación y voladura debe darse de manera constante, la mayor reducción de costo operativo se obtuvo en la operación unitaria de sostenimiento 0.96 \$/tmr (56% de la reducción total), seguido por la perforación 0.37 \$/tmr (21.76% de la reducción total), voladura 0.28 \$/tmr (16.47% de la reducción total) y la limpieza-acarreo 0.09 \$/tmr (5.3% de la reducción total).

Comentario: *Esta investigación sirve como base para tener en cuenta que se optimiza el proceso de minado, actividad de voladura, con la estandarización de los PETS (Proceso Escrito de Trabajo Seguro), con el control y seguimiento operativo, además debe existir capacitación y entrenamiento constante al personal y reforzar el compromiso para cumplir con lo establecido. Esto nos ayuda a observar el trabajo en conjunto de todos los colaboradores, ya que desde el inicio de la actividad de voladura se ve el trabajo de los topógrafos para diseñar las dimensiones de mallas de perforación y el trabajo de los obreros en dibujo de malla y carga de explosivo.*

Círculo de Mejora Continua 8 Pies de Cedro (2013). *Optimizar los índices de Perforación y Voladura en la mina consuelo y mina Atahualpa de la U.P. Santa María en Compañía Minera Poderosa*. Pataz, Perú. Este CMC presentó este proyecto con el objetivo general de obtener mayor eficiencia

en avances (m/disp.), factor de carga Lineal (Kg/m), Productividad (m/tarea) y reducir el porcentaje de sobre rotura. Como desarrollo de investigación se utilizó el Ciclo de Deming, herramientas de calidad, la toma de data en campo a la ejecución de los controles del proyecto. Este proyecto de mejora que requiere de poca inversión empleando para el desarrollo de estos controles, y aplicando técnicas en perforación y voladura orientadas a la mejora.

- Controles: Marcado de sección de la labor, pintado de malla de perforación, control de paralelismo, simetría y longitud efectiva de la perforación y registros de resultados.
- Técnicas: Aplicación de nuevas mallas de perforación basadas en criterios teóricos y prácticos, aplicación de técnicas de voladura controlada para reducir el porcentaje de sobre rotura.

El resultado que se obtuvo: Beneficios del cliente interno, mayor valorización en labores de sección reducida, menor consumo de materiales en la ejecución de dichas labores. Beneficios del cliente externo, alcance de objetivos en menor tiempo, reducción de costos en extracción, acarreo y transporte de material roto. Según las metas que se estableció se consiguió mejora en los siguientes aspectos:

- Calidad: Reducir la sobre rotura en Subniveles y Chimeneas de un 15% a un 10%.
- Productividad: Incrementar el rendimiento en M/tarea de 0.14 a 0.16.
- Eficiencia: Incrementar de 1.47 a 1.50 m/disparo.

Comentario: *Esta proyecto sirve como antecedente que en la zona sur de la Unidad de Producción de Poderosa ya están elaborando proyectos en busca de optimizar la actividad de perforación y voladura en cuanto al incremento del avance en metraje por cada disparo e incrementar el rendimiento de mano de obra por tarea. Para ello, se aplica la metodología de los 7 pasos y el uso de las 10 herramientas de calidad para analizar la situación actual, identificar la problemática, establecer metas – estrategias, planear actividades, buscar las causas, implementar acciones y estandarizar el proceso. Nos muestra que cada vez el personal busca participar con sus conocimientos y experiencia en los Círculo de Mejora Continua, reestructurando procesos en bienestar de la empresa.*

EXSA – Informe de Asistencia Técnica Mayo 2014: A partir de la visita realizada el 02 de Mayo 2014 con la Superintendencia de Mina, Ing. Víctor Flores, EXSA realizó la visita a Cía. Minera Poderosa, U.P. Marañón, desde el 20 de Abril al 30 de Mayo, con el propósito de establecer una línea base de los resultados que se vienen obteniendo en voladura con el empleo de iniciadores convencionales (CARMEX) tanto en frentes de avances como tajeos para luego dar paso a las pruebas que se realizarán con el detonador no-eléctrico EXSANEL. El enfoque parte del convencimiento de la calidad de voladura, es decir, el empleo adecuado del explosivo y de los accesorios, se traduce finalmente en ahorros importantes en toda operación minera. (Ver Anexo N° 2)

La propuesta se basa en los beneficios que se obtiene con el empleo de los Detonadores no Eléctricos de EXSANEL como:

- Mayor Seguridad para el trabajador
- Reducción de costos por tonelada, o metros cúbicos.
- El fulminante en el No Eléctrico es de potencia Nro. 12 y el Carmex es potencia 8, por lo que el poder de iniciación mejora y por consiguiente llevara a abrir la malla de perforación reduciendo los taladros en busca del beneficio económico.
- Mayor productividad.
- Menor factor de carga.
- Reducción en el consumo de explosivos y accesorios al ampliar la malla.
- Fragmentación adecuada y control en el lanzamiento de la pila optimizando el factor de llenado de los equipos de limpieza scoop.
- Menores Vibraciones.
- Mayor Control de daño al techo y a las cajas.
- Menor Dilución.

Como conclusión del informe y con la visita A veta Jimena, nivel 1730 se obtiene que de todos los disparos realizados el **Promedio de avances de: 1.50m** y como promedio en **Factor de Potencia de: 1.00 kg/tmr.**

- Usar guidores en la perforación. Cada labor debe tener hasta tres guidores en el frente o tajeo, esto para controlar la desviación de los

taladros en la malla y tener taladros paralelos, así evitamos que el disparo no falle (disparos soplados) o se tenga menos avance.

- Establecer mallas estándares para cada tipo de roca y labor, con esto evitaremos consumir el explosivo más de lo debido.
- Utilizar tacos de arcilla o detritus al final del taladro cargado, para conseguir mayor efectividad del explosivo y reducir el nivel de vibraciones. Esto permitirá retener mayor tiempo a los gases dentro del taladro y se aprovecha esta energía para fragmentar mejor a la roca.

Comentario: *Este informe sirve como base para ver la situación actual de la actividad de voladura de veta Jimena en mayo 2014. Con la realización de distintas pruebas sismológicas que indican el estado del terreno frente al uso de una voladura controlada y la introducción de explosivos y accesorios de calidad para conseguir ahorro en la operación minera.*

2.2. Bases Teóricas

En el presente proyecto se detallan los principales contenidos sobre las gestiones de un proceso, las herramientas de calidad que intervienen en el desarrollo del tema según diversos autores, información sobre proceso de minado, específicamente la actividad de voladura. Es decir, se presenta aspectos generales hacia aspectos particulares relacionados directamente con el tema.

2.2.1. Calidad y sus Precusores

Calidad, productividad, mejoramiento de procesos son términos que actualmente son utilizadas por muchas empresas, sin embargo, son pocas las organizaciones que realmente se identifican con estos términos. Es decir, muchas veces son considerados como una obligación y no como parte de la cultura organizacional de una empresa con el objetivo de ser competitivos no sólo con la disminución de sus costos sino que también ofreciendo mejores productos y servicios como resultado de la investigación e innovación de sus negocios.

Múltiples son los autores que han propiciado y promovido la Calidad como cultura, entre ellos destacan por su importancia Edwards Deming y Kaouro Ishikawa, quienes propiciaron este movimiento y a quienes se conoce como

“Precursores de la Calidad Total”, Joseph Juran y Philip Crosby considerados como promotores de dicha cultura.

Según Juran y Gryna (1990) manifestó lo siguiente:

“La Calidad refiere a la característica o conjunto de características de un producto o servicio que cumple con los requerimientos del consumidor y, por tanto, le entrega satisfacción”. “Calidad es la ausencia de deficiencias, en cuyo caso, se ahorrarían reprocesos y correcciones, lo que implica al final una reducción significativa en costos”. (p 12)

En este sentido, nos da a entender que una calidad más alta se obtiene cuando posee mejor capacidad de satisfacer las necesidades del consumidor; sin embargo, esta calidad superior a su vez implicaría mayores costos. Por ello es que se busca determinar las deficiencias en los procesos creando conciencia en el personal sobre la planificación de la calidad e impartiendo la importancia de realizar un control férreo y buscar métodos de mejora para mantener un nivel óptimo según las metas de la organización.

Deming W. E. (1994) Por su parte, aborda el tema expresando lo siguiente:

“Calidad es un compromiso de mejora constante y se debe sustituir la inspección (o control), como forma de conseguir la calidad, por una metodología que implique la participación de todos, rompiendo barreras y fomentando estilos de liderazgo participativos”. (pp.8-12)

El autor norteamericano, Philip B. Crosby, considera que la principal barrera para la calidad reside en llegar a cambiar las actitudes de algunos operarios incrédulos y en alterar la cultura de la propia organización basada en el miedo, para orientarla hacia la prevención del error y lograr "hacer las cosas bien a la primera".

Ishikawa, K. (1994) Padre de los Círculos de Calidad, de manera complementaria indicaba que no se debe interrumpir la cadena proveedor-cliente, se debe impulsar la formación continuada, los métodos estadísticos y fomentar la comunicación. Además establece que algunos efectos que se logran implementando el Control de Calidad se traducen en: bajos costos, reducción de precios, se establece y mejora la técnica en los procesos. (pp. 52-59)

En resumen, todos estos autores coinciden en que la calidad supone que el producto deberá cumplir con las funciones y especificaciones para los que ha sido diseñado y que deberán ajustarse a los requisitos expresados por el cliente. Los enfoques y pasos para lograr la calidad varían pero los objetivos que se desean alcanzar son los mismos. El concepto actual de calidad se enfoca en el desarrollo e implementación de estrategias y herramientas en empresas cuya meta es lograr clientes satisfechos, mejores procesos y sobre todo a bajos costos.

2.2.2. Sistema Integrado de Gestión

Machado M. (2005) El Sistema Integrado de Gestión (SIG) es una plataforma que permite unificar los Sistemas Integrados de Gestión de Calidad, Ambiental, y de Salud y Seguridad Ocupacional de una organización, en la que anteriormente se trabajaban en forma independiente, con la finalidad de reducir costos y maximizar resultados.

Así, el objetivo de todo SIG es el de racionalizar los esfuerzos, recursos, y costes destinados a la optimización de la gestión de la organización asegurando la calidad en cada una de las etapas del proceso. (pp. 5-12)

Sistema de Gestión = Organización por procesos

2.2.2.1. Beneficios del SIG

Los beneficios que genera el implementar un SIG sobrepasan el ámbito de visión de corto plazo de toda organización. Si bien su implementación puede ser un proceso más costoso desde este punto de vista, en el mediano y largo plazo la implementación de todo SIG va acarrear una serie de beneficios económicos, operacionales, organizacionales como los que se detalla a continuación:

- Mejora del rendimiento y la rentabilidad
- Mejora de la satisfacción e incremento de valor a los clientes
- Genera confianza y seguridad a los empleados

- Generar confianza a los accionistas y socios
- Favorece la mejora continua
- Ser más competitivos
- Suprime riesgos de incidentes y accidentes
- Optimiza la gestión, eludiendo la duplicar esfuerzos
- Mejora el uso de recursos mejorando la eficiencia
- Unifica objetivos compartidos por toda la organización
- Refuerza la cultura de calidad total

Las empresas del sector minero han decidido invertir en tecnología para automatizar sus sistemas de gestión, para arriesgar por la calidad, la gestión del medio ambiente y la seguridad. Se logra la automatización de los procesos, la monitorización de sistemas que permiten incrementar su nivel de innovación, manteniéndola así relevante a futuro.

2.2.2.2. Implicancia en Actividad Minera

Los beneficios anteriormente mencionados, un SIG al enfocarse en el aseguramiento de la calidad de la operación tanto en términos de sus clientes externos (proveedores, compradores, y la comunidad) como internos (empleados y accionistas), maximiza la relación entre los actores anteriormente mencionados y la corporación.

Al mejorar sustancialmente la imagen y la posición competitiva de la operación, ésta va a tener una mayor capacidad de negociación tanto con proveedores como compradores debido al nuevo status que la empresa se encuentra transmitiendo a través de su compromiso con la calidad, la seguridad y el respeto por el medio ambiente.

Así, un Sistema Integrado de Gestión que se implemente en cualquier actividad minera va a permitir a la operación reducir costos sustancialmente, tanto en términos económicos como en términos políticos y sociales.

Al integrar eficientemente el sistema de calidad de la operación en conjunto con el sistema medio ambiental y el sistema de seguridad ocupacional, un SIG le brinda a la organización una reducción en la utilización de recursos

tanto económicos como humanos así como la minimización de procesos que permiten optimizar las actividades de la empresa y así incrementar sustancialmente la eficiencia y productividad de la misma. Esto finalmente se traduce en mayores retornos para los accionistas de la empresa.

De la misma manera, el implementar un SIG en una operación minera es una garantía para la comunidad de que la empresa está comprometida con el cuidado del medio ambiente, el asegurar la salud ocupacional de sus empleados y por consiguiente de la población económicamente activa de esa localidad que es empleada por la corporación y finalmente garantiza el compromiso de la empresa por brindar la más alta calidad del producto extraído lo cual se transforma en un símbolo de orgullo para la comunidad comparte de manera indirecta el éxito de la organización en simultáneo.

Todo esto, anteriormente mencionado, permiten que se reduzca significativamente cualquier motivo que pudiese incitar un conflicto social y por ende evita cualquier conflicto político entre la empresa y el gobierno local, regional o nacional.

Tabla N° 1 - Las Partes interesadas y sus Objetivos

Parte Interesada	Objetivos Generales
Socios, accionistas, junta directiva.	Incrementar el valor económico de la organización: Rentabilidad, crecimiento, sostenibilidad y eficiencia.
Clientes (Compradores, consumidores y comercializadores)	Productos y servicios que satisfacen sus necesidades (calidad, cumplimiento, servicio, atención).
Empleados	Bienestar laboral: Estabilidad, desarrollo profesional, ambiente de trabajo, retribución económica, salud ocupacional y seguridad.

Proveedores	Relación de negocios beneficiosa.
Sociedad	Cumplimiento de la ley, desarrollo sostenible (reducción y prevención de contaminación) y responsabilidad social empresarial).

Fuente: *Pereza Fernández Velasco, José Antonio, Gestión Por Procesos, 2000, Cap. IV, p. 124.*

2.2.2.3. Alcances de la Auditoría de Sistemas Integrados

La auditoría no debe limitarse a una mera inspección documental y de registros. En un ambiente relajado, tanto el auditor como el auditado deberían analizar cada una de las prácticas auditadas, los resultados obtenidos hasta la fecha y las posibilidades reales de mejora.

Frank M. (2006) La auditoría no debe ser considerada como una inspección fiscal, sino más bien debe ser entendida como la oportunidad para hablar directamente con los empleados y que ellos cuenten sus impresiones directas sobre el procedimiento que se ha auditado. Dado que éstos son los que se encuentran trabajando día a día en las distintas tareas que comprenden a todo SIG, éstos son los que poseen elementos de juicio para concluir si el método es el ideal, simplemente adecuado para los fines que se pretenden o presenta deficiencias que deberían ser subsanadas para maximizar la eficiencia del sistema. (pp.519 -524)

Durante la auditoría se deben revisar los informes anteriores de auditoría y el estado de las acciones correctivas que se abrieron en su día como respuesta a las no conformidades. Debe, asimismo, representar una oportunidad de informar a la Dirección de la organización acerca del estado del sistema y de las posibilidades de mejora del mismo.

Si el auditor es externo, también puede aprovecharse para que, sin revelar datos o nombres confidenciales, asesore sobre el funcionamiento de estos sistemas en organizaciones del mismo sector.

Normas a utilizar en una Auditoría de Sistemas Integrados:

A continuación se citan una serie de normas que pueden utilizarse a la hora de planificar y realizar una auditoría interna.

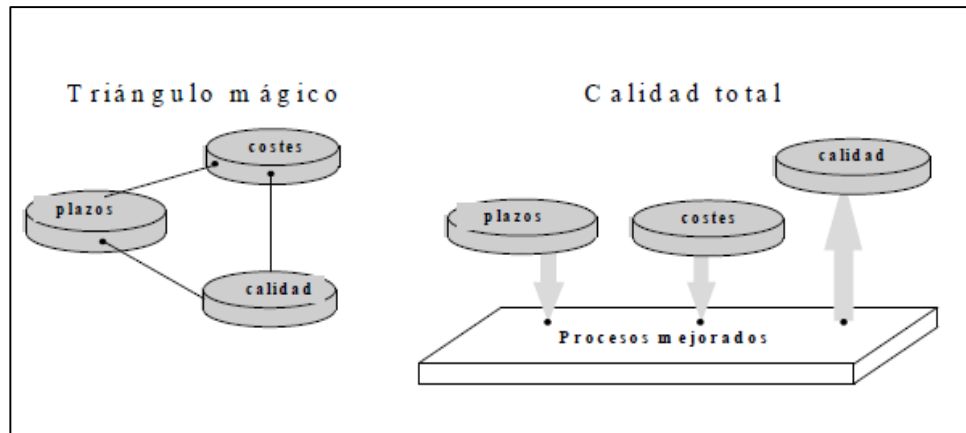
- a) Norma ISO 9001:** UNE-EN ISO 9001:2008. Norma de referencia en auditorías de gestión de la calidad y medio ambiente “Directrices para la auditoría medioambiental y de la calidad”. El objetivo de esta norma de auditorías integradas, es dar respuesta a lo requerido por diferentes organizaciones en cuanto a homogeneizar auditorías en materia de gestión de la calidad y del medio ambiente, reduciendo plazos y costos, así como evitar incongruencias entre las auditorías de ambos sistemas.
- b) Norma OHSAS 18001:** Norma OHSAS 18001 (2010) Normas de referencia en auditorías de prevención de riesgos laborales. Esta herramienta ayuda a las organizaciones a identificar, priorizar y gestionar la salud y los riesgos laborales como parte de sus prácticas normales de negocio. La norma permite a la organización concentrarse en los asuntos más importantes de su rubro. Ha sido desarrollada para ser compatible con la ISO 9001 e ISO 14001, facilitando la integración de calidad, salud profesional y el medioambiente. (p. 18)

2.2.3. Sistema de la Calidad

Volkswagen, N. (2010) Tradicionalmente se ha tenido la creencia de que mejorar la calidad llevaba consigo un aumento en los plazos y unos mayores costos en la producción. A esto se denominaba “Triángulo Mágico“. Pero ahora sabemos que esto no es cierto, se ha producido un cambio de paradigma y se comprueba que cuando se mejoran los procesos y se implantan Sistemas de Calidad, no sólo los tres vértices del triángulo no están enfrentados, sino que es posible mejorar la calidad a la vez que se reducen los plazos y los costos. El sistema de Calidad es un conjunto de acciones armoniosas que se establecen a lo largo de todos los elementos del ciclo de calidad. (pp.20 – 21)

En la figura N° 1, vemos gráficamente este cambio de paradigma, a la izquierda observamos el tradicional triángulo mágico y a la derecha el nuevo paradigma de la “Calidad Total”.

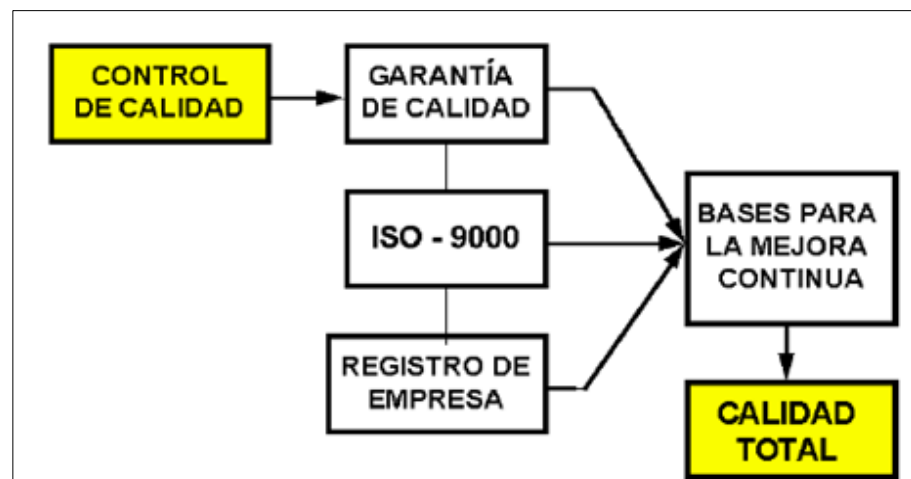
Figura N° 1 - Cambio de Paradigma



Fuente: Volkswagen Navarra, Manual de Gestión de la Calidad, p.21

Para dirigir y operar exitosamente una organización, es necesario dirigir y controlarla de manera sistemática y transparente. El éxito puede resultar de implementar y mantener un sistema de gestión que esté diseñado para un desempeño de mejoramiento continuo y que se direcciona a las necesidades de todas las partes interesadas.

Figura N° 2 - Sistema de Calidad

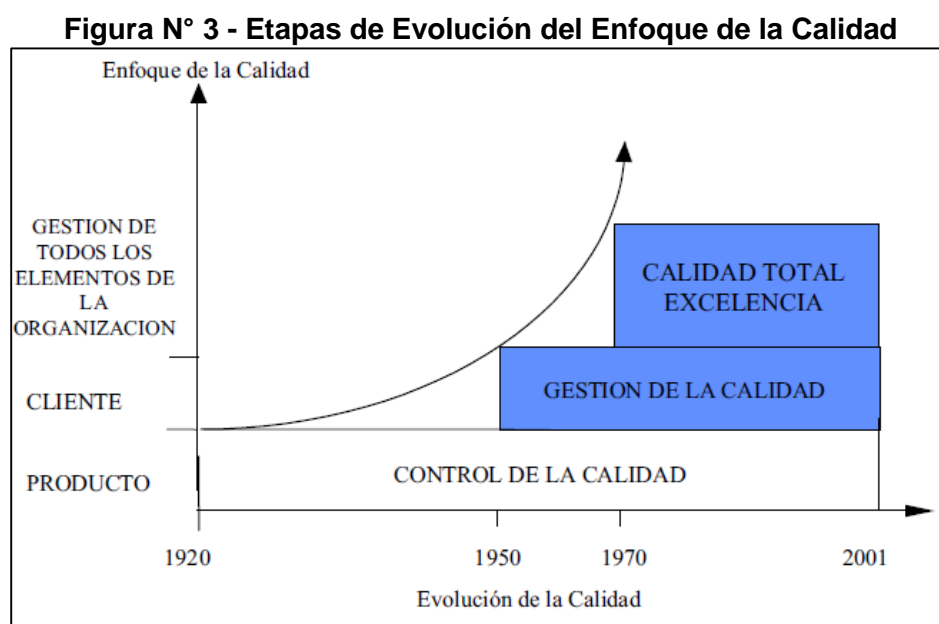


Fuente: Elaboración propia.

2.2.4. Etapas de la Gestión de la Calidad

Hoy en día las empresas y otras organizaciones y sus departamentos pueden estar en cualquiera de las distintas etapas anteriormente citadas.

Esta evolución del concepto de calidad ha sido paralela a la evolución en los últimos años de los sistemas de producción. Estos han evolucionado desde la producción en masa hasta la producción ajustada.



Fuente: Soret Los Santos, Ignacio, De Obesso, María M., *La Gestión de la Calidad, Parte I*, p.15

2.2.4.1. Control de la Calidad

Según Frederick W. Taylor y Henry Fayol que datan de finales del siglo XIX y principios de siglo XX, toca a la administración definir la tarea de los operarios y especificarles el procedimiento y la relación que se debe darse entre tiempos y movimientos. La tarea de control de calidad compete a los supervisores.

G. S. Radford en su obra *The Control of Quality in Manufacturing*, afirma:

“La inspección tiene como propósito examinar de cerca y en forma crítica el trabajo para comprobar su calidad y detectar los errores; una vez que éstos han sido identificados, personas especializadas en la materia deben ponerles remedio. Lo importante es que el producto cumpla con los estándares establecidos, porque el comprador juzga la calidad de los artículos tomando como base su uniformidad.”.

Shewhart, W. (1986) La inspección no sólo debe llevarse a cabo en forma visual, sino además con ayuda de instrumentos de medición. Radford

propone métodos de muestreo como ayuda para llevar a cabo el control de calidad, más no fundamenta sus métodos en la estadística, habla además de cómo debe organizarse el departamento de inspección. (pp. 51-72)

Constituyen otros aspectos de la calidad: la necesidad de que los diseñadores se involucren desde el comienzo en las actividades de calidad, la necesidad de que exista coordinación entre los diferentes departamentos y la relación que debe existir ente el mejoramiento de la calidad y la baja de los costos.

Por tanto, se define al **Control de Calidad** como el conjunto de actividades y técnicas operativas que se utilizan para verificar los requisitos relativos y propios a la calidad de productos y/o servicios.

Años después, se suponía que alcanzar un menor costo y controlar el proceso era más fiable que controlar el producto. Es decir, si se lograba tener bajo control los parámetros del proceso (temperatura, presión, tiempo, entre otros), no sería necesario controlar el producto. En los años 30, W. Shewhart desarrolló a partir de este concepto la metodología conocida como “Control Estadístico de Procesos”.

2.2.4.2. Gestión de la Calidad

Volkswagen, N. (2010) La gestión de la calidad exige una actitud proactiva de autoanálisis y de proposición de objetivos permanentemente. No es necesario haber detectado un error para iniciar una acción, bastará con que no se alcancen los objetivos propuestos. Es decir, no se actúa sólo cuando hay defectos.

La **Gestión de la Calidad** es el conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto o servicio va a satisfacer los requisitos dados sobre la calidad.

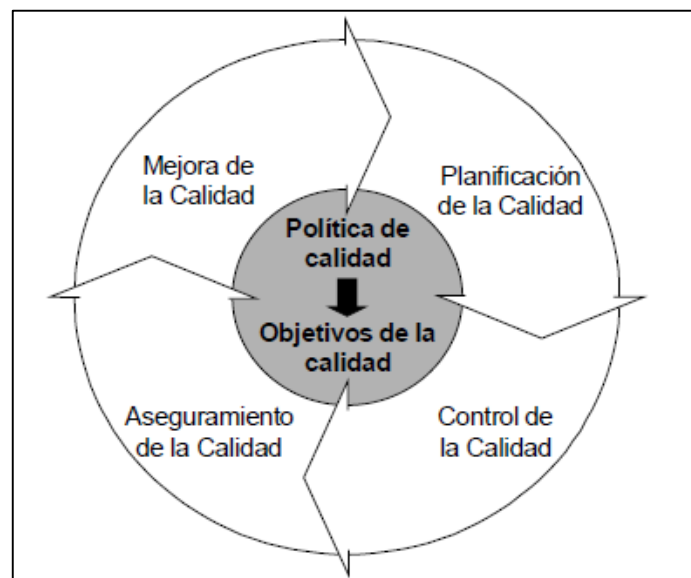
La dirección y control, en lo relativo a la calidad, generalmente incluye el establecimiento de la política de la calidad y los objetivos de la calidad, la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y la mejora de la calidad. (pp. 32-40)

Por planificación entendemos el prepararse para el cambio. La planificación supone la capacidad de ser proactivos y anticipar futuros eventos y establecer las acciones necesarias para enfrentarse positivamente a ellos.

La planificación de la calidad incluye la elaboración de planes, la determinación de objetivos y requisitos para la calidad, es esencial para lograr la mejora de la calidad.

Un Sistema de Gestión de Calidad debe estar documentado con un manual de calidad y procedimientos e instrucciones técnicas y debe revisarse su cumplimiento a través de auditorías, se debe considerar los aspectos que tengan incidencia en la calidad final del producto o servicio.

Figura N° 4 - Gestión de la Calidad



Fuente: Volkswagen Navarra, Manual de Gestión de la Calidad, p.32

2.2.4.3. Calidad Total

Feigenbaum, A. (1991) Calidad Total es una estrategia global de gestión de toda la organización, es decir no es hacer las cosas bien. Es hacer las cosas bien y mejorarlas continuamente. Es la actitud permanente orientada a la mejora continua (A. Blanco, A. Senlle). Esto supone un cambio cultural continuo que afecta a todos los niveles y departamentos de una empresa. (p. 56)

El sistema TQM es muy conocido y muy aplicativa a muchas empresas, ya que para ir mejorando en una empresa es muy importante que se parta por los operarios, los cuales son el eje del cambio más que todo en industrias como la procesadora de vegetales, ya que no todo sus procesos están automatizados y necesitan de mano de obra indispensable para realizar el proceso.

A continuación se muestra algunos postulados por el taylorismo adaptados a la realidad de su época, pero actualmente el entorno ha cambiado radicalmente; como veremos a continuación:

Cuadro N° 1 - Calidad Total

Enfoque tradicional tayloriano	Enfoque actual Calidad Total - Excelencia
Producir bienes	Generar satisfacción del cliente
Objetivos departamentales	Objetivos estratégicos ligados a procesos
Unos pocos lo piensan todo	Todos piensan
Trabajo individual	Trabajo en equipo
Enfasis en los medios físicos	Enfasis en las personas
Mejora mediante inversión	Mejora continua
El trabajo como mercancía de compraventa	Integración de los empleados en la empresa
Confrontación- Negociación- Confrontación	Cooperación

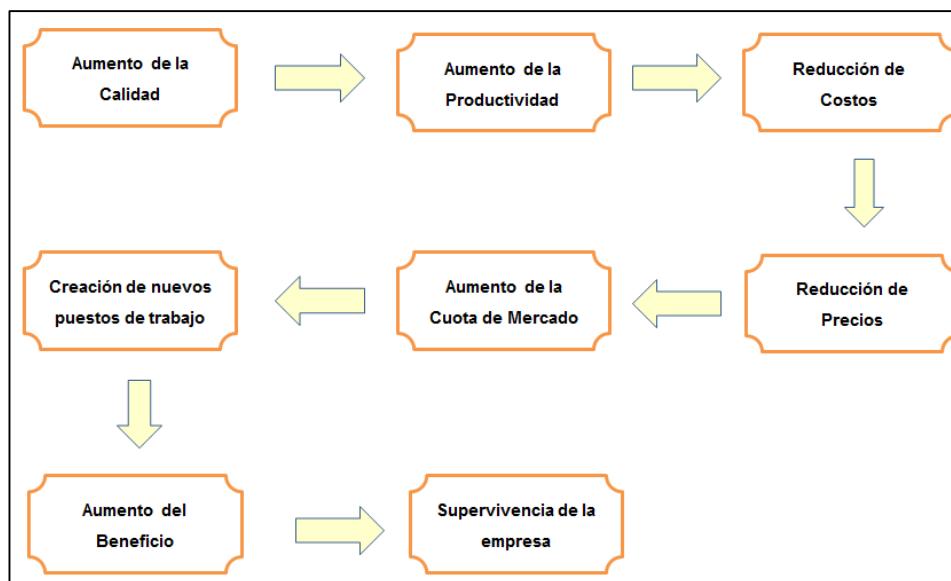
Fuente: Feigenbaum, Armand D., Control Total de la Calidad, McGraw – Hill, 1991, p.57.

2.2.4.4. La Reacción en Cadena:

Soret, I. (2004) La aplicación, en un esfuerzo continuado, a todos los procesos de la empresa del concepto Calidad Total (Total Quality) incluyendo el Control Estadístico de Procesos (CEP) produce la reacción en cadena expuesta por Deming. (p.18)

Mediante este esquema es posible comprender las enormes ventajas que implica la filosofía Deming:

Figura N° 5 - Reacción en Cadena



Fuente: Soret Los Santos, Ignacio, De Obesso, María M., La Gestión de la Calidad, Parte I, p.18

2.2.5. Implantar un Sistema de Gestión de la Calidad

Soret, I. (2004) El llamado por muchos autores “Ciclo de la Calidad” comprende una serie de pasos orientados a la mejora de desempeño, en esencia denominado en Ciclo de Deming. Los pasos fundamentales son:

- a) Definir:** Reconocer el o los problemas y su necesidad de solución. Es imprescindible el compromiso firme de la Dirección, impregnada a toda la organización. Se debe de conseguir la participación de los empleados. En esta fase se debe relacionar los costos de la no calidad y estudiar los procesos eligiendo una serie de indicadores de eficacia y eficiencia. Después podemos empezar a fijar objetivos y establecer otros indicadores más concretos y precisos; esto se puede llamar el despliegue de la función de la calidad. (pp. 27-29)

En Cía. Minera Poderosa se han formado los Círculos de Mejora Continua en todas las áreas con la finalidad de diseñar proyectos enfocados a resolución de problemas de determinados procesos de la empresa.

Thomson P. (1999) “**Los Círculos de Calidad** favorecen a que los propios trabajadores compartan con la administración la responsabilidad de definir y resolver problemas de coordinación, productividad y por supuesto de calidad. Adicionalmente, propician la integración y el involucramiento del personal de la empresa con el objetivo de mejorar, ya sea productos o procesos”. (pp. 45-48)

En otras palabras los Círculos de Calidad se dan cuenta de todo lo erróneo que ocurre dentro de una empresa, dan la señal de alarma y crean la exigencia de buscar soluciones en conjunto.

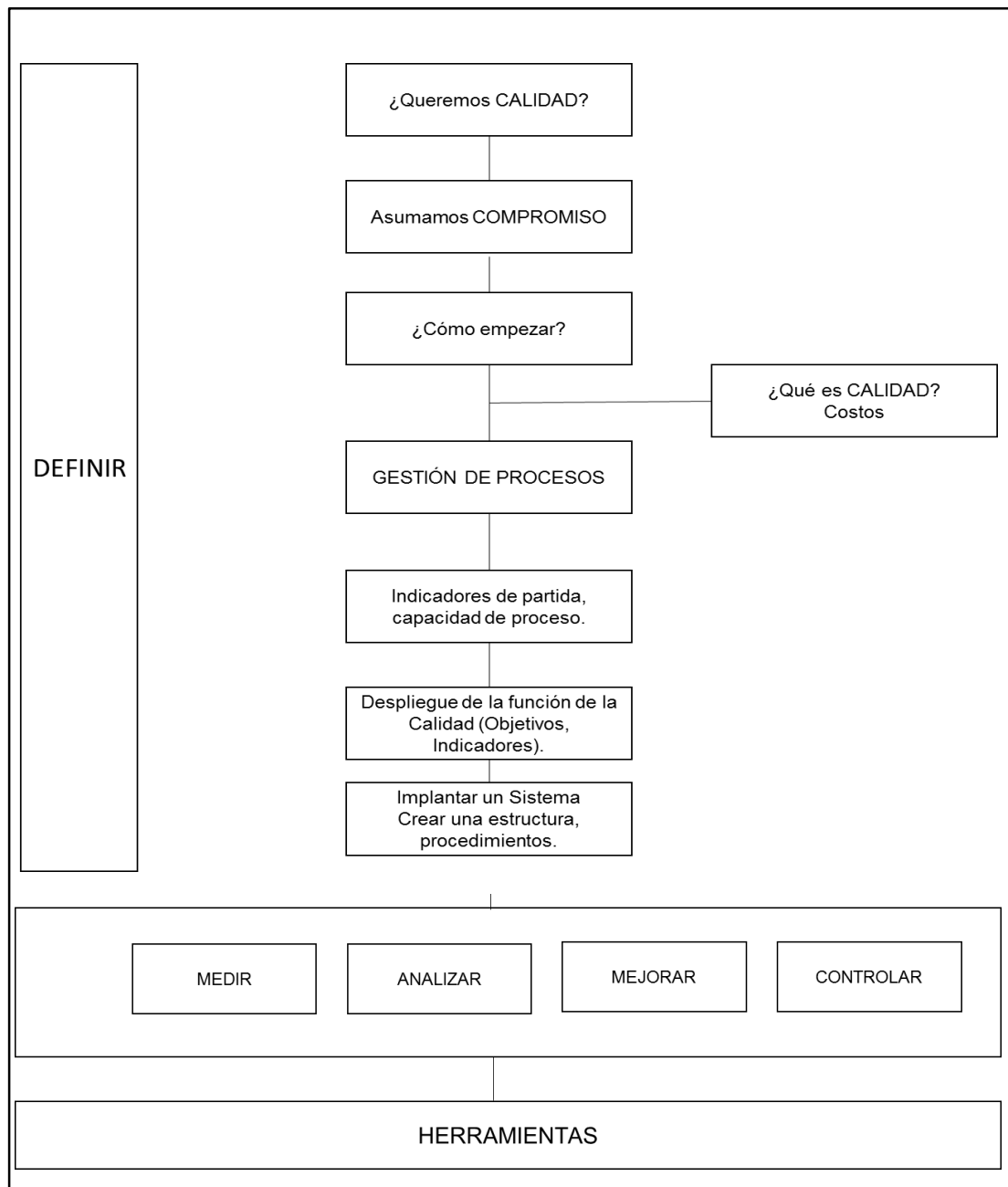
Los empleados de cada Círculo forman un grupo natural de trabajo, donde las actividades de sus integrantes están de alguna forma relacionadas como parte de un proceso o trabajo. La tarea de cada uno de ellos, encabezada por un supervisor, consiste en estudiar cualquier problema de producción o de servicio que se encuentre dentro del ámbito de su competencia.

Para implantar un Sistema de Calidad se creará una estructura conveniente y se definirá procedimientos de actuación.

- b) Medir:** Para medir se apoya en ciertas herramientas como Diagramas de Flujo de proceso y el Registro de datos.
- c) Analizar:** Para el análisis de las causas de la no calidad, podemos usar el Diagrama de Ishikawa, las 5M’s, los histogramas, el análisis de Pareto y la Regresión y Correlación, entre otras.
- d) Mejorar:** Se cuenta con gráficos de control.
- e) Controlar:** Son muchas las herramientas ya utilizadas en la medida y análisis anteriores, ya que sería preciso volver a la fase inicial “medir”.

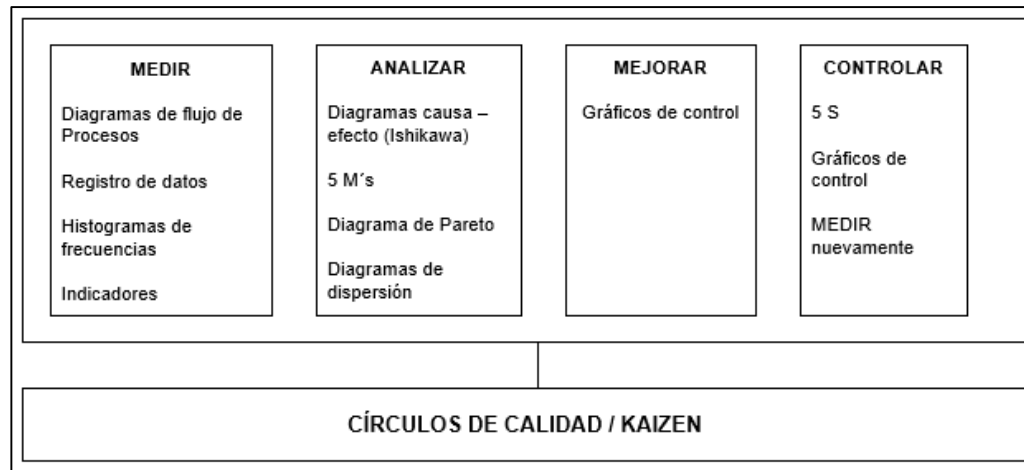
Los denominados **Círculos de Calidad o Kaizen (mejora continua)** pueden manifestarse útiles en todas las fases de este ciclo. Una mejora debe estandarizarse y documentarse. Cada uno de los pasos fundamentales comprende un conjunto de procedimientos y de herramientas que reproducimos a continuación en el siguiente esquema:

Figura N° 6 - Gestión de la Calidad



Fuente: Soret Los Santos, Ignacio, De Obesso, María M., La Gestión de la Calidad, Parte I, p.28

Figura N° 7 - KAIZEN



Fuente: Soret Los Santos, Ignacio, De Obesso, María M., La Gestión de la Calidad, Parte I, p.28

La solución para un problema se basa en mejorar el resultado deficiente hasta que se pueda alcanzar un nivel razonable. Las causas de los problemas se investigan desde el punto de vista de los hechos y se analizan con precisión en la relación entre causa y efecto.

Se diseñan e implementan medidas que de alguna manera, contrarresten el problema para evitar que los factores causales vuelvan a presentarse. Este procedimiento es una representación de las actividades del Control de la Calidad.

Soret, I. (2004) Hitoshi Kume, propone que un problema puede solucionarse con arreglo de los siete (7) pasos, son otra manera de abordar el problema de la calidad:

Figura N° 8 - Ciclo de Calidad



Elaboración propia a partir de Kume 1993.

2.2.5.1. Identificación del Problema:

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

Objetivo: Reconocer su importancia.

Actividades:

1. Mostrar que el problema que se está tratando es más importante que cualquier otro.
2. Expresar en términos concretos los resultados no deseados del desempeño deficiente. Mostrar cuál es la pérdida y cuánto necesita mejorarse.
3. Plantear una meta.
4. Proponer a una persona responsable de la tarea. Cuando la tarea va a ser un equipo, nombrar a sus miembros y al líder.
5. Presentar un presupuesto estimado para la mejora.

6. Hacer un cronograma.

2.2.5.2. Observación:

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

Objetivo: Reconocimiento de las características del problema. Descubrir los factores o las variables que causan el problema.

Actividades:

1. Investigar según las posibles características del problema: tiempo, lugar, tipo y síntoma.
2. Investigar para descubrir la variación en el resultado.
3. Recoger la información necesaria que no pueda ponerse en forma de datos asistiendo al lugar concreto.

2.2.5.3. Análisis:

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

Objetivo: Búsqueda de las principales causas.

Actividades:

1. Planteamiento de hipótesis de causas mediante un diagrama causa/efecto.
2. Someter a prueba las hipótesis. Si es posible, reproducir el problema intencionalmente.

2.2.5.4. Acción:

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

Objetivo: Realizar acciones para tratar de eliminar las principales causas de los defectos o de los problemas de calidad.

Actividades:

1. Hacer distinción entre las acciones propuestas para solucionar fenómenos y las acciones para eliminar los factores causales.
2. Comprobar que las acciones no producen otros problemas (efectos secundarios).

3. Diseñar varias propuestas diferentes de acción, examinar las ventajas y los inconvenientes de cada una de ellas y seleccionar aquellas que sean aceptadas por las personas involucradas.

2.2.5.5. Verificación:

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

Objetivo: Asegurarse de que el problema ha sido prevenido desde su raíz.
Confirmación de la efectividad de la acción.

Actividades:

1. Compara los datos obtenidos sobre el problema en el mismo formato (tablas, escalas, gráficas, esquema) antes y después de realizadas todas las acciones.
2. Convertir el efecto en términos monetarios.
3. Hacer una lista de cualquier efecto, bueno o malo.

2.2.5.6. Estandarización:

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

Objetivo: Eliminación permanente de las causas del problema.

Actividades:

1. Para el trabajo mejorado debe identificarse claramente quién, cuándo, dónde, qué, por qué y cómo usarse un estándar.
2. Las preparaciones y comunicaciones necesarias respecto a los estándares deben realizarse correctamente.
3. Deben implementarse la formación y el entrenamiento.
4. Debe diseñarse un sistema de responsabilidad para verificar si los estándares se están observando.

2.2.5.7. Conclusión:

Se tendrá en cuenta lo siguiente:

Objetivo: Revisión de actividades del trabajo futuro.

Actividades:

1. Hacer un listado de los problemas que permanecen.
2. Planificar la resolución de dichos problemas.

3. Pensar sobre lo que ha funcionado y sobre lo que no ha funcionado en las actividades de mejora. (pp. 30–33)

2.2.6. Concepto de Proceso

ISO 9000. (2000) Es el conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman los elementos de entrada en resultados.

Juran, J. y Gryna, F. (1951) Es así como Juran indica que, siempre existe una relación en la cadena entrada – salida, en cualquier etapa de un proceso, la salida (producto) se convierte en la entrada (insumo) de una siguiente etapa. (p. 56)

Un proceso es un conjunto de actividades organizadas para conseguir un fin, desde la producción de un objeto o prestación de un servicio hasta la realización de cualquier actividad interna.

En una empresa industrial, la excelencia en producción vendrá determinada por la calidad de sus procesos, que determinan finalmente la calidad de sus productos. Significará por tanto, la necesidad de mantener un estricto control sobre esos procesos productivos porque sólo esos procesos de alta calidad proporcionan productos de calidad, al menor costo y en el plazo más breve posible.

El control y mejora de procesos, es un concepto que va más allá del simple cumplimiento de estándares, es tener en el mismo momento, el personal competente, con la maquinaria en buen estado, obteniendo como resultado un producto final que cumple con las características requeridas por el cliente.

El mejoramiento de la calidad es también sinónimo de mejores rendimientos, por lo tanto, es importante, implementar tecnologías que al diagnosticar el problema, conocer sus causas, evaluarlas, analizarlas, sea posible proponer soluciones y alcanzar mejoras.

Ishikawa, K. (1994) indica que el control de calidad requiere de la utilización de métodos estadísticos, que los divide en tres categorías: elemental, intermedios y avanzados. El método estadístico elemental es indispensable para el control de calidad, y debe ser usado por todo el personal de la organización, desde los directores hasta el personal operativo. (p. 667)

Siete son las herramientas que constituyen el método estadístico elemental.

Estas son:

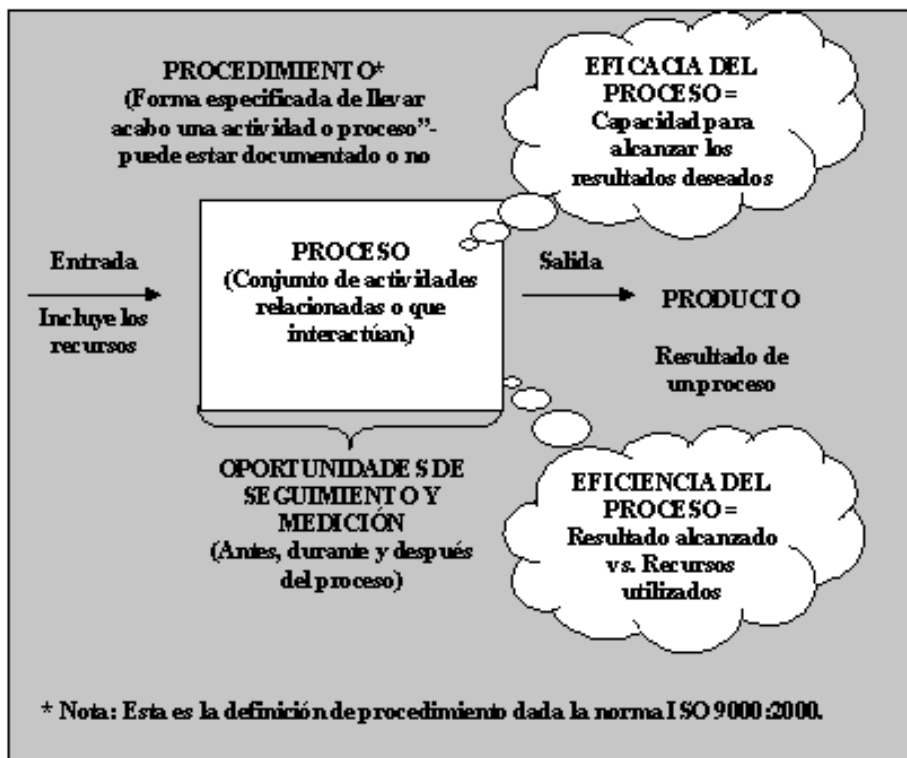
- Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa – Efecto, Estratificación, Hoja de Verificación, Histograma, Diagrama de Dispersión, Gráficas y Cuadros de Control.

A partir de estas definiciones, se puede dar un concepto unificado de proceso como “Una serie de actividades coordinadas y repetibles, que emplean unos recursos de la organización para la transformación de unas entradas en salidas que generan un valor para un cliente o mercado”.

Se pueden identificar sus componentes o elementos principales que se describen a continuación:

- a) Objetivo del Proceso:** Resultado esperado del proceso con unas características relativas a la eficiencia y eficacia y teniendo en cuenta las expectativas de las partes interesadas.
- b) Entradas:** Información, insumos o materiales que recibe el proceso de otros procesos proveedores internos o sistemas externos, necesarios para la realización de actividades.
- c) Salidas:** Resultado del proceso entregables a otros procesos o clientes.
- d) Actividades:** Ciclo de operaciones que transforman las entradas en salidas, creando valor. Estas operaciones también se llaman procedimientos.
- e) Recursos:** Personas, infraestructuras, maquinaria, equipos e información que requiere el proceso para lograr sus objetivos.

Figura N° 9 - Elemento de un Proceso



Fuente: Tomado de ISO TC (176/ SC2 / N 544R.2001)

2.2.6.1. Gestión de Procesos:

La gestión de procesos es una disciplina de gestión que ayuda a la dirección de la empresa a identificar, representar, diseñar, formalizar, controlar, mejorar y hacer más productivos los procesos de la organización para lograr la confianza del cliente. La estrategia de la organización aporta las definiciones necesarias en un contexto de amplia participación de todos sus integrantes, donde los especialistas en procesos son facilitadores.

El gran objetivo de la gestión de procesos es aumentar la productividad en las organizaciones. Productividad considera la eficiencia y agregar valor a grupos de interés.

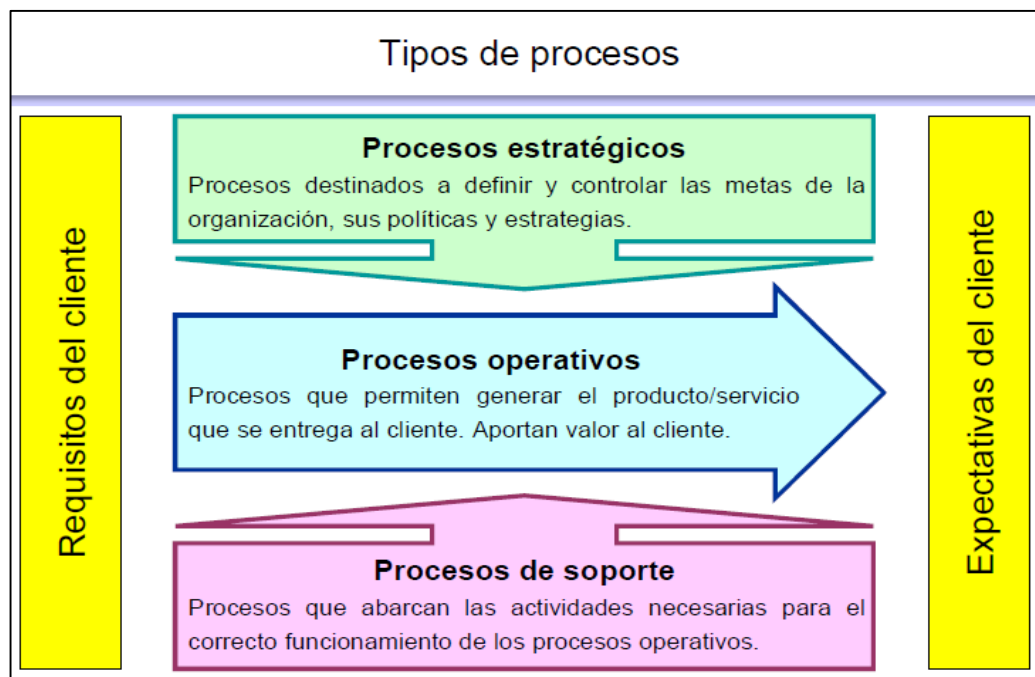
2.2.7. Mapa de Procesos

Volkswagen, N. (2010) Toda organización puede representarse como una compleja red de elementos que realizan actividades que les permiten interrelacionarse unas con otras para alcanzar los fines (misión) del

conjunto. Cada una de estas interrelaciones puede representarse y gestionarse como un proceso.

En función de la finalidad, los procesos se pueden clasificar en tres categorías: Procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de soporte.

Figura N° 10 - Mapa de Procesos



Fuente: Volkswagen Navarra, Manual de Gestión de la Calidad, p.50

a) Procesos estratégicos: Son procesos destinados a definir y controlar las metas de la organización, sus políticas y estrategias. Permiten llevar adelante la organización. Están en relación muy directa con la misión/visión de la organización. Involucran personal de primer nivel de la organización.

Afectan a la organización en su totalidad. Ejemplos: Comunicación interna/externa, Planificación, Formulación estratégica, Seguimiento de resultados, Reconocimiento y recompensa, Proceso de calidad total, etc.

b) Procesos operativos: Son procesos que permiten generar el producto/servicio que se entrega al cliente, por lo que inciden directamente en la satisfacción del cliente final. Generalmente atraviesan

muchas funciones. Son procesos que valoran los clientes y los accionistas. Ejemplos: Desarrollo del producto, Fidelización de clientes, Producción, Logística integral, Atención al cliente, etc. Los procesos operativos también reciben el nombre de procesos clave.

c) Procesos de soporte: Apoyan los procesos operativos. Sus clientes son internos. Ejemplos: Control de calidad, Selección de personal, Formación del personal, Compras, Sistemas de información, etc. Los procesos de soporte también reciben el nombre de procesos de apoyo.

Cuando ya se han identificado todos los grandes procesos de la organización, éstos se representan en un mapa de procesos. Se debe tener en cuenta, que la clasificación de los procesos de una organización en estratégicos, operativos y de soporte, vendrá determinada por la misión de la organización, su visión, su política, etc. (pp. 50-52)

Los procesos identificados en el mapa de procesos son procesos principales, son procesos muy grandes, macroprocesos, que a su vez están formados por subprocesos o microprocesos. El grado de detalle al que debe llegarse, es decir, el número de niveles de subprocesos que debe considerarse depende del tamaño y complejidad de la empresa. Habrá empresas que sólo precisen de la identificación y detalle de los macroprocesos y habrá otros que precisarán un elevado grado de detalle dentro de los subprocesos.

2.2.8. Mejora Continua

Mejorar los procesos es optimizar puntos clave como la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para dar respuesta a las contingencias y demandas de nuevos y futuros clientes. La mejora de procesos es un verdadero reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales. Es por ello, que para mejorar los procesos, debemos de considerar:

- Analizar los flujos de trabajo.
- Fijar objetivos de satisfacción del cliente, para conducir la ejecución de los procesos.
- Desarrollar las actividades de mejora entre los protagonistas del proceso.
- Responsabilidad e involucramiento de los actores del proceso.”(Mejora e innovación de procesos: 2010)

La mejora continua puede visualizarse como un seguimiento de control. Esto se relaciona con el concepto de calidad total es decir, hacer todo bien la primera vez, cero defectos, con base en la responsabilidad de la gente, consecuentemente la mejora continua es hacerlo cada vez mejor.

Los aportes de Juran junto con los de Deming fueron tomados en Japón, para reestructurar y reconstruir su industria e implantados basados en el “Administración Kaizen” escrita por Masai. La mejora continua se transforma en la clave del cambio, en la principal estrategia de management japonés reemplazando la inspección tradicional de procesos.

Scherkenbach, W. (1998) La percepción japonesa de la administración tiene dos componentes principales: el *mantenimiento* y el *mejoramiento*. El *mantenimiento* se refiere a las actividades dirigidas a mantener los estándares actuales mediante entrenamiento y disciplina. El *mejoramiento* se refiere a mejorar los estándares actuales, o sea, establecer estándares más altos.

Según Deming “Mejorar de manera constante y permanente debe tener la finalidad de alcanzar la calidad y la productividad y reducir así, continuamente los costos”. (p. 31)

2.2.9. Ciclo de Mejoramiento Continuo PHVA

Velazco, J. (2000) A partir de mejoramiento, fue introducido e implementado en la cultura de la calidad el ciclo del mejoramiento, ciclo de control o ciclo de Shewart difundido ampliamente por Edward W. Deming. Este ciclo Deming es una de las herramientas más importantes para asegurar el mejoramiento continuo.

Para llegar a una mejor calidad que satisfaga a los clientes internos como externos, debe recorrerse constantemente cuatro (4) etapas, con la calidad como criterio máximo. En esta forma, se le denomina la Rueda o Ciclo de Deming y lo llaman Ciclo PHVA (Planear – Hacer – Verificar – Actuar) para aplicarla a todas las fases y situaciones, a continuación se representa esquemáticamente.

Figura N° 11 - Ciclo de Deming



Fuente: Velasco Sánchez, Juan, Gestión de la calidad – Mejora continua y sistemas de gestión, p.18

El Ciclo PHVA, contiene una serie de actividades para el mejoramiento:

1. **Planificar:** Establecer los objetivos y procesos necesarios para lograr los resultados de acuerdo con los requisitos de las partes interesadas y las políticas de la organización. Significa estudiar la situación actual, definir el problema, analizarlo, determinar sus causas y formular un plan para el mejoramiento.
2. **Hacer:** Implementación de los procesos o ejecución del plan.
3. **Verificar:** Monitorear y medir los procesos y productos (resultados) respecto de las políticas, objetivos y requisitos de las partes interesadas

y presentar los resultados. Es decir, ver o confirmar si se ha producido la mejora deseada.

4. **Actuar:** Tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos. Institucionalizar el mejoramiento como una nueva práctica para mejorarse, retroalimentar y tomar medidas correctivas. No puede haber mejoramientos en donde no hay estándares. Tan pronto como se hace un mejoramiento se convierte en un estándar que será refutado con nuevos planes para más mejoramientos. (pp. 18-23)

Scherkenbach, W. (1998) El Ciclo de Deming es un procedimiento destinado al mejoramiento de problemas analíticos o de oportunidades. Este ciclo busca inicialmente, reconocer las oportunidades, posteriormente probar la teoría planteada y observar los resultados, y finalmente actuar en la oportunidad.

El PHVA puede ser aplicado de acuerdo a las necesidades del sistema, de acuerdo a su aplicación, este ciclo se clasifica así:

1. **Solución de Problemas:** Este tipo de aplicación del ciclo PHVA, consiste en buscar soluciones a los problemas o puntos críticos detectados en un proceso definiendo planes de acción.
2. **Rutina del Proceso:** Se define estándares dentro del proceso en el cuál se aplicará el ciclo PHVA.
3. **Mejora del Proceso:** Se define e implementa medidas de mejoramiento en procesos existentes de modo que aquellos procesos que se están desarrollando actualmente se optimicen en búsqueda de encontrar la mejor manera de hacer las cosas.
4. **Combinación de las anteriores:** El Ciclo PHVA puede ser aplicado utilizando las tres o dos de las clasificaciones anteriormente mencionadas. Ya que en un proceso pueden desarrollarse mejoras y a su vez solucionar problemas detectados utilizando también la rutina. (pp. 42-45)

Esto se ve traducido en METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN 7 PASOS, como se presenta a continuación:

Tabla N° 2 - Metodología para Solución de Problemas en 7 Pasos

1.	Seleccionar el tema	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Identificar el Problema</i> • <i>Decidir el aspecto del problema</i>
2.	Comprender la situación y establecer metas	<p><u>Comprender la situación</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Colectar data</i> • <i>Decidir la característica a atacar</i> <p><u>Establecer metas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Decidir el objetivo (valor y fecha límite)</i>
3.	Planear Actividades	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Decidir qué hacer</i> • <i>Decidir calendario, división de responsabilidades, etc.</i>
4.	Analizar las causas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Verificar los valores actuales de las características</i> • <i>Enumerar las posibles causas</i> • <i>Analizar las causas</i> • <i>Decidir los ítems a atacar.</i>
5.	Considerar e implementar Contramedidas	<p><u>Considerar las contramedidas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Proponer ideas de contramedidas</i> • <i>Discutir cómo llevar a efecto las contramedidas</i> <p><u>Verificar detalles de las contramedidas</u></p> <p><u>Implementar las contramedidas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Plantear cómo implementar las contramedidas</i> • <i>Implementar las contramedidas</i>
6.	Verificar resultados	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Verificar resultados de las contramedidas</i> • <i>Comparar los resultados con los objetivos</i> • <i>Identificar beneficios tangibles e intangibles</i>
7.	Estandarizar y establecer control	<p><u>Estandarizar</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Establecer nuevos estándares y revisar los anteriores</i> • <i>Decidir métodos de control</i> <p><u>Establecer control</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Familiarizar a las personas importantes con los nuevos estándares</i> • <i>Educar a los responsables</i> • <i>Verificar que estén manteniendo los beneficios</i>

Fuente: Elaboración propia

2.2.10. Herramientas de Mejoramiento Continuo

En el mejoramiento continuo son utilizados herramientas de calidad que facilitan la comprensión de los procesos en los cuales se implementará la mejora.

2.2.10.1. Lluvia de Ideas o Brainstorming

Soret, I. (2004) Brainstorming es una herramienta usada por los equipos para extraer ideas de cada individuo y presentarlas en forma ordenada al resto del equipo. La lluvia de ideas sirve para identificar y cuantificar prioridades y para resolver temas o problemas.

➤ **Uso del Brainstorming**

Esta herramienta ayuda a salir al equipo de las ideas viejas e inefectivas, para generar ideas que puedan conducir a nuevas y originales soluciones a problemas. Algunos de sus beneficios son:

- Alienta la creatividad, expande el pensamiento para incluir todos los aspectos de un problema o solución.
- La identificación de causas o consecuencias de problemas
- Análisis de causas
- Análisis de consecuencias
- Solución de problemas.

➤ **Reglas a seguir en la lluvia de ideas:**

(1) Establezca una atmósfera relajada: Las ideas más creativas vienen de una atmósfera relajada, así que el líder debe intentar relajar al grupo ya sea mediante el humor o con un ejercicio rápido usando algún tema ajeno al trabajo.

Por ejemplo, el líder puede preguntar: “¿Si se sacaran mañana la lotería, cómo gastarían el dinero?”

(2) Asegure la participación de todos los miembros: Para asegurar la participación de todos los miembros, el líder puede iniciar la reunión pidiendo la participación de cada miembro preguntando a cada uno, en el mismo orden en que están sentados.

Después que uno o dos miembros digan “paso”, el líder puede aceptar ideas de quien sea. Cuando parezca que ya no hay más ideas, el líder anuncia una “última ronda” y le pregunta en secuencia a cada miembro, una vez más. Generalmente, esta última ronda produce ideas importantes y productivas.

(3) Propóngase obtener un gran número de ideas: Se requiere una gran cantidad de ideas para que la lluvia de ideas sea fructífera.

- No critique las ideas
- Reciba de buen grado tanto las ideas apropiadas como las inapropiadas. Deben aceptarse incluso las ideas aparentemente inapropiadas.
- Combine las ideas: A menudo, pueden combinarse dos o más ideas para desarrollar una idea mejorada y esta nueva idea puede incluso llevar a otra nueva idea.
- Registre todas las ideas: Deben registrarse todas las ideas. La persona designada para llevar el registro anota las ideas conforme los miembros las van aportando. Las ideas largas se re expresan de manera concisa. Es responsabilidad de los miembros individuales asegurarse de que sus ideas, ya resumidas, queden registradas correctamente.

➤ **Procedimiento:**

1. Presentación del tema o problema a tratar y señalización de los límites del mismo.
2. Generación de ideas.
3. Clasificación y selección de ideas.
4. Evaluación y análisis de ideas.
5. Votos. (p. 48)

2.2.10.2. Diagrama de Afinidad

Soret, I. (2004). Esta herramienta se emplea en la fase de planificación general de la mejora de la calidad. Normalmente se emplea cuando se tiene una gran cantidad de información proveniente de distintas fuentes, y quiere realizarse un análisis de los datos que lleve a la extracción de conclusiones. Permite extraer de un amplio conjunto de información, las

ideas clave. Esta herramienta sirve para el estudio creativo de un tema, según se representa gráficamente en la Figura N°12. (p. 49)

➤ **Procedimiento:**

Volkswagen N. (2010) El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Formar un equipo de trabajo.
2. Reunir las ideas o datos (los datos pueden proceder de estudios o encuestas a clientes, reclamaciones, o directamente a través de un brainstorming de un grupo de trabajo).
3. Se transcriben todas las ideas en tarjetas.
4. Se leen en alto todas las tarjetas y en caso necesario se dan explicaciones sobre el contenido de las mismas.
5. A continuación se recomienda, por ejemplo a través del empleo de una Pinn Board (pizarra), colocar las tarjetas de tal forma que todos los miembros del grupo puedan verlas, pero sin darles de momento ningún orden determinado, es decir, colocación aleatoria.
6. Agrupación de las tarjetas: Agrupamos las tarjetas que tienen puntos comunes, se recomienda no establecer más de 10 grupos pero esta norma tiene que ser contemplada como una mera recomendación. Es muy importante que en este proceso participen activamente todos los miembros del equipo.
7. A continuación hay que buscar un nombre para cada uno de los grupos. El nombre debe representar el hilo común de las tarjetas agrupadas bajo el mismo. (si hay un grupo con un elevado número de tarjetas puede estudiarse la opción de crear un cierto número de subgrupos dentro del mismo).
8. Una vez terminadas las agrupaciones, puede dejarse un cierto tiempo para la discusión de los resultados o para implementar cambios
9. A continuación y en función de los contenidos de los que se trate, pueden seguirse distintos planteamientos. Por ejemplo si lo que se están discutiendo son los problemas a solucionar en un departamento, puede continuarse dando prioridades a los grupos de problemas que se han establecido mediante esta herramienta y a continuación pasar a decidir qué

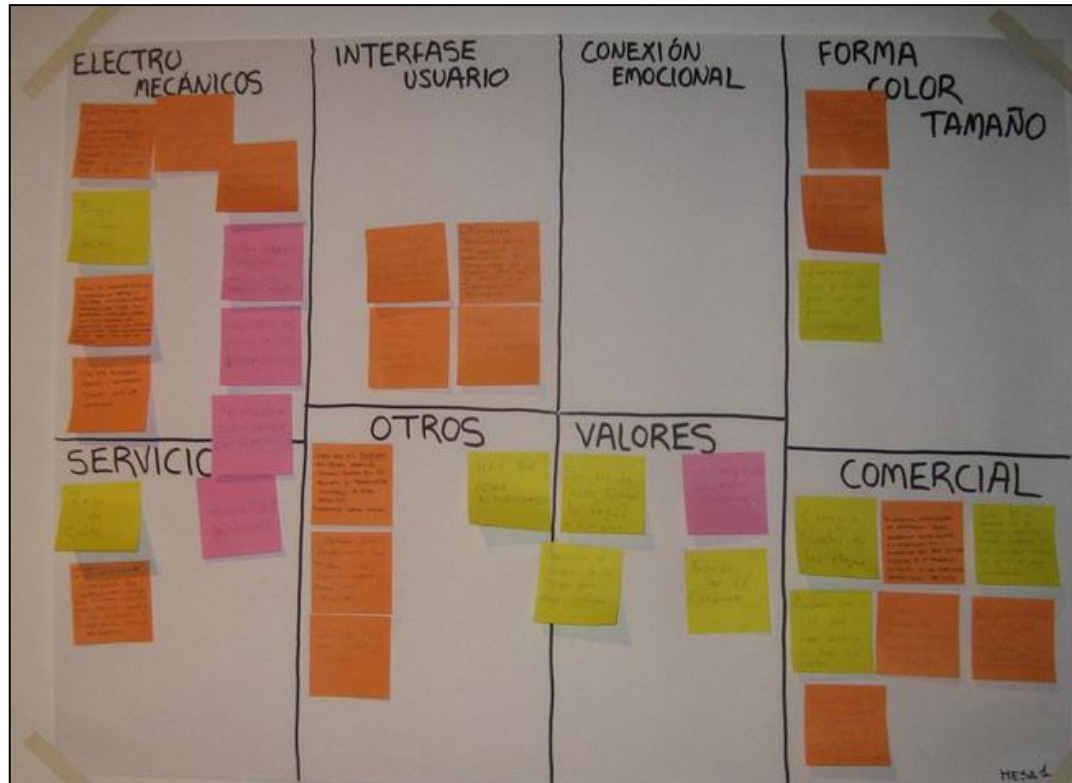
medidas van a establecerse para eliminar los problemas a los que se les ha asignado una máxima prioridad.

➤ **Ventajas:**

A continuación vamos a resumir las principales ventajas de esta herramienta:

- Promueve la creatividad de todos los integrantes del equipo de trabajo en todas las fases del proceso.
- Derriba barreras de comunicación y promueve conexiones no tradicionales entre ideas/ asuntos.
- Promueve la apropiación de los resultados que emergen porque el equipo crea tanto la introducción detallada de contribuciones como los resultados generales.
- Se pretende abordar de manera directa un problema.
- se quiere organizar un conjunto amplio de datos. (pp. 129 – 131)

Figura N° 12 - Representación de Diagrama de Afinidad



Fuente: Volkswagen Navarra, Manual de Gestión de la Calidad, p. 131

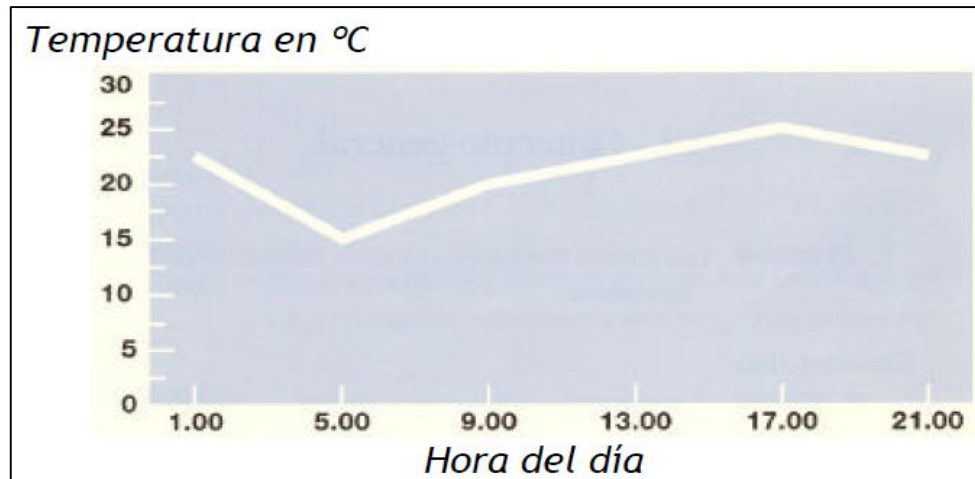
2.2.10.3. Gráficos de Gestión (Lineales – Barra)

Los diagramas de línea o gráficos de línea son representaciones visuales de datos cuantitativos. Los gráficos resumen grandes cantidades de datos en poco espacio. Los gráficos dan información sobre situaciones complejas de forma clara y concisa.

a.- Gráficos Lineales

Los Gráficos Lineales conectan puntos que representan pares de datos numéricos pertenecientes a dos variables y muestran como una de las variables (variable dependiente) es función de la otra (variable independiente). Ejemplo:

Figura Nº 13 - Gráfico de Líneas



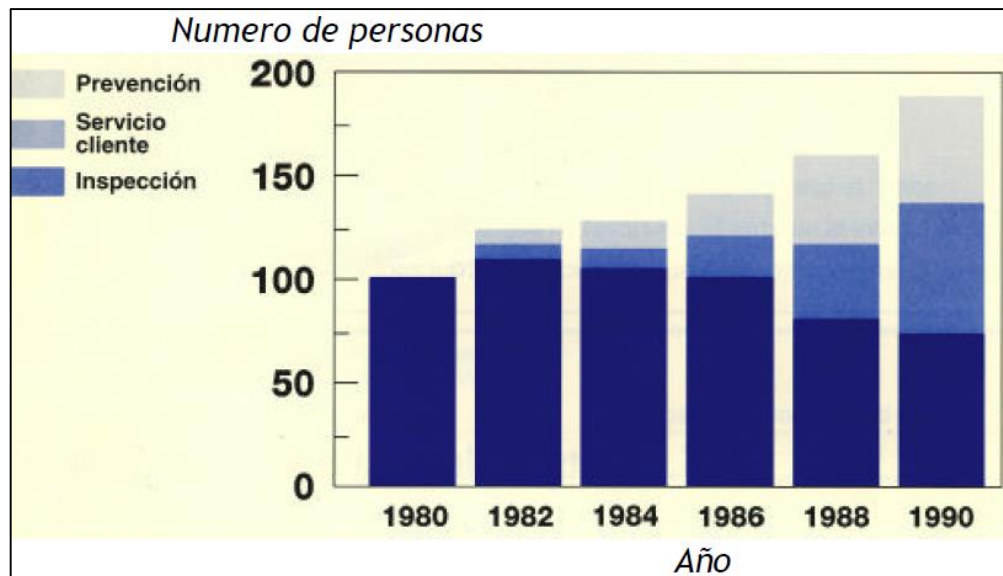
Fuente: Sociedad Latinoamericana de la Calidad, 2000, Gráficos de Gestión, p.9

b.- Gráficos de Barras

Los Gráficos de Barras visualizan la relación entre dos variables, pero, a diferencia de los gráficos lineales, no requieren que una de ellas sea de carácter numérico (variable independiente o de clasificación).

Los Gráficos de Barras agrupadas o de barras superpuestas visualizan la relación entre una variable (variable dependiente) y dos variables de clasificación. Ejemplo:

Figura N° 14 - Gráfico de Barra



Fuente: Sociedad Latinoamericana de la Calidad, 2000, Gráficos de Gestión, p.14

➤ **Ventajas:**

Cada uno de estos dos tipos tiene particularidades que los hacen especialmente aptos para un tipo de utilización:

- Los Gráficos Lineales son utilizados fundamentalmente para mostrar tendencias.
- Los Gráficos de Barras se emplean para las comparaciones por categorías.

➤ **Características:**

A continuación se comentan las características a tener en cuenta antes de construir cualquier tipo de gráfico.

a) Integridad del gráfico: Un gráfico no debe "mentir" ni distorsionar la realidad. Debe construirse de forma que no favorezca el error en la interpretación y aporte todos los elementos para que esta sea correcta.

b) Consistencia en la escala: Las escalas numéricas deben variar según intervalos constantes. Las escalas de gráficos que deben ser comparados entre sí, deben ser idénticas. (Nota: prestar especial cuidado a las escalas de los gráficos por ordenador).

c) Consistencia de símbolos y facilidad de lectura: La facilidad de la interpretación o comparación de los gráficos está directamente relacionada con la facilidad de comprender y relacionar los elementos que los componen (sombreados, símbolos, rotulación, etc.).

d) Simplicidad: Sólo deben incluirse en los gráficos elementos que aporten información relevante o ayuden a su interpretación.

➤ **Procedimiento de Gráficas Lineales:** Sociedad Latinoamericana de la Calidad, (2000)

1. Comprobar que las variables son aptas para este tipo de gráficos.

Sólo se pueden utilizar estos gráficos con variables numéricas continuas.

2. Identificar la variable dependiente y la variable independiente. La variable dependiente es aquella que se mide o determina una vez fijados los valores de la variable independiente.

3. Dibujar y rotular los ejes: El eje vertical corresponde a la variable dependiente, y el eje horizontal corresponde a la variable independiente.

a. Determinar la escala del eje vertical:

- La escala del eje empezará con un valor menor del valor mínimo de la variable dependiente e irá hasta un valor ligeramente superior al valor máximo de la misma.

- El número de incrementos a señalar (generalmente entre 3 y 10) se establecerá en función de la facilidad de lectura. El valor de cada uno de los incrementos será constante.

- Se utilizarán escalas idénticas para distintos gráficos cuando estos deban ser comparados entre sí posteriormente.

b. Determinar de igual forma la escala del eje horizontal: Rotular el nombre de la variable, las unidades de medida y la escala en ambos ejes.

4. Incluir los datos y dibujar la curva correspondiente: Localizar la intersección de las lecturas de los ejes correspondientes, señalarla con

un punto o símbolo y unir estos, siguiendo el orden de la variable independiente, con trazos rectilíneos.

- 5. Rotular el gráfico:** Rotular, en los casos en que proceda, la curva o curvas representadas y los aspectos del gráfico que deban ser remarcados. (pp. 7-9)

➤ **Procedimiento de Gráficas de Barras:** Sociedad Latinoamericana de la Calidad, (2000)

- 1. Identificar la variable dependiente y la variable independiente o de clasificación:** La variable dependiente es aquella que se mide o determina una vez fijados los valores o expresiones de la variable o variables de clasificación.

- 2. Comprobar que las variables son aptas para este tipo de gráficos:** La variable dependiente debe ser numérica y continua. La variable o variables de clasificación pueden ser o no numéricas. Si alguna es de carácter numérico y continua deberá ser discretizada (agruparse en intervalos) para su posterior utilización en el gráfico.

- 3. Establecer el tipo de Gráfico de Barras a utilizar:** Debemos establecer qué tipo de gráfico dará mejor respuesta a nuestras necesidades de información.

a. Gráficos de Barras agrupadas: Sirven para la comparación del comportamiento de la variable dependiente en cada subgrupo de barras y para la comparación de los subgrupos entre sí.

b. Gráficos de Barras superpuestas: Sirven para la comparación de sumas y dan las proporciones de los componentes. Requieren que la variable dependiente se pueda sumar de forma significativa.

- 4. Dibujar y rotular los ejes**

El eje vertical corresponde a la variable dependiente.

El eje horizontal corresponde a la variable o variables de clasificación.

- 5. Dibujar las barras**

Se dibuja una barra por cada expresión o valor de la variable de clasificación.

La altura de la barra representa el valor de la variable dependiente y se lee en su eje correspondiente. La anchura de las barras debe ser igual para todas ellas.

6. Rotular el gráfico

Rotular, en los casos en que proceda, las barras y los aspectos del gráfico que deban ser remarcados. (pp. 10-14)

2.2.10.4. Diagrama de Gantt

Fue desarrollada por Henry L. Gantt y representa las actividades en término de unidades de tiempo, a través de una barra horizontal que dimensiona la duración de la actividad y fijando fechas de inicio y de término para éstas, a través de las columnas que son las escalas de tiempo. Ésta representación puede realizarse en diferentes niveles de agrupación, así se pueden visualizar etapas, grupos de actividades, actividades y subactividades – figura 15.

Es importante destacar que en la gráfica también se puede obtener más información, dependiendo de la simbología que se emplee. Así, las barras se pueden ver complementadas por números que indiquen la cantidad de obra a ejecutar, por símbolos que indican algún hito, colores que indican actividades críticas, entre otros. Lo importante radica que al escoger cualquier tipo de representación, sea de acuerdo a las necesidades de Planificación, Programación y Control que requiera el proyecto.

Pasos para crear un Diagrama de GANTT

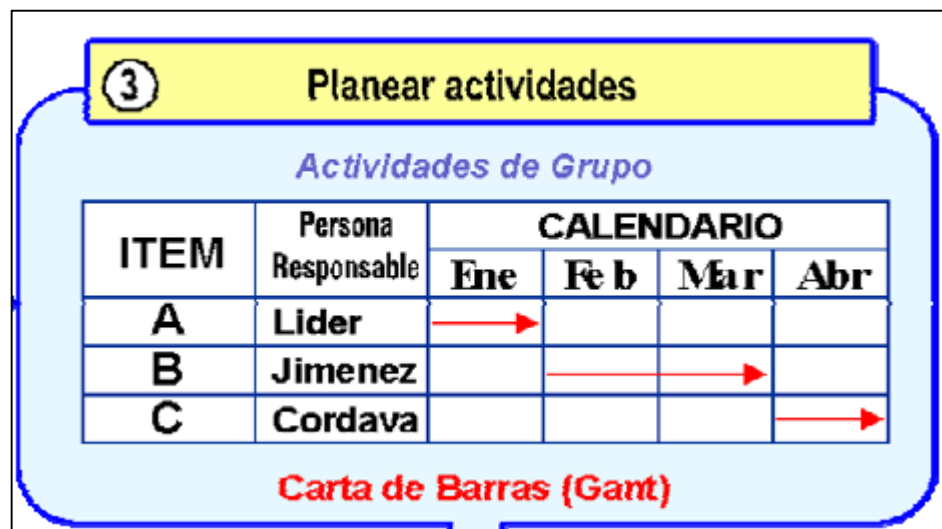
Verdoy, P. y Mahiques, M. (2003) En un diagrama de GANTT, cada tarea es representada por una línea, mientras que las columnas representan los días, semanas, o meses del programa, dependiendo de la duración del proyecto. El tiempo estimado para cada tarea se muestra a través de una barra horizontal cuyo extremo izquierdo determina la fecha de inicio prevista y el extremo derecho determina la fecha de finalización estimada. Las tareas se pueden colocar en cadenas secuenciales o se pueden realizar simultáneamente.

Si las tareas son secuenciales, las prioridades se pueden confeccionar utilizando una flecha que desciende de las tareas más importantes hacia las tareas menos importantes. La tarea menos importante no puede llevarse a cabo hasta que no se haya completado la más importante.

En definitiva es un esquema que representa el tiempo requerido para la realización de una tarea. Son seis etapas que se deben de llevar a cabo:

- Listado de actividades
- Orden cronológico de las actividades
- Determinación de tiempos
- Elaboración del esquema
- Colocación de barras en el esquema
- Determinación de tiempos totales (p. 214)

Figura Nº 15 - Diagrama de Gantt



Fuente: Verdoy Pablo, Mahiques Mateu, Manual de Control Estadístico de Calidad, p.214

2.2.10.5. Histogramas

Verdoy, P. y Mahiques, M. (2003) El histograma es un diagrama de barras que muestra gráficamente la distribución de frecuencias ordenadas por clases. En el eje de abscisas se presentan las clases o características y en el eje de ordenadas la frecuencia. La superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de su correspondiente clase.

Para realizar un histograma suele ser interesante basarse en una hoja de recogida de datos. (pp. 197-200)

○ **Hoja de Recogida de Datos:**

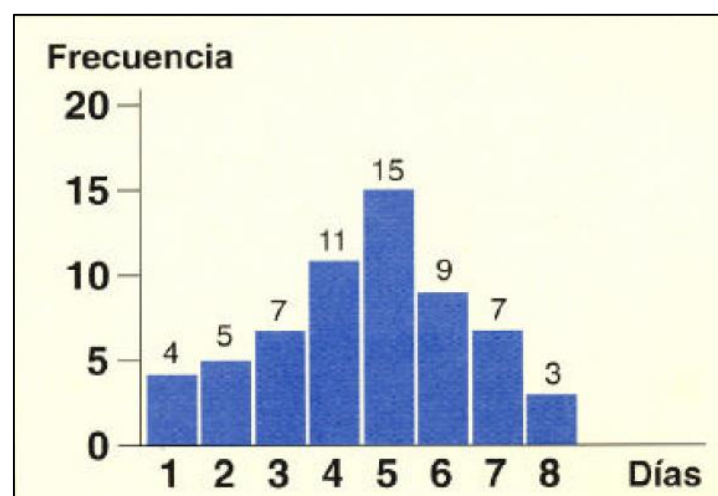
Verdoy, P. y Mahiques, M. (2003) La hoja de recogida de datos es un sencillo y práctico instrumento que sirve para recoger los datos de una forma estructurada y documentada. Estas hojas pueden tener muy distintas formas, según el tipo de datos, el lugar y número que vayan a recogerse. Los datos recogidos con este instrumento suelen emplearse para el posterior desarrollo de otras herramientas. (p. 217)

➤ **Características de Histogramas:**

A continuación se comentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta.

- ✓ Síntesis: Permite resumir grandes cantidades de datos.
- ✓ Análisis: Permite el análisis de los datos evidenciando esquemas de comportamiento y pautas de variación que son difíciles de captar en una tabla numérica.
- ✓ Capacidad de comunicación: Permite comunicar información de forma clara y sencilla sobre situaciones complejas.

Figura Nº 16 - Histograma



Fuente: Verdoy Pablo, Mahiques Mateu, Manual de Control Estadístico de Calidad, p. 199

➤ **Procedimiento:** Volkswagen, N. (2010)

1. Preparación de los datos: Como en todas las herramientas de análisis de datos, el primer paso consiste en recoger estos de forma correcta o asegurarse de la adecuación de los existentes.

Los datos deben ser:

- *Objetivos:* Basados en hechos, no en opiniones.

- *Exactos:* Debemos asegurarnos que la variabilidad en el proceso de recogida de datos (variabilidad de la medida) no desvirtúa la variabilidad del proceso en estudio.

- *Completo:* Se debe registrar toda la información relevante asociada a cada toma de datos (máquina, hora del día, empleado, etc.) en previsión de los diferentes análisis que pueden ser necesarios.

- *Representativos:* Deben reflejar todos los diferentes hechos y circunstancias que se producen en la realidad.

2. Determinar los valores extremos de los datos y el recorrido:

Identificar en la tabla de datos originales el valor máximo, el valor mínimo y el recorrido(R): $R = V_{\max} - V_{\min}$.

3. Definir las "clases" que contendrá el Histograma:

Clases: Son los intervalos en que se divide la característica sobre la que se han tomado los datos. El número de clases es igual al de barras del Histograma.

a. Definir el número recomendado de clases en un histograma, según cuadro siguiente:

Cuadro N° 2 - Clases en un Histograma

Número de datos	Número de clases recomendado
20* - 50	6
51 - 100	7
101 - 200	8
201 - 500	9
501 - 1000	10
Más de 1000	11 - 20

Fuente: Sociedad Latinoamericana de la Calidad, 2000, Gráficos de Gestión, p.24

b. Obtener la amplitud del intervalo de cada clase.

Todas las clases tendrán el mismo intervalo. La amplitud aproximada del intervalo se halla dividiendo el recorrido por el número de clases.

Esta amplitud se redondea posteriormente a un número o cifra decimal conveniente para el manejo de las clases y la graduación del eje horizontal del Histograma (1, 2, 5, 10, etc.).

Amplitud aproximada de cada clase = Recorrido(R) / Número de clases

4. Construir las clases anotando los límites de cada una de ellas:

Los límites de la primera clase incluirán el valor mínimo de los datos.

Para evitar que algunos datos coincidan con los límites de los intervalos, definir éstos de forma que tengan una cifra más detrás de la coma.

5. Calcular la frecuencia de clase: Determinar el número de datos que están incluidos en cada una de las clases (frecuencia de clase).

6. Dibujar y rotular los ejes:

El eje vertical representa las frecuencias, por tanto en él se rotularán números naturales, dependiendo su valor y escala del número de datos que se han tomado.

El eje horizontal representa la magnitud de la característica medida por los datos.

Este eje se divide en tantos segmentos iguales como clases se hayan definido.

7. Dibujar el Histograma: Dibujar las barras verticales correspondientes a cada clase. Su base está situada en el eje horizontal y su altura corresponderá a la frecuencia de la clase representada.

8. Rotular el Gráfico: Cuando proceda, poner el título, las condiciones en que se han recogido los datos, los límites de tolerancia nominales, etc. Estas notas ayudan a los demás a interpretar el gráfico y sirven de recordatorio de la fuente de los datos. (pp. 124-125)

2.2.10.6. Diagrama de Pareto

Volkswagen, N. (2010) El diagrama de Pareto es una forma particular de histograma. La diferencia fundamental respecto a un histograma normal es que se ordena los fallos no sólo respecto a su número sino también respecto a su importancia relativa (de mayor a menor importancia). Con ello, facilita la identificación de las causas principales que son responsables de la mayor parte de los efectos.

Para construir un diagrama de Pareto podemos partir de una hoja de recogida de datos, por lo que partimos de las causas de fallo y su número, en un periodo determinado.

➤ **Beneficios:**

- a) Evidencia los tipos de problemas más frecuentes.
- b) Se puede cuantificar las fallas.
- c) Se puede alcanzar una mejora significativa.
- d) Identifica los elementos que más peso o importancia tienen dentro del grupo.
- e) Enfoca y dirige el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo prioritario común.
- f) Su utilización fuerza al grupo a tomar decisiones basadas en datos y hechos objetivos y no en ideas subjetivas.
- g) Permite optimizar los resultados obtenidos y facilitar la toma de decisiones estratégicas trabajando sobre datos reales.
- h) Facilita el estudio comparativo de los numerosos procesos.

- i) Ayuda a dirigir la atención y esfuerzos a los problemas realmente importantes. (p. 125)
- **Procedimiento:** Verdoy, P. y Mahiques, M. (2003)
1. A continuación los pasos a seguir son los siguientes:
 2. Decisión del problema que se va a investigar y cómo se van a recoger los datos
 3. Determinar el tiempo.
 4. Ordenar los datos de mayor a menor
 5. Otorgamos un peso relativo a cada una de las causas dependiendo de su importancia (G).
 6. Multiplicamos el número de fallos (n) debido a cada causa por la importancia relativa que le hayamos otorgado, es decir, por su peso (G).
 7. A continuación calculamos el porcentaje respecto al total que supone cada una de las causas.
 8. Construimos un histograma situando las causas ordenadas de mayor a menor importancia.
 9. Dibujamos en el mismo histograma una línea que represente las frecuencias acumuladas.

Para interpretar el diagrama aplicamos la **Regla de Pareto**:

“La Regla de Pareto nos dice que el 20-30% de las causas son responsables de un 70-80% de los fallos. Por lo tanto concentrándonos en la eliminación de estas causas principales, acabaremos con la mayor parte de los fallos”.

Figura Nº 17 - Construcción de una Tabla de Pareto

CONSTRUCCIÓN DE LA TABLA DE PARETO

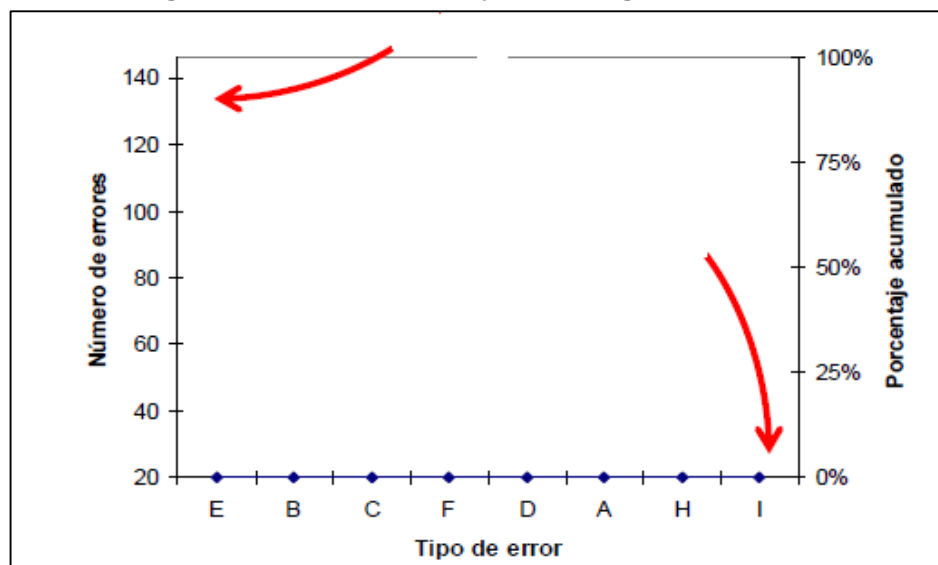
Tipo Error	Número de Error	Número de Error Acumulado	% del Total	% Acumulado del Total
E	44	44	30%	30%
B	39	83	27%	57%
C	35	118	24%	81%
F	12	130	8%	89%
D	8	138	6%	95%
A	3	141	2%	97%
H	3	144	2%	99%
I	2	146	1%	100%
	146		100%	

Docente Hurtado Rojas, Roger; Clases de Gestión de Proceso

Estructura del Diagrama

a.- **Trazar y rotular los ejes:** Empieza de cero hasta el valor máximo, rango constante, comparable con la otra escala, deben ser idénticas. Empieza de 0 % hasta 100%. El 0% se alinea con el cero de escala izqda. y el 100% con el valor máximo.

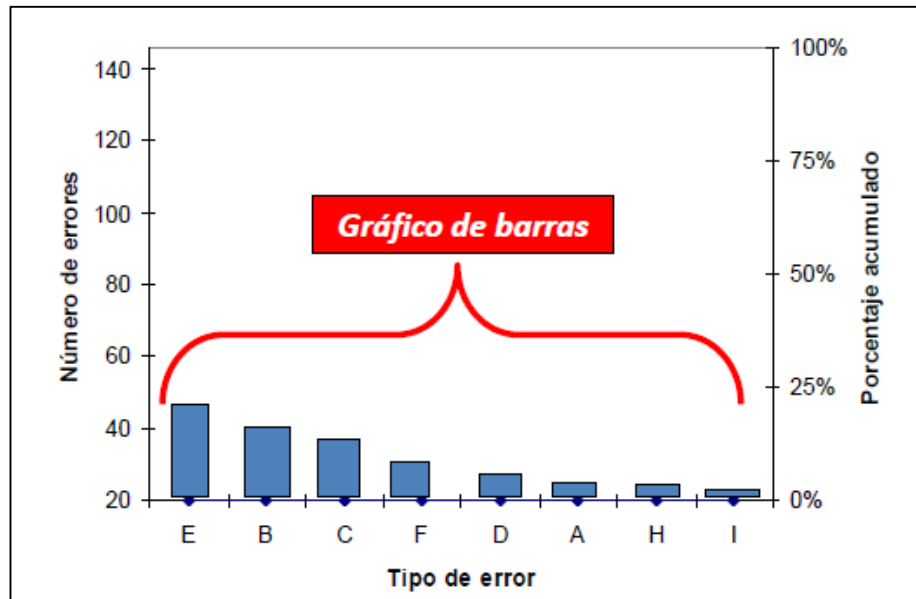
Figura Nº 18 - Trazo de Ejes en Diagrama Pareto



Docente Hurtado Rojas, Roger; Clases de Gestión de Proceso

- b. Dibujar Gráfico de Barras:** Dibujar las barras de los efectos basándose en el número de errores alcanzados en cada tipo de error.

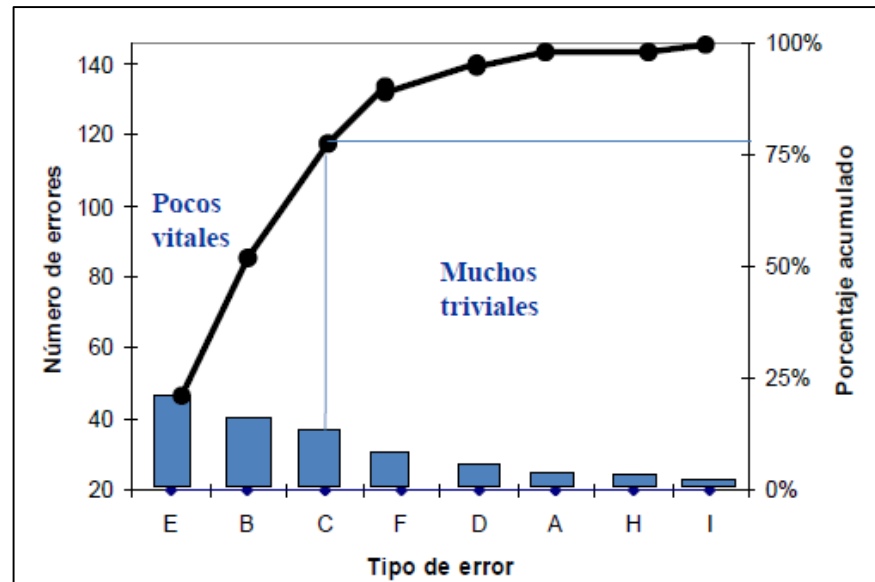
Figura N° 19 - Dibujo de Gráfico de Barras en Diagrama Pareto



Fuente: Docente Hurtado Rojas, Roger; Clases de Gestión de Proceso

- c. Trazar un gráfico lineal y Señala los Problemas Vitales y los Triviales:** Traza el grafico lineal basándote en el Número de Error acumulado. (pp. 207-212)

Figura N° 20 - Diagrama Pareto



Docente Hurtado Rojas, Roger; Clases de Gestión de Proceso

2.2.10.7. Diagrama Causa – Efecto (Ishikawa):

Volkswagen, N. (2010) El Diagrama Causa-Efecto es una representación gráfica que muestra la relación cualitativa e hipotética de los diversos factores que pueden contribuir a un efecto o fenómeno determinado. El diagrama de causa-efecto también denominado diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pez es una herramienta muy eficaz para desarrollar un análisis estructurado o discusión sobre un problema o tema concreto. Ayuda a la identificación de las posibles causas de un efecto (normalmente problema).

Se sitúa en el centro del diagrama una flecha apuntando hacia el efecto que se vaya a tratar. Se dibujan flechas que desembocan en esta flecha central, cada una dedicada a una categoría.

Se considera que las distintas categorías que pueden ser causa de un problema son las siguientes:

1. Hombre
2. Método
3. Material
4. Máquina

Dentro de cada una de estas categorías se intentan identificar las causas principales y secundarias que pueden ser responsabilidad de esta categoría.

➤ **Beneficios:**

Visualizar las causas principales y secundarias de un problema.

Identificar posibles soluciones.

Ampliar su comprensión del problema.

Tomar decisiones.

Permite analizar procesos en búsqueda de mejoras.

Conduce a modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes, etc.

Sirve como guía y motivador objetivo para discusiones.

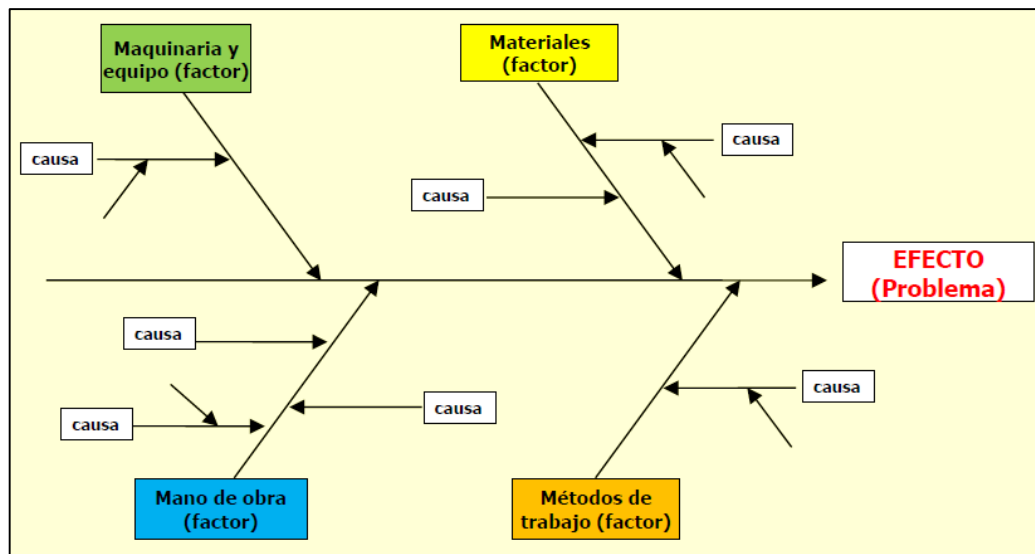
Sirve como medio conciliador de diferentes puntos de vista.

Organizar planes de acción (herramienta de planeación)

➤ **Procedimiento:**

1. Identificar el problema (algo que queremos mejorar o controlar).
2. Registrar el problema en una frase resumida a la derecha y trazar una flecha de izquierda a derecha.
3. Dibujar y marcar las espinas principales (Categorías: 4M, 5M, y otras)
4. Realizar una lluvia de ideas para generar la causa raíz.
5. Agrupar las diferentes causas raíz en función de las categorías.
6. Para comprender mejor el problema, busque subcausas y colóquelas dentro la causa raíz.
7. Finalmente encierre con un círculo las causas más probables que están originando el problema.
8. Colocar el nombre del grupo, así como la fecha de elaboración. (pp. 123-124)

Figura N° 21 - Esquema Básico de Diagrama de Ishikawa



Fuente: Volkswagen Navarra, Manual de Gestión de la Calidad, p.124

2.2.10.8. Herramienta 5W + 1H:

Verdoy, P. y Mahiques, M. (2003) Esta herramienta significa las seis palabras con que comienzan las preguntas que deben responderse para describir correctamente un hecho: qué, cuándo, dónde, quién, por qué y cómo (what, when, where, who, why y how). Se recomienda que se siga y formule estas preguntas para comprender los hechos sin omisión alguna. 5W1H significa las seis palabras con que comienzan las preguntas que deben responderse para describir correctamente un hecho:

- **What – Qué:** Identificar los eventos o acciones y hacer una lista de ellos. Dibujar las líneas de conexión entre los eventos o acciones para mostrar la relación entre ellos. Dibujar las líneas de conexión entre los personajes y los acontecimientos que usted describe a usted la relación entre ellos.
- **Why - Por qué:** Identificar las causas de los acontecimientos de las acciones y hacer una lista de ellos. Dibujar las líneas de conexión de las causas a los efectos sobre los personajes, eventos, lugares, o plazos que se describen a sí mismo la relación entre ellos.
- **When – Cuándo:** Identificar todos los factores de tiempo en la lectura y hacer una lista de ellos. Dibujar líneas de conexión entre los factores de

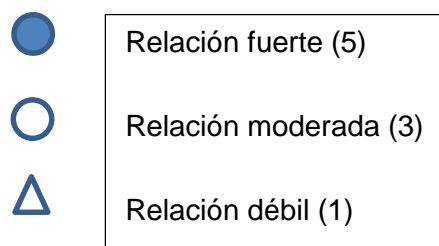
tiempo, lugares, acontecimientos y personajes a medida que describe a sí mismo la relación entre ellos.

- **Who - Quién (persona):** Identificar los personajes de la lectura y hacer una lista de ellos. Dibujar las líneas de conexión entre los personajes y describir a sí mismo la relación entre los personajes.
- **Where – Dónde:** Identificar todos los lugares de la lectura y hacer una lista de ellos. Dibujar las líneas de conexión entre lugares, acontecimientos y personajes como usted la describe a usted la relación entre ellos.
- **How - Cómo (método):** Identificar la forma de eventos se llevó a cabo y hacer una lista de ellos. Dibujar las líneas de conexión entre la forma en hechos tuvieron lugar y otros factores como que describe a sí mismo la relación entre ellos. (p. 218)

2.2.10.9. Diagrama Matricial:

Verdoy, P. y Mahiques, M. (2003) Estos diagramas sirven para representar relaciones y la importancia de las mismas. Se basa en la idea de que si se sitúa un conjunto de elementos en las columnas de la misma matriz, los puntos de intersección de las filas y columnas indicarán la relación de ambos conjuntos.

Para ello, se lleva a cabo una ponderación de las características de control del siguiente modo:



➤ Metodología:

1. Identificar los dos factores o aspectos a relacionar entre sí y escribirlos en el ángulo superior izquierdo del diagrama, separados por una línea diagonal.
2. Desarrollar por temas cada uno de dichos aspectos. Los títulos de los temas mediante los cuales se desarrolla el aspecto colocado debajo

de la diagonal pasan a ser los encabezados de la primera columna, los títulos de los temas mediante los cuales se desarrolla el aspecto colocado arriba de la diagonal pasan a ser los encabezados de la primera hilera.

3. Se procede ahora a llenar cada uno de las celdas de la matriz con los datos correspondientes. (p. 228)

Figura Nº 22 - Diagrama Matricial

		"Características alimento"						
		Peso de la porción	% nutriente requerido	Tiempo de preparación	% hidratos de carbono	Coste de ingredientes	Nº de platos requeridos	Nº de ingredientes
"Expectativas clientes"	Sacia el apetito	●	△		○			
	Es nutritivo	△	●		△	○		
	Tiene buen gusto		△	△	●	○		
	Sencillo de preparar			●	△	△		○
	Sencillo de limpiar			△			●	○
	Es barato	△	△		△	●		
	No produce excesiva basura			○			○	●
		5	6	7	8	8	5	7

Fuente: Verdoy Pablo, Mahiques Mateu, Manual de Control Estadístico de Calidad, p.228

2.2.11. Proceso de Extracción de Mineral:

Tras haberse ubicado el lugar donde se encuentra el mineral (con los procesos de prospección y exploración) se procede a realizar el estudio de factibilidad en el cual determinará, de acuerdo a diversos parámetros, si el proyecto minero es viable (factible) o no.

El estudio de factibilidad, por tanto también analiza la forma más eficiente de extraer el mineral del yacimiento que se tiene, y en función a esa elección determina la infraestructura, el capital humano, las herramientas

y maquinarias que requiere, minimizando los costos requeridos para este propósito a lo largo de la vida del proyecto.

Por lo tanto, el cómo es que se realizará la extracción de minerales será un punto fundamental dentro del estudio de factibilidad, ya que finalmente repercute en el volumen de producción posible y la estructura de costos de la mina. Así, se tendrá que analizar las dos alternativas: Tajo Abierto o Socavón.

En el caso de Compañía Minera Poderosa se realiza una Explotación Minera de Socavón o Subterránea.

a.- La Explotación Minera de Socavón o Subterránea

Estudios Mineros del Perú (2011) La explotación de minerales de forma subterránea es la extracción a través de diversos métodos de ingeniería debajo de la superficie del terreno.

Este tipo de extracción se realiza cuando la cubierta de rocas (o material sin presencia de mineral) es de un espesor tal que el costo de removerlo para hacer un tajo abierto no es económico (como, por ejemplo, del interior de un cerro).

Este tipo de explotación se usa cuando las zonas mineralizadas (comúnmente llamadas vetas) son angostas y profundas, por lo que es preferible hacer perforaciones en la roca para acceder a las mismas.

Para acceder a las zonas mineralizadas se penetra la roca desde la superficie a través de perforaciones horizontales (túneles o galerías), verticales (piques o chimeneas), inclinadas (rampas), ubicadas en diferentes niveles con la finalidad de fragmentar (partir), cargar y transportar el mineral desde el interior hasta la superficie. Asimismo, es necesario también construir conductos de ventilación, rieles para carros mineros (de ser necesario), instalación de líneas de energía, accesos para el agua, servicios higiénicos, almacenes, entre otros. (pp. 4-5)

Figura N° 23 - Mina Subterránea



Fuente: Compañía Minera poderosa S.A.

b.- ¿Cómo se explota una mina subterránea?

Estudios Mineros del Perú (2011) La forma en que se accederá a la zona mineralizada dependerá de cómo es que se presente el mineral en el subsuelo y la forma de trabajo a usar en el proceso de explotación.

De manera muy general, podemos decir que los túneles, piques o rampas se construyen a través de la voladura de la roca, es decir, a través del uso de explosivos que se colocan en la roca siguiendo la forma que se le quiere dar a la infraestructura subterránea. Es importante mencionar que entre cada explosión para el fraccionamiento de la roca, las perforaciones creadas deben ser ventiladas y despejadas.

Después de este procedimiento, se extrae el material fragmentado y se estabilizan las paredes y techo del túnel, dependiendo en cada caso del método que se haya decidido usar así como de las características del terreno y del uso que se le vaya a dar a cada uno de estas perforaciones.

En el Perú tenemos ambos tipos de explotación de minerales, sin predominio de alguno sobre el otro. No obstante, si se puede apreciar que las grandes empresas mineras en su mayoría tienen minas de tajo abierto, mientras que las empresas medianas son las que tienen mayores operaciones de tipo socavón. (p. 7)

2.2.12. Actividad de Voladura Controlada

Manual Práctico de Voladura-EXSA (2010) Consiste en el empleo de cargas explosivas lineares de baja energía colocadas en taladros muy cercanos entre sí, que se disparan en forma simultánea para crear y controlar la formación de una grieta o plano de rotura continuo, que limita la superficie final de un corte o excavación.

➤ **Objetivo:**

El objetivo de la voladura controlada es evitar el rompimiento de la roca fuera de límites previamente establecidos es decir evitar la sobrerotura.

Es un método especial que permite obtener superficies de cortes lisos y bien definidos al mismo tiempo que evita el agrietamiento excesivo de la roca remanente, con lo que contribuye a mejorar su estabilidad, aspecto muy importante en trabajos subterráneos de orden permanente, para prevención de desplome de techos y otros riesgos, y en superficie para la estabilidad de taludes.

2.2.12.1. Condiciones para Voladura:

Tiene por finalidad generar una línea de debilidad a la voladura cuyos beneficios pueden ser los siguientes:

- ✓ Formación de una pared de banco más estable.
- ✓ Generar el límite de penetración de la pala.
- ✓ Crear una percepción de seguridad.

La precisión de la perforación es fundamental debe mantenerse el alineamiento y paralelismo de los taladros de acuerdo al diseño del corte a realizar. (p. 35)

2.2.12.2. Mallas de Perforación:

Manual Práctico de Voladura-EXSA (2010) Son líneas de pintura cuadrículadas ya pre calculado, que se marca en un frente para guiar al perforista .Cada tipo de roca tiene sus tipos de malla estandarizada con la cual se puede hacer el diseño de la malla, todas las mallas siempre en el techo tienen taladros de alivio para que la labor tenga acabado arqueado para un mejor control del terreno.

creadas se dirijan a los puntos de menor resistencia, es decir de taladro a taladro, alineándose para formar un plano de corte, con lo que se disminuye o elimina la formación de fracturas radiales.

Figura Nº 25 - Taladros de Voladura

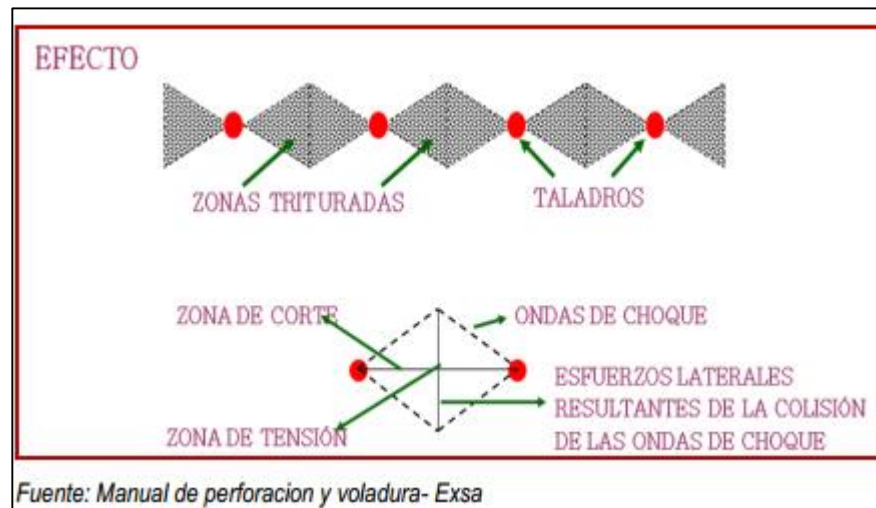
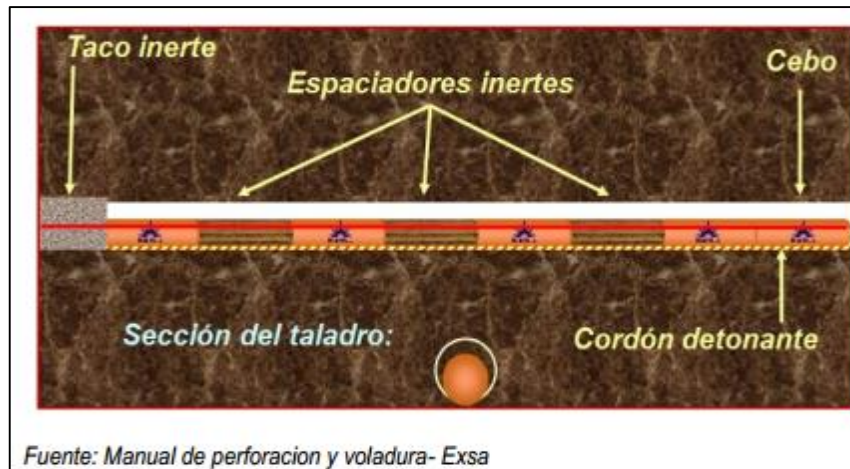


Figura Nº 26 - Cartuchos



- Carga explosiva lineal distribuida a todo lo largo del taladro.

Figura N° 27 - Carga Explosiva



2.2.13. Ventajas de Voladura Controlada: Manual Práctico de Voladura-EXSA (2010)

- Produce superficies de roca lisa y estable.
- Contribuye a reducir la vibración de la voladura principal y la sobreexcavación, con lo que se reduce también la proyección de fragmentos y los efectos de agrietamiento en construcciones e instalaciones cercanas a la voladura. También facilita el transporte de los detritos de voladura, por su menor tamaño.
- Produce menor agrietamiento en la roca remanente. Es importante tener en cuenta que la voladura convencional, según la carga y el tipo de roca pueden afectar a las cajas techos a profundidades de hasta 1,50 y 2,00 m debilitando la estructura en general, mientras que la voladura controlada sólo la afecta entre 0,20 y 0,50 m.
- En minería puede ser una alternativa para la explotación de estructuras débiles e inestables. (p.165)

Figura N° 28 - Voladura Controlada



Fuente: Manual de perforación y Voladura EXSA

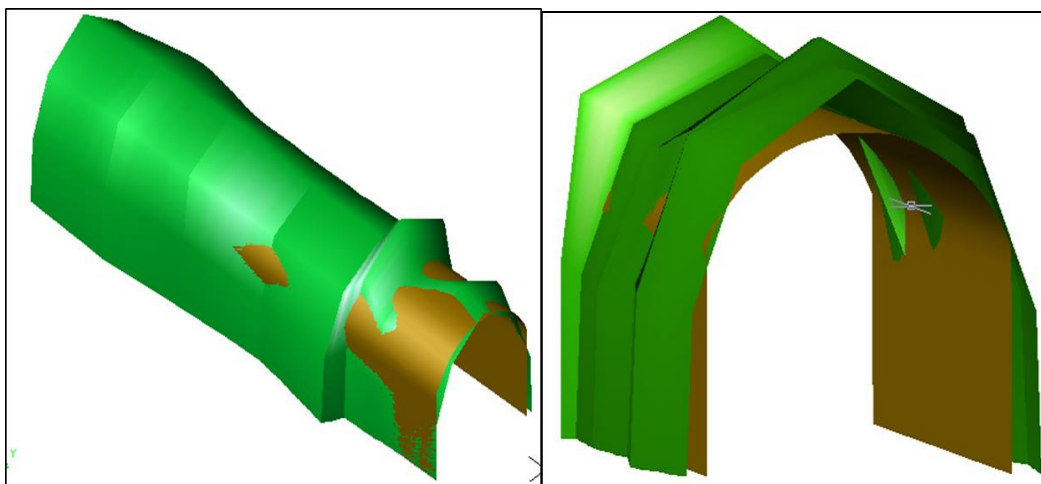
2.2.13.1. Optimización de la Actividad de Voladura:

Optimizar una actividad no requiere de gran inversión, es por eso que mediante la aplicación del Círculo de Deming buscamos la mejor alternativa para optimizar la actividad de voladura en Compañía Minera Poderosa. La aplicación de la nueva técnica de voladura controlada que se inicia con el diseño de la malla de perforación según la sección, se introduce la carga explosiva en los tubos PVC con espacios inertes junto al cordón detonante, los taladros de perforación se ubicaran en el contorno de la sección; con todo ello se consigue usar menor cantidad de explosivos, lo que se traduce en menos inversión para la empresa. Junto a ello se consigue otras ventajas como mayor simetría al momento de disparar, es decir disminuir el agrietamiento de la roca para evitar sobre rotura y a menor sobre rotura, menores accidentes por desprendimiento de roca.

2.2.14. Diferencias entre Voladura Controlada y No Controlada (Convencional): Manual Práctico de Voladura-EXSA (2010) – (p. 167)

VOLADURA CONVENCIONAL	VOLADURA CONTROLADA
<ul style="list-style-type: none"> • Relación de espaciamento a burden: $E = (1,3 \text{ a } 1,5) B$ • Máximo acoplamiento. • Columna explosiva: (2/3 de la longitud del taladro) • Empleo de mayor cantidad de explosivos. • Disparo de todos los taladros siguiendo un orden de salida secuencial, espaciados en tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menor espaciamento que burden: $E = (0,5 \text{ a } 0,8) B$. • Desacoplamiento: explosivo de menor diámetro que el taladro. • Carga explosiva lineal distribuida a todo lo largo del taladro. • Empleo de menor cantidad de explosivo. • Disparo simultaneo de todos los taladros de la línea de corte, sin retardos entre sí.

Figura N° 29 - Voladura Convencional VS Controlada



Fuente: Manual de perforación y Voladura EXSA

2.3. Definición de términos básicos

A continuación se define los términos que se han utilizados en el desarrollo del proyecto:

“A”

- **ACCIDENTE DE TRABAJO:** Incidente o suceso repentino que sobreviene por causas o con ocasión del trabajo, aún fuera del lugar y horas en que aquél se realiza, bajo órdenes del empleador, y que produzca en el trabajador un daño, una lesión, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. *(Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería).*
- **ACCIDENTE LEVE:** Suceso resultante en lesión(es) que, luego de la evaluación médica correspondiente, puede(n) general en el accidentado un descanso breve con retorno máximo al día siguiente a sus labores habituales. *(Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería).*
- **ACCIDENTE INCAPACITANTE:** Suceso resultante en lesión(es) que, luego de la evaluación médica correspondiente, da lugar a descanso médico y tratamiento, a partir del día siguiente de sucedido el accidente. El día de la ocurrencia de la lesión no se tomará en cuenta para fines de información estadística. *(Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería).*
- **ACTIVIDAD:** Conjunto de tareas propias de una persona o entidad (Tomado del diccionario de la Real Academia de la Lengua), para facilitar la gestión o para cumplir con un objetivo de un proceso, que no vale la pena descomponer aunque sea posible. Generalmente, suele ser desarrollada por personas de un mismo departamento, sección, área o unidad administrativa.
- **ACTUAR:** Realizar acciones para promover la mejora del desempeño del (los) proceso(s).
- **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD:** Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas implantadas dentro del sistema de la calidad, para proporcionar la confianza adecuada de que una entidad cumplirá los requisitos para la calidad.
- **AVANCE:** Longitud de una labor (frente de trabajo como rampas, galerías, cortadas, cámaras, entre otros) en una mina, elaborada o abierta en un período determinado (jornada, día, semana u otro). El avance mide el rendimiento de la operación minera.

“B”

- **BURDEN:** Es la distancia entre un taladro cargado con explosivos a la cara libre de una malla de perforación. El burden depende básicamente del diámetro de perforación, de las propiedades de la roca y las características del explosivo a emplear. (*Referencia: DICCIONARIO MINERÍA: www.ternium.com.mx/glosario/*)

“C”

- **CALIDAD:** Es el conjunto de características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades establecida y las implícitas.
- **CARA LIBRE O TALADRO DE ALIVIO:** Permite que las ondas de compresión producto de la voladura se reflejen contra ella, originando fuerzas de tensión que permiten producir la fragmentación de la roca.
- **CHIMENEA:** Abertura vertical o inclinada construida por el sistema convencional y/o por el mecanizado. (*Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería*).
- **CICLO DE DEMING:** Es una de las principales herramientas para lograr la mejora continua en las organizaciones o empresas que desean aplicar a la excelencia en sistemas de calidad. El conocido Ciclo Deming o también se le denomina el ciclo PHVA que quiere decir según las iniciales (planear, hacer, verificar y actuar). La utilidad del ciclo de Deming es ser utilizado para lograr la mejora continua de la calidad dentro de una empresa u organización.
- **CONTROL DE LA CALIDAD:** Técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para cumplir los requisitos para la calidad.
- **CORDÓN DETONANTE:** Es un cordón flexible que contiene un alma sólida de alto poder explosivo y resistencia a la tensión. (*Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería*).
- **COSTOS OPERATIVOS O DE PRODUCCIÓN MINA:** Los costos de operación se definen como aquellos generados en forma continua durante el funcionamiento de una operación minera y están directamente ligados a la producción, pudiéndose categorizarse en costos directos e indirectos.

“D”

- **DESMONTE:** Es el material estéril o mineral de baja ley (con una ley de mineral que se encuentra por debajo del nivel económico conocido como en minería como Cut Off) que se obtiene al momento de realizar el corte de mineral en la operación de mina o que es obtenido como material de desbroce para acceder al mineral.
- **DETRITUS:** El detritus es el material ya perforado y que queda depositado en la boca del pozo en forma representativa de lo que tenemos debajo de nuestros pies. La información que nos puede entregar el detritus mediante el muestreo es muy valiosa ya que mediante pruebas podríamos determinar lo que nuestros ojos no pueden ver, podríamos determinar el tipo de material perforado, su ley y la ubicación para una planificación de la extracción. (Referencia: *DICCIONARIO MINERÍA: www.ternium.com.mx/glosario/*)
- **DISPARO SOPLADO:** Hacen referencia a las voladuras que fueron ineficientes, ya que en ellas algunos de los taladros cargados no explotaron o ninguno de los taladros cargados de la malla de voladura explotó.

“E”

- **EL FACTOR DE POTENCIA Y/O FACTOR DE CARGA:** Es la relación entre el número de kilogramos de explosivos empleados en una voladura determinada y el número de toneladas a romper producto de esa voladura o el volumen correspondiente en metros cúbicos a romper. Las unidades son kg/TM o kg/m³.
- **ESPACIAMIENTO:** Es la distancia entre taladros cargados con explosivos de una misma fila o de una misma área de influencia en una malla de perforación.
- **ESTÁNDAR:** Es el modelo, patrón o referencia a seguir. En minería se aplica este término a los estándares de gestión de los procesos productivos en las empresas mineras aplicándose por ejemplo en la automatización de los procesos de perforación y voladura, planes mineros y control de flotas de carguío y acarreo.
- **ESTOCADA:** Excavación que se realiza perpendicular o corta una galería de transporte y se hace cada 50 m.
- **EXPLOTACIÓN:** Sub proceso de minado orientado a la extracción de mineral. (Referencia: *DICCIONARIO MINERÍA: www.ternium.com.mx/glosario/*)

“F”

- **FRENTE:** Superficie libre de una voladura. Superficie al final de una labor minera (túnel, galería, cruzada, entre otras). Lugares donde se ejecutan las tareas de avance y desarrollo de la mina. (*Referencia: DICCIONARIO MINERÍA: www.ternium.com.mx/glosario/*)

“G”

- **GALERIA:** Es la labor más común y es una excavación horizontal, o poco inclinada, en que una de las dimensiones es mucho mayor que las otras dos. Es similar a un túnel de carretera o ferrocarril. Las galerías reciben distintos nombres según su función o su posición respecto a la roca a explotar.
- **GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (GCT o QTM):** Modo de gestión de una organización, centrada en la calidad, basada en la participación de todos sus miembros y dirigida al éxito a largo plazo para la satisfacción del cliente y de las ventajas para todos los miembros de la organización y para la sociedad.
- **GESTIÓN DE LA CALIDAD:** Es el conjunto de actividades de la función general de la dirección que determinan la política de la calidad, los objetivos, las responsabilidades, y se implantan por medios tales como la planificación de la calidad, el control de la calidad, el aseguramiento de la calidad y la mejora de la calidad dentro del marco del sistema de calidad.

“H”

- **HACER:** Implementar procesos para alcanzar los objetivos.
- **HERRAMIENTAS DE CALIDAD:** Constituyen un conjunto de instrumentos para la recopilación sistemática de datos y el análisis de resultados. Fueron desarrolladas en Japón, por Ishikawa, para hacer más eficaz la solución de los problemas por parte de todos los trabajadores. Estas herramientas son: histograma, diagrama de dispersión, estratificación, hoja de control, Diagrama de Pareto, gráficos de control, diagrama causa-efecto.

“I”

- **ISO 9001:2008:** Es la base del sistema de gestión de la calidad ya que es una norma internacional y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que

le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios, en la mejora de sus procesos.

“L”

- **LA DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA EXPLOSIVA:** Es la cantidad de explosivo y accesorios de voladura que se reparten del polvorín a las diferentes labores de trabajo previo una generación del vale de salida de explosivos.
- **LABOR:** Cualquier hueco excavado para explotar un yacimiento. Una mina es el conjunto de todas esas labores, especialmente cuando es subterránea. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como Laboreo de Minas.

“M”

- **MACIZO ROCOSO:** Es el conjunto de los bloques de matriz rocosa y de las discontinuidades. (*Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería*).
- **MATRIZ ROCOSA:** Es el material rocoso exento de discontinuidades o bloques de roca intacta. (*Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería*).
- **MEJORA CONTINUA:** La mejora continua de la capacidad y resultados, debe ser el objetivo permanente de la organización. Para ello se utiliza un ciclo PDCA, el cual se basa en el principio de mejora continua de la gestión de la calidad. Ésta es una de las bases que inspiran la filosofía de la gestión excelente. La base del modelo de mejora continua es la autoevaluación. En ella detectamos puntos fuertes, que hay que tratar de mantener y áreas de mejora, cuyo objetivo deberá ser un proyecto de mejora.
- **MINA:** Es un yacimiento mineral que se encuentra en proceso de explotación. (*Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería*).

“N”

- **NIVEL:** es un conjunto de labores más menos horizontales que se encuentran en la misma cota (altura).
- **NORMAS:** Normas: Es la especificación técnica u otro documento, accesible al público, establecida con la cooperación y consentimiento de general de todas las

partes interesadas, basado en la ciencia tecnología y experiencia, con el objetivo del beneficio óptimo para la comunidad, y que ha sido aprobado por un organismo cualificado a nivel nacional, regional o internacional.

“O”

- **OPTIMIZAR:** Es el proceso de modificar un sistema para mejorar su eficiencia o también el uso de los recursos disponibles, es decir controlar el uso de los recursos y mejorar el rendimiento de las personas que trabajan en los procesos analizados. La mejora del rendimiento, junto con una reducción de costos, conduce a la organización a generar procesos más eficientes y eficaces.

“P”

- **PERFORACIÓN:** Acción o proceso de elaborar un orificio circular con un taladro (perforadora) manual o mecánico (eléctrico o hidráulico); mediante rotación y percusión. (*Referencia: DICCIONARIO MINERÍA: www.ternium.com.mx/glosario/*)
- **PLANIFICAR:** Establecer los objetivos y procesos necesarios para obtener los resultados, de conformidad con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- **PROCEDIMIENTOS ESCRITOS DE TRABAJO SEGURO (PETS):** Documento que contiene la descripción específica de la forma cómo llevar a cabo o desarrollar una tarea de manera correcta desde el comienzo hasta el final, dividida en un conjunto de pasos consecutivos o sistemáticos. (*Referencia: Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería*).
- **PROCESOS:** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. Los elementos de entrada para un proceso son generalmente resultados de otros procesos. Los procesos están compuestos por una entrada, un desarrollo de actividades y una salida, que se detallan en un documento denominado Ficha de Descripción de Procesos.
- **PROCESO DE VOLADURA:** Es un conjunto de tareas que comprende: el traslado de explosivo y accesorios de los polvorines al lugar del disparo, las disposiciones preventivas antes del carguío, el carguío de los explosivos, la conexión de los taladros cargados, la verificación de las medidas de seguridad, la autorización y

el encendido del disparo. (Referencia: *Ministerio de Energía y Minas - DS 055-2010-EM – Minería*).

“R”

- **RAMPA:** Acceso principal de un nivel a otro, que requiere primero un proyecto o diseño, luego se ejecuta por voladura. Se construye con el material extraído: piedras y desmonte; aparte de tener ancho y alto, tiene gradiente y forma espiralada. Sirve de camino para transportar el mineral en volquetes y, a los mineros, hacia la superficie. (Referencia: *DICCIONARIO MINERÍA: www.ternium.com.mx/glosario/*)

“S”

- **SISTEMA DE LA CALIDAD:** Es la estructura organizativa, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para llevar a cabo la gestión de la calidad.
- **SOBREROTURA:** Sobre excavación del macizo rocoso que no cumple con las dimensiones planificadas.
- **SUBPROCESO:** Grupo de actividades bien definidas que se pueden integrar como un proceso más pequeño dentro de otro proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que puedan presentarse y facilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso.

“T”

- **TACO INERTE:** Material de arcilla o detritus que se coloca al final del carguío en la voladura controlada. (Referencia: *DICCIONARIO MINERÍA: www.ternium.com.mx/glosario/*)
- **TAJO:** Son las labores temporales destinadas a la extracción de mineral.
- **TAREA:** Parte más pequeña (no fraccionable) en la que se puede descomponer una actividad, este nivel de detalle es utilizado en los Instructivos, por cuanto permite la asignación específica e indiscutible de las mismas a personas concretas, evitando eludir la responsabilidad del respectivo cumplimiento.

“V”

- **VELOCIDAD DE DETONACIÓN:** La velocidad de detonación es la característica más importante de un explosivo, mientras más alta sea su velocidad de detonación

mayor será su potencia. A la detonación se le entiende como la transformación casi instantánea de la materia sólida que lo compone en gases.

- **VERIFICAR:** Realizar seguimiento y medir los procesos y los productos en relación con las políticas, los objetivos y los requisitos, reportando los resultados alcanzados.
- **VETA:** Fisura, falla o rajadura de una roca llena de minerales que migraron hacia arriba, proveniente de alguna fuente profunda.
- **VOLADURA:** Fragmentación de la roca y otros materiales sólidos mediante explosivos confinados en barrenos o adosados a su superficie. *(Referencia: Carlos López Jimeno. Catedrático de Proyectos de Ingeniería. E.T.S. Ingenieros de Minas de Madrid)*
- **VOLADURA CONTROLADA:** Técnica de voladura usada para controlar la sobre excavación y producir un talud final competente. Puede ser de pre corte, recorte, perforación en línea, voladura amortiguada, etc. *(Referencia: Carlos López Jimeno. Catedrático de Proyectos de Ingeniería. E.T.S. Ingenieros de Minas de Madrid)*

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

3.1. Formulación de la hipótesis

H_a : La aplicación del círculo de Deming influye significativamente en la optimización de la actividad de voladura en las labores de Veta Jimena de la Unidad de Producción Marañón de Cía. Minera Poderosa S.A. en el año 2014.

H_0 : La aplicación del círculo de Deming no influye significativamente en la optimización de la actividad de voladura en las labores de Veta Jimena de la Unidad de Producción Marañón de Cía. Minera Poderosa S.A. en el año 2014.

3.2. Operacionalización de variables

Se ha identificado dos tipos de variables, las cuales se detallan a continuación:

- Variable independiente: Círculo de Deming
- Variable dependiente: Actividad de Voladura

Cuadro N° 3 – Variable independiente: Círculo de Deming

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
I. VARIABLE INDEPENDIENTE: CÍRCULO DE DEMING	Velasco, J. (2000), Es una de las herramientas más importantes para asegurar el mejoramiento continuo. Para llegar a una mejor calidad que satisfaga a los clientes internos como externos, debe recorrerse constantemente cuatro etapas, con la calidad como criterio máximo. En esta forma, se le denomina la Rueda o Ciclo de Deming y lo llaman Ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar Y Actuar) para aplicarla a todas las fases y situaciones. (pp.18-23)	Para implementar esta variable es necesario tener en cuenta las siguientes dimensiones: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.	1. PLANEAR	1.1. Seleccionar el problema y definir nombre del proyecto.
				1.2. Comprender la situación actual.
				1.3 Definir metas, objetivos y estrategias de problema a solucionar.
				1.4. Planear las actividades.
				1.5. Analizar la causa - efecto.
			2. HACER	2.1. Implementar las medidas correctivas.
			3. VERIFICAR	3.1. Verificar la ejecución de las medidas correctivas.
			4. ACTUAR	4.1. Formalización del Procedimiento Estandarizado de Trabajo Seguro – PETS de Voladura Controlada.

Elaboración: Propia

Cuadro N° 4 – Variable dependiente: Actividad de Voladura

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
II. VARIABLE DEPENDIENTE ACTIVIDAD DE VOLADURA	Fragmentación de la roca y otros materiales sólidos mediante explosivos confinados en barrenos o adosados a su superficie. (López, C., 1993, p. 521)	Para evaluar o medir esta variable, es necesario tener en cuenta lo siguiente: Costo del consumo de explosivos en la actividad de voladura, sobre rotura de la sección, accidentes por desprendimiento de roca y estandarización del procedimiento de voladura controlada.	1. Costo del consumo de explosivos en la actividad de voladura.	1.1. Costo por labores de avance. 1.2. Costo por labores de explotación.
			2. Sobre rotura de la sección.	2.1. Porcentaje de sobre rotura.
			3. Accidentes por desprendimiento de roca.	3.1. Número de accidentes de trabajo por desprendimiento de roca.
			4. Estandarización del procedimiento de voladura controlada.	4.1. Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) de Voladura Controlada.

Elaboración: Propia

CAPÍTULO 4. PRODUCTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL

4.1. Propuesta De Mejora y Su Concordancia con La Visión, Misión y Políticas De Compañía Minera Poderosa S.A.

4.1.1. Visión

Llegar a ser líderes en la industria minera aurífera subterránea nacional y ser reconocidos a nivel mundial.

4.1.2. Misión

- Hacer que nuestros procesos sean eficaces, eficientes y flexibles, generando productos con Calidad Total.
- Ser los más seguros, proteger la salud de nuestros trabajadores y conservar el medio ambiente.
- Producir oro en la forma más eficiente, mediante un continuo proceso de reducción de costos, generando valor para nuestros accionistas y trabajadores.
- Contribuir, dentro del ámbito de nuestras actividades, al desarrollo de las personas y al engrandecimiento del Perú.

4.1.3. Principios y Valores Claves

Mantener el compromiso de liderar y crecer como empresa minera peruana:

- Demostrando actitud constante hacia el cambio.
- Respetando a las personas, generando confianza a través de la integridad, honestidad y lealtad de nuestros trabajadores.
- Practicando el mejoramiento continuo con trabajo en equipo y capacitando permanentemente sobre nuestros procesos.
- Asumiendo la actitud COLPA como filosofía de vida y protegiendo el medio ambiente. (Ver Anexo 4)

La Superintendencia de Mina de la Unidad de Producción Marañón brinda soporte para promover el trabajo en equipo en los integrantes del Círculo De Mejora Continua (CMC) Tecnología e Innovación Minera (TECNOMIN) con su

proyecto: “Optimizar la actividad de voladura seleccionando el tipo de explosivo y accesorios para el control del macizo rocoso en las labores de la Veta Jimena”, quienes tienen el compromiso de cumplir con la misión de la empresa resaltando el punto tres. Ya que al mejorar la estabilidad de la roca aplicando voladura controlada obtienen una mejora en el proceso de minado: reducción de los costos en el consumo de explosivos, disminución del porcentaje de sobre rotura de roca y disminución del número de accidentes por desprendimiento de roca; por lo tanto contribuyen con el logro de los objetivos de la empresa.

4.1.4. Políticas

Compañía Minera Poderosa S.A. (**Poderosa**) es una empresa **de mediana minería** con **operaciones** subterráneas. **Poderosa** explora, mina, procesa y comercializa **recursos minerales** con contenidos de oro. **Poderosa como empresa** socialmente responsable, está comprometida a:

- Mejorar continuamente el desempeño de su sistema integrado de gestión, cumpliendo con el marco legal y las normas voluntariamente aceptadas.
- Promover el comportamiento ético de sus colaboradores, mejorando la calidad de sus procesos y productos, contando para ello con personal competente y procesos eficaces que aseguren la satisfacción de sus clientes.
- Prevenir lesiones y enfermedades en sus colaboradores, contratistas y visitas, estableciendo controles en todas sus actividades, manteniendo instalaciones y labores seguras.
- Identificar, comunicar y capacitar a sus colaboradores y otras partes interesadas para prevenir la contaminación ambiental.
- Desarrollar el trabajo en equipo a través de los Círculos de Mejoramiento Continuo y la práctica del COLPA (Clasificar, Ordenar, Prevenir y Autodisciplina) para su aplicación en el trabajo diario.
- Reconocer a sus grupos de interés, el derecho al progreso y contribuir para que sean ellos mismos, gestores de su desarrollo para mejorar su calidad de vida.

Esta política integrada de Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Calidad es comunicada a todas las personas que trabajan para Poderosa o en nombre de ella y puesta a disposición del público en general.

El proyecto tiene concordancia con las políticas de Poderosa con el punto tres; al realizar la mejora se evitará accidentes por desprendimiento de roca en los colaboradores y contratistas, con el punto cuatro la capacitación en voladura controlada ayudará con la prevención de menor sobre rotura por ende menor cantidad de desmonte evitando así la contaminación ambiental y con el punto cinco ya que el proyecto es desarrollado por el Círculo De Mejora Continua TECNOMIN. (Ver Anexo 5)

4.2. Aplicación del Círculo de Deming

El proyecto de mejora está a cargo del Círculo de Mejora Continua “Tecnología e Innovación Minera – TECNOMIN”, el cual pertenece a la Superintendencia de Mina de la Unidad de Producción Marañón, y este a su vez forma parte de los Procesos Operativos de Cía. Minera Poderosa S.A.

La gestión de Poderosa está diseñada bajo el “Enfoque a Procesos”, el cual permite un control continuo sobre los vínculos entre los procesos, así como su combinación e interacción.

Para un mejor control Poderosa se ha organizado en tres tipos de procesos:

Procesos estratégicos.- Los procesos de gestión del sistema integrado y de responsabilidad social, gestión de la dirección y gestión económica-financiera; son los que están destinados a definir y controlar las metas de la organización, sus políticas y estrategias.

Procesos operativos.- Los procesos que permiten generar el producto son la obtención de recursos minerales, minado el cual se divide en los sub-procesos de avance, explotación y transporte, procesamiento o más conocido como planta (Planta Marañón y Planta Santa María) y finalmente el producto obtenido pasa a comercialización.

Procesos de soporte.- Los procesos que dan soporte a los procesos operativos son nueve: legal, análisis químico, transporte, planeamiento e ingeniería, logística, recursos humanos, energía, tecnología de la información y mantenimiento.

Figura Nº 30 – Mapa de Procesos Compañía Minera Poderosa S.A.



Fuente: Compañía Minera Poderosa S.A.

Así mismo nuestro proyecto de mejora es presentado con el nombre “OPTIMIZAR LA ACTIVIDAD DE VOLADURA SELECCIONANDO EL TIPO DE EXPLOSIVO Y ACCESORIOS PARA EL CONTROL DEL MACIZO ROCOSO EN LABORES DE LA VETA JIMENA” con la finalidad de reducir los costos en la actividad de voladura en las labores de avance, explotación, disminuir la sobre rotura y dar seguridad para evitar los accidentes por desprendimiento de rocas.

El procedimiento empleado para la solución de problemas es: “La metodología de solución de problemas de los 7 Pasos, basado en el círculo de Deming”; cumpliendo así con el ciclo de la mejora continua de la calidad: Planear, Hacer, Verificar y Actuar.

4.2.1. PLANEAR

4.2.1.1. Paso 1: Seleccionar el problema y definir el tema

Listado de los Problemas

Para la selección del problema los integrantes del “CMC TECNOMIN” mediante la herramienta de la calidad **Lluvia de ideas** listan todos los problemas que tienen en Mina Papagayo en la Veta Jimena, con el objetivo de recopilar la mayor cantidad de problemas que existen en los subprocesos de perforación y voladura.

Cuadro N° 5 – Lluvia de Ideas

ÍTEM	PROBLEMAS - LLUVIA DE IDEAS
1	Excesivo tiempo en el desatado de rocas en las labores
2	Falta de herramientas de voladura
3	Falta estandarizar burden y espaciamiento
4	Fragmentación inadecuada de la carga
5	Disparos soplados
6	Voladura controlada, falta cordón detonante
7	Excesivo Nro. de taladros en los tajo por menor burden
8	Deficiencia en la secuencia de salida
9	Caída de cuadros por efecto de la voladura en los tajos
10	Roca inestable
11	Mal uso de los explosivos
12	Falta accesorios de voladura
13	Tiros cortados
14	Falta malla de perforación
15	Excesivo consumo de explosivos
16	Sección de la labor inadecuada
17	Roca muy fracturada
18	Sobre rotura en las labores de avance
19	Remangado de malla por exceso de explosivo
20	Excesivo consumo de madera en los tajos
21	Falta marcar malla de perforación en los frentes
22	Falta explosivos de alta potencia

Elaboración: CMC TECNOMIN

Agrupamiento de los problemas

Culminado el listado de los problemas, se realiza la agrupación de los mismos, empleando para ello la herramienta de calidad denominada **Diagrama de Afinidad**, con el objetivo de reducir de 22 a 05 problemas.

Cuadro N° 6 – Diagrama de Afinidad

HERRAMIENTA: LLUVIA DE IDEAS		HERRAMIENTA: DIAGRAMA DE AFINIDAD	
1	Deficiencia en la secuencia de salida	A	DEFICIENCIAS EN VOLADURA VETA JIMENA
2	Mal uso de los explosivos	A	
3	Falta accesorios de voladura	A	
4	Tiros cortados	A	
5	Falta de herramientas de voladura	A	
6	Disparos soplados	A	
7	Sección de la labor inadecuada	A	
8	Voladura controlada, falta cordón detonante	A	
9	Fragmentación inadecuada de la carga	A	
10	Sobre rotura en las labores de avance	A	
11	Caída de cuadros por efecto de la voladura en los tajos	A	
12	Excesivo consumo de explosivos	A	
13	Falta explosivos de alta potencia	A	
14	Remangado de malla por exceso de explosivo	B	SOSTENIMIENTO DEFICIENTE
15	Excesivo consumo de madera en los tajos	B	
16	Roca inestable	C	MACISO ROCOSO
17	Roca muy fracturada	C	
18	Excesivo tiempo en el desatado de rocas en las labores	D	EXCESIVO TIEMPO EN EL DESATADO DE ROCAS EN LAS LABORES
19	Falta estandarizar burden y espaciamiento	E	MALLA DE PERFORACIÓN DEFICIENTE
20	Falta malla de perforación	E	
21	Falta marcar malla de perforación en los frentes	E	
22	Excesivo Nro. de taladros en los tajo por menor burden	E	

Elaboración: CMC TECNOMIN

Selección del Problema

Después del diagrama de afinidad se determina los criterios de solución para elegir el problema a resolver, luego se procede a definir el tema con la aplicación de la herramienta de calidad **Matriz de Priorización**.

Cuadro N° 7 – Matriz de Priorización

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN		PUNTAJE X 1				PUNTAJE X 2			
PROBLEMAS	CRITERIOS	Tópico de sentido común	Fácil de rastrear	Fácil de recolectar datos	Grado de urgencia	Grado de importancia en seguridad	Es parte relevante de la política de la empresa	Beneficios a la vista	Puntaje Total
		DEFICIENCIAS EN VOLADURA EN VETA JIMENA	●	●	▲	●	▲	●	●
	SOBRE ROTURA EN LAS LABORES	●	●	▲	▲	▲	●	▲	38
	SOSTENIMIENTO DEFICIENTE	●	●	▲	▲	▲	▲	▲	34
	EXCESIVO TIEMPO EN EL DESATADO DE ROCAS EN LAS LABORES	▲	●	▲	×	×	▲	×	22
	MALLA DE PERFORACIÓN DEFICIENTE	●	×	×	▲	×	×	▲	18
PUNTAJE									156
		● 5 Puntos	▲ 3 Puntos	×	1 Punto				

Elaboración: CMC TECNOMIN

Por lo tanto el problema seleccionado que el CMC considera como prioritario para darle solución es: “DEFICIENCIAS EN VOLADURA EN VETA JIMENA”.

Definición del Nombre del Proyecto

Del problema seleccionado, el CMC se cuestiona a tres preguntas: ¿Qué?, ¿Cómo? y ¿Dónde?

Para determinar las respuestas a las tres preguntas, los integrantes mediante la lluvia de ideas proponen posibles nombres del proyecto.




Luego se determina los criterios para la ejecución del proyecto en base a las opiniones de los integrantes, resumidos en: económico, rápido y seguro. Finalmente se realiza la matriz de priorización para el nombre del proyecto.

Cuadro N° 8 – Lluvia de ideas para el nombre del proyecto

ÍTEM	LLUVIA DE IDEAS PARA EL NOMBRE DEL PROYECTO
1	Disminuir el consumo de explosivos y accesorios de Voladura en la Veta Jimena de los Nv. 1810, 1800, 1780 y 1730
2	Reducir el costo de Voladura en las labores de la Veta Jimena Nv. 1810, 1800, 1780 y 1730
3	Evitar la caída de cuadros aplicando Voladura Controlada
4	Implementar herramientas, explosivos y accesorios para la voladura controlada en las labores de avance y explotación de la veta jimena.
5	Disminuir la sobre rotura y caída de cuadros aplicando voladura controlada en las labores de la veta Jimena
6	Optimizar la actividad de Voladura, seleccionando explosivos y accesorios para el control del maciso rocoso en las labores de la veta Jimena.

Elaboración: CMC TECNOMIN

Cuadro N° 9 – Matriz de Priorización para el nombre del proyecto

MATRÍZ DE PRIORIZACIÓN PARA EL NOMBRE DEL PROYECTO	ECONÓMICO	RÁPIDO	SEGURO	PUNTAJE TOTAL
Disminuir el consumo de explosivos y accesorios de Voladura en la Veta Jimena de los Nv. 1810, 1800, 1780 y 1730	★	▲	●	9
Reducir el costo de Voladura en las labores de la Veta Jimena Nv. 1810, 1800, 1780 y 1730	★	▲	●	9
Evitar la caída de cuadros aplicando Voladura Controlada	▲	●	▲	7
Implementar herramientas, explosivos y accesorios para la voladura controlada en las labores de avance y explotación de la veta jimena.	●	★	●	7
Disminuir la sobre rotura y caída de cuadros aplicando voladura controlada en las labores de la veta Jimena	●	●	▲	5
Optimizar la actividad de Voladura, seleccionando explosivos y accesorios para el control del macizo rocoso en las labores de la veta Jimena.	★	★	▲	13
PESO  5 Puntos  3 Puntos  1 Punto				

Elaboración: CMC TECNOMIN

Por lo tanto el nombre del proyecto seleccionado es el siguiente:

“Optimizar la actividad de voladura seleccionando el tipo de explosivo y accesorios para el control del macizo rocoso en labores de la Veta Jimena”.

Dando respuesta a las tres preguntas:

¿Qué? **Acción;** optimizar la actividad de voladura.

¿Cómo? **Objetivo;** seleccionando el tipo de explosivo (cordón detonante) y accesorio (tubos de PVC) para el control del macizo rocoso.

¿Dónde? **Ubicación;** en las labores de la veta Jimena.

4.2.1.2. Paso 2: Comprender la situación y definir objetivos

Comprender la situación

Es necesario conocer e identificar correctamente los sub-procesos del proceso de minado, las actividades de los sub-procesos y la sub-actividad de la actividad de voladura; mediante el cuadro sinóptico de jerarquía del proceso de minado y el pictograma de la actividad de voladura en el que detalla desde su primer paso con el traslado de explosivos, limpieza de taladros ya sea con soplete y/o cucharilla, la preparación del explosivo o llamado también encebado, el carguío que viene hacer la introducción de los cebos en cada taladro, el amarre y finalmente terminando con el chispeo o disparo.

Gráfico N° 1 – Cuadro Sinóptico de Jerarquía del Proceso de Minado



Elaboración: CMC TECNOMIN

Figura Nº 31 – Pictograma de la Actividad de Voladura



Elaboración: CMC TECNOMIN

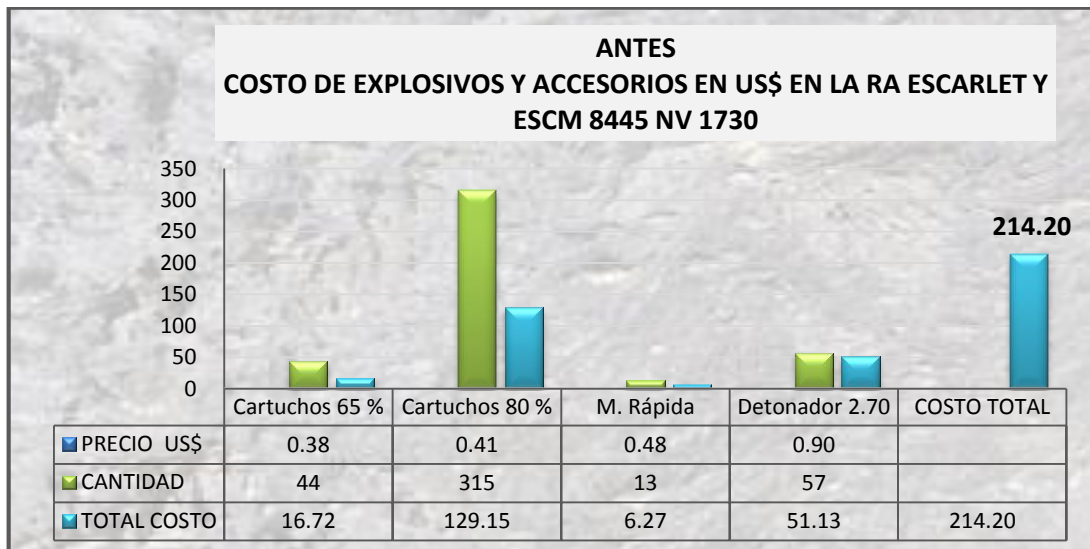
Así mismo para comprender la situación actual se analizan los datos de: consumo y costo de explosivos y accesorios, porcentaje de sobre rotura y el número de accidentes por desprendimiento de roca; utilizando el **Diagrama de Líneas**.

El CMC TECNOMIN realiza un seguimiento de las labores principales de avance y explotación, principalmente en veta Jimena en los niveles 1800-1730-1720, en las cuales se observa la sección deforme con sobre rotura y el excesivo consumo de explosivos.

Calidad: Costos de explosivos y accesorios

En el gráfico N° 2 muestra los costos en dólares del mes de enero a marzo 2014 sólo por consumo de explosivos y accesorios para disparar un frente de 3.5 x 3 metros de sección en la RA Escarlet Nv. 1730, en el cual se obtiene un costo total de US\$ 214.20 sin considerar otros rubros.

Gráfico N° 2



Fuente: Sistema Logístico – SL1

Elaboración: Propia

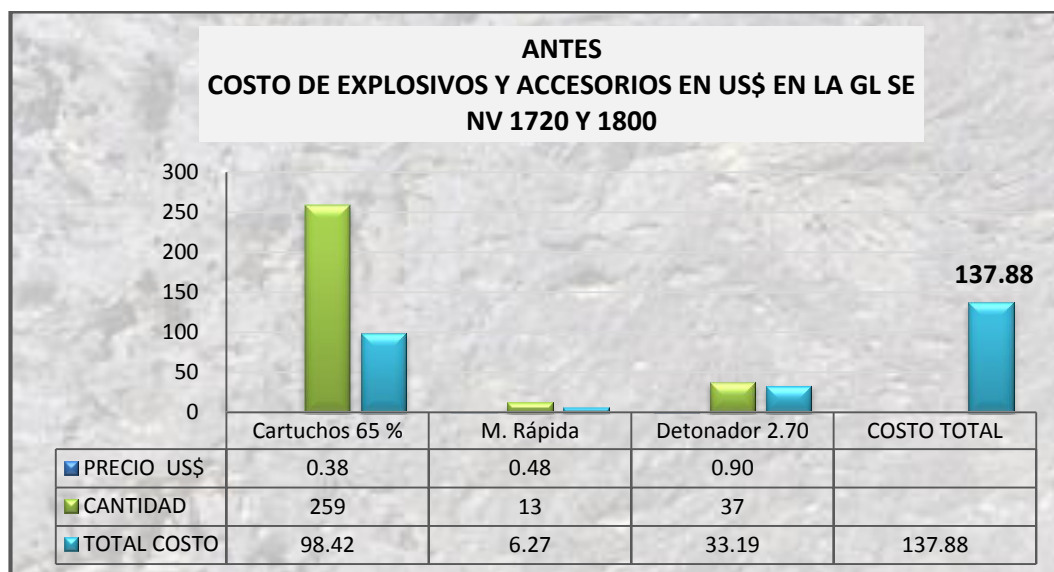
Cuadro N° 10 – Costo Inicial de Explosivos y Accesorios en RA

ENERO - MARZO 2014		RA ESCARLET Y ESCM 8445 NV 1730 (3.5 X 3)	
USANDO EMULEX 80 Y 65 %			
PRODUCTO	PRECIO US\$	CANTIDAD	TOTAL COSTO
Cartuchos 65 %	0.38	44	16.72
Cartuchos 80 %	0.41	315	129.15
M. Rápida	0.48	13	6.27
Detonador 2.70	0.90	57	51.13
COSTO TOTAL			214.20

Elaboración: Propia

En el gráfico N° 3 muestra los costos sólo por consumo de explosivos y accesorios de enero a marzo 2014 para disparar Galerías de 2.5 x 2.5 m. de sección, obteniendo un total de US\$ 137.88 dólares; sin considerar otros rubros.

Gráfico N° 3



Fuente: Sistema Logístico – SL1

Elaboración: Propia

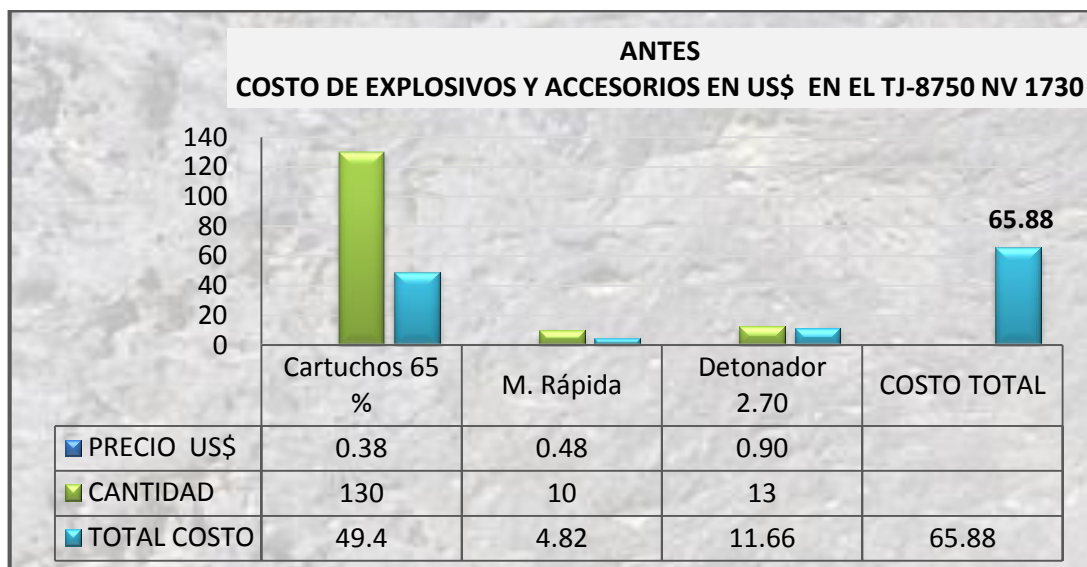
Cuadro N° 11 – Costo Inicial de Explosivos y Accesorios en GL

ENERO - MARZO 2014		RA ESCARLET Y ESCM 8445 NV 1730 (3.5 X 3)	
USANDO EMULEX 80 Y 65 %			
PRODUCTO	PRECIO US\$	CANTIDAD	TOTAL COSTO
Cartuchos 65 %	0.38	44	16.72
Cartuchos 80 %	0.41	315	129.15
M. Rápida	0.48	13	6.27
Detonador 2.70	0.90	57	51.13
COSTO TOTAL			214.20

Elaboración: Propia

El gráfico N° 4 detalla que en las labores de explotación de 2 x 1.5 m. de sección se realiza el disparo de 22 taladros promedio por ende la cantidad de explosivos u accesorios es mayor haciendo que el costo total de consumo de explosivos por tajo sea US\$ 65.88 dólares de enero a marzo 2014.

Gráfico N° 4



Fuente: Sistema Logístico – SL1

Elaboración: Propia

Cuadro N° 12 – Costo Inicial de Explosivos y Accesorios en TJ

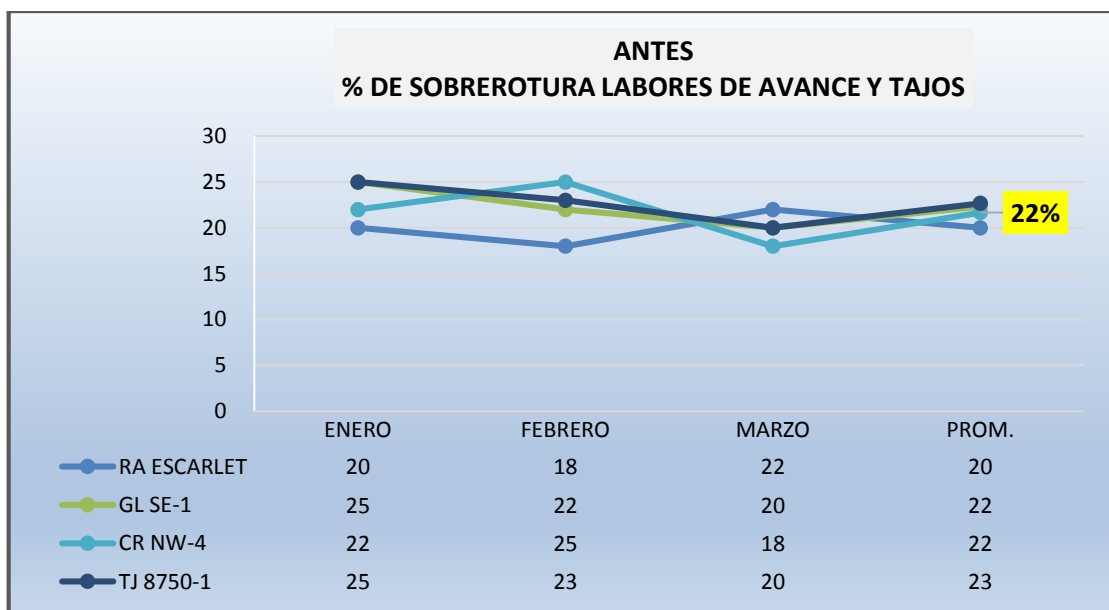
ENERO - MARZO 2014	TAJOS NV 1730		
PRODUCTO	PRECIO US\$	CANTIDAD	TOTAL COSTO
Cartuchos 65 %	0.38	130	49.4
M. Rápida	0.48	10	4.82
Detonador 2.70	0.90	13	11.66
COSTO TOTAL			65.88

Elaboración: Propia

Medio Ambiente: Porcentaje de sobre rotura

El gráfico N° 5 muestra el porcentaje de sobrerotura en labores de avance RA Escarlet, GL SE-1, CR NW-4 y en la labor de explotación TJ 8750-1, entre los meses de enero a marzo 2014, el cual es 22% de sobrerotura superando el porcentaje aceptable. Por lo tanto existe mayor acumulación de desmonte, mayor hora/hombre trabajadas.

Gráfico N° 5



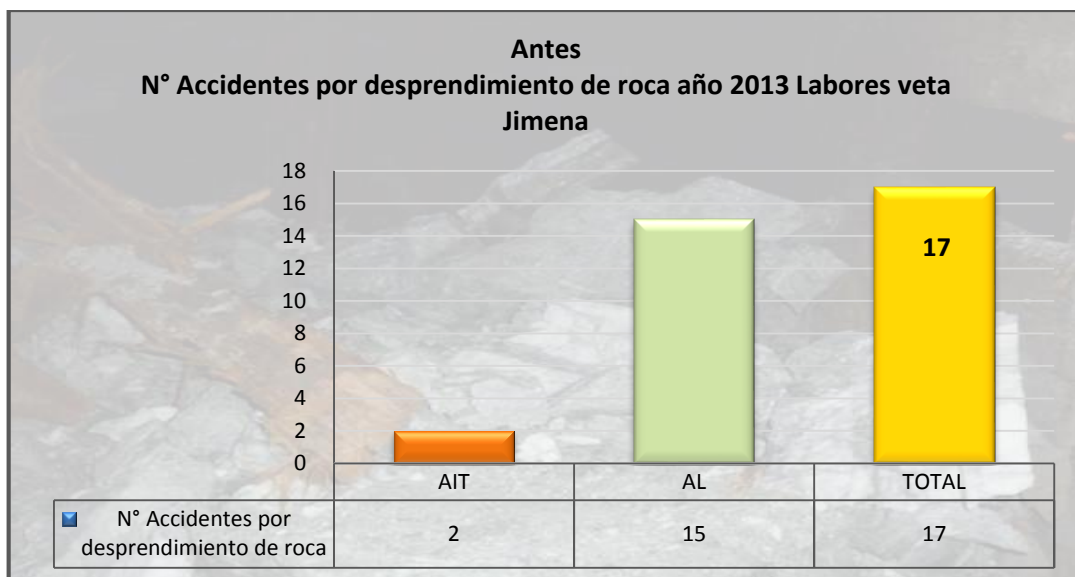
Fuente: Sistema de Producción Mina – PM / Mediciones Topográficas

Elaboración: Propia

Seguridad: Número de accidentes

En el gráfico N° 6 detalla el número de los accidentes ocurridos por desprendimiento de rocas en las labores de la Veta Jimena en donde se desarrolla el proyecto, el cual es preocupante ya que en el año 2013 se han tenido 2 accidentes incapacitantes de trabajo – AIT, y 15 accidentes leves – AL, siendo un total de 17 accidentes de trabajo.

Gráfico N° 6



Fuente: Sistema de Gestión de Seguridad

Elaboración: Propia

Definición de las metas, estrategias y objetivos

Para definir las metas se considera los mismos factores analizados, los cuales son calidad con el fin de reducir costos, medio ambiente con la finalidad de disminuir el porcentaje de sobre rotura y seguridad con el fin de evitar accidentes incapacitantes de trabajo.

Cuadro N° 13 – Metas del Problema a Solucionar

DISMINUIR EL DAÑO AL MACIZO ROCOSO POR EFECTOS DE LA VOLADURA	METAS	
	CALIDAD	Reducir costos en el consumo de explosivos en la actividad de voladura de avances y explotación implementando voladura controlada
	MEDIO AMBIENTE	Evitar la contaminación al medio ambiente reduciendo la sobre rotura en un 10 %
	SEGURIDAD	Disminuir los accidentes por desprendimiento de roca en las labores de explotación y avance de 17 a 0

Elaboración: CMC TECNOMIN

Cuadro N° 14 – Estrategias del Problema a Solucionar

OPTIMIZAR LA ACTIVIDAD DE VOLADURA SELECCIONANDO EL TIPO DE EXPLOSIVO PARA EL CONTROL DEL MACIZO ROCOSO	ESTRATEGIAS	TAREA	RESPONSABLE	TIEMPO
	EVALUACIÓN DEL MACIZO ROCOSO	Mapeos Geomecánicos	CMC	Abril- Mayo
	SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE VOLADURA CONTROLADA	Realizar pruebas de voladura controlada	CMC	Mayo-Junio
	MONITOREO DE VIBRACIONES	Selección del tipo de Explosivo para el carguío de los taladros de contorno	CMC y Exsa	Junio- Julio

Elaboración: CMC TECNOMIN

Objetivos del Problema a Solucionar

- Reducir el costo de explosivos de US\$ 214 a US\$ 180 en los frentes de avance con secciones de 3.5 x 3 metros.
- Reducir el costo de explosivos de US\$ 137 a US\$ 120 en los frentes de avance con secciones de 2.5 x 2.5 metros.
- Reducir el costo de explosivos de US\$ 65 a US\$ 50 en los tajos de explotación.
- Disminuir el porcentaje de sobre rotura de 22% a 10%, que es lo aceptable.
- Reducir los accidentes por desprendimiento de roca de 17 a 0.

4.2.1.3. Paso 3: Planear las actividades

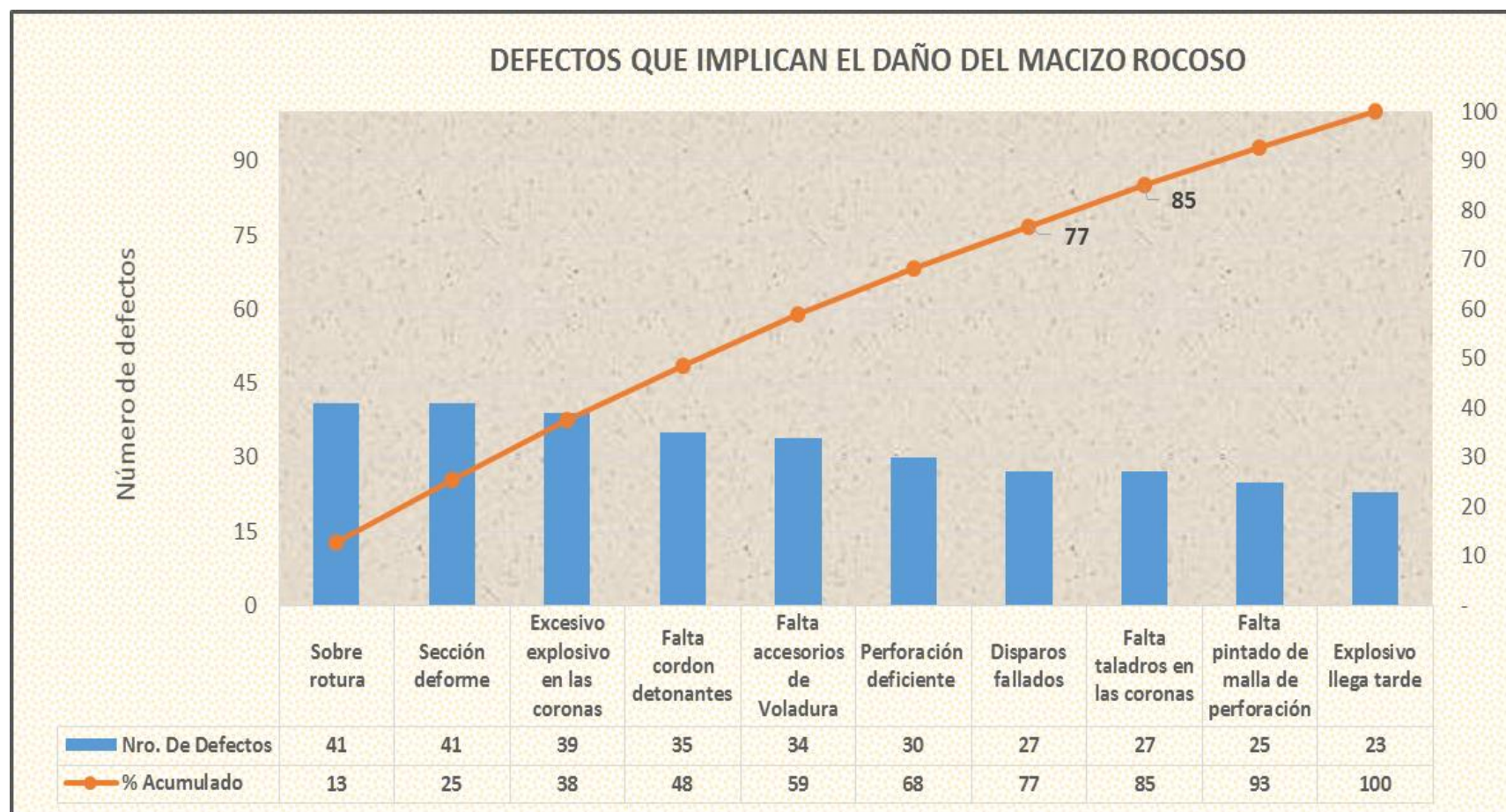
El proyecto actual complementa al proyecto presentado en el año 2013 denominado “Reducir el costo de sostenimiento e incrementar los metros de avance en la RA Escarlet del NV 1730 de la Veta Jimena”; donde se ha establecido relaciones entre las características del macizo rocoso, malla de perforación y selección de explosivos. El actual proyecto se implementa con la aplicación del uso de cordón detonante con la finalidad de controlar el daño del macizo rocoso por efectos de voladura, por medio de ello se inserta en el uso de la tecnología.

Por esta razón el CMC TECNOMIN establece un plan de actividades, con el uso de la herramienta de Diagrama de Gantt.

4.2.1.4. Paso 4: Analizar la causa y efecto

Para realizar el análisis de causas el CMC elabora una hoja de chequeo, seguido anota las posibles causas que pueden representar los problemas dentro de la actividad de voladura que afectan al macizo rocoso y por último elabora el Diagrama de Pareto más conocido como el 80-20, con el objetivo de dar solución al 80% de los defectos con la eliminación del 20% de las causas, siendo estas las siguientes: falta de taladros en las coronas, falta de pintado de malla de perforación y la demora en espera de explosivos. (Ver Anexo 6)

Gráfico N° 7 - Diagrama de Pareto



Elaboración: CMC TECNOMIN

Por otra parte para analizar las causas del problema el CMC opta por hacer uso de la herramienta de calidad Diagrama de Ishikawa o más conocida como espina de pescado, donde determina desde las causas secundarias hasta las causas raíz del problema. El cual considera distintas categorías entre ellas las 4M's: Método, medio ambiente, materiales y mano de obra, como se detalla a continuación:

4.2.2. HACER

4.2.2.1. Paso 5: Implementar las medidas correctivas

A través de la herramienta de calidad de las 5 W + 1 H se enfrenta y soluciona las causas raíces, dando respuesta a cada pregunta.

Cuadro N° 16 – Las 5W + 1H

ITEM	4 M's	CAUSAS A ENFRENTAR	¿QUÉ?	¿PORQUÉ?	¿QUIÉN?	¿CÓMO?	¿DÓNDE?	¿CUÁNDO?
			WHAT	WHY	WHO	HOW	WHERE	WHEN
1	MANO DE OBRA	Falta Capacitación	Programar Capacitaciones en Voladura Controlada	Mejorar el empleo de los explosivos y aplicar en la labor.	CMC	Presentaciones y videos.	Sala de Capacitación en Interior Mina.	Mayo-Julio 2014
2		Falta Supervisión	Nombrar y/o contratar personal	Se debe realizar el seguimiento a la actividad de PERVOL.	ECM J&S	Evaluación y experiencia.	Labores Veta Jimena	Mayo-2014.
3	MÉTODO	Falta diseño de Voladura	Diseñar voladura controlada	Reducir la sobre rotura y disminuir el consumo de explosivos.	CMC	Realizando pruebas de campo.	Labores Veta Jimena	Mayo - Junio 2014
4		Diseño inadecuado en la malla de perforación	Diseñar malla de perforación para voladura controlada	Evitar la Sobre rotura	CMC	Realizando pruebas de campo.	Labores Veta Jimena	Mayo - Junio 2014
5	MEDIO AMBIENTE	Excesivo explosivo en las alzas y contornos de la labor.	Diseñar voladura controlada con la cantidad adecuada de explosivos en las alzas y contornos.	Mejorar y evitar la sobrerotura	CMC	Capacitando insitu y diseñando en la labor.	Labores Veta Jimena	Mayo - Junio 2014
6	MATERIALES	Falta personal para la preparación de tacos inertes.	Nombrar y capacitar al personal.	Aprovechar la energía del explosivo dentro del taladro.	CMC	Usando detritus de la perforación.	Labores Veta Jimena	Mayo - Junio 2014
7		Falta tubos de PVC para realizar la voladura controlada.	Hacer pedido de tubos de PVC.	Usar en los taladros del contorno de la labor.	CMC	Generar Requisición de Usuario - RQ.	Oficina Mina Paraiso	Mayo - 2014.
8		Falta cordón detonante para la voladura controlada.	Solicitar la ampliación de pedido de cordón detonante.	Usar en el control del maciso rocoso.	CMC	Coordinaciones con P&I y Logística	Oficina Mina Paraiso	Junio - 2014.

Elaboración: CMC TECNOMIN

Programa de capacitación

Para empezar con la capacitación primero se coordina con logística el ingreso de la visita de la empresa EXSA S.A. con la finalidad de realizar la visita técnica para el seguimiento y evaluación del uso de explosivos y accesorios. Así mismo la superintendencia delega a dos supervisores responsables de las actividades de perforación y voladura para el acompañamiento de la visita en interior mina y la ejecución de las capacitaciones para el personal de Compañía Minera Poderosa S.A. y la Empresa Contratista Minera J&S Contratistas Generales S.R.L. (Ver Anexo 7)

Cuadro N° 17 – Programa de capacitación

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN EN VOLADURA CONTROLADA								
TEMA / Semana	MAYO		JUNIO		JULIO		RESPONSABLE	LUGAR
	20	22	24	26	28	30		
Voladura Controlada	■				■		Exsa - J. Machuca	Comedor Int. Mina
Perforación de taladros en las coronas		■				■	J. Machuca - L. Sandoval	Comedor Int. Mina
Diseño de Malla de perforación			■				J. Machuca - L. Sandoval	Comedor Int. Mina
Distribucion de carga explosiva				■			Exsa - J. Machuca	Comedor Int. Mina
Programado	■							
Realizado	■							

Elaboración: CMC TECNOMIN

Figura N° 32 – Capacitación en Interior Mina



Fuente: CMC TECNOMIN

Diseño de Voladura Controlada de Recorte

El diseño empleado para el control del macizo rocoso es el de RECORTE.

Mecánica De Corte Lineal

Consiste en una voladura de una fila de taladros cercanos con carga desacoplada, pero después de la voladura "principal" o de producción.

El factor de carga se determina de igual forma que para los taladros de pre corte, pero como esta técnica implica el arranque de rocas hacia un frente libre, el esponjamiento normalmente es mayor que en el pre corte pudiendo ser determinado por la ecuación.

$$E = 16 * \varnothing$$

Donde:

E: espaciamiento

\varnothing : diámetro del taladro vacío.

El disparo es también en dos etapas, primero los taladros de producción y después con una diferencia de unos 100 ms. los de recorte. Las condiciones de confinamiento de ambas son diferentes, en el pre corte mientras no sale la voladura principal el burden es infinito, en tanto que en el recorte el burden tiene una distancia definida y razonable después de haber salido la voladura principal de modo que pueda ser estimado en el diseño de la voladura. El burden debe ser mayor que el espaciado para asegurar que las fracturas si

“encadenan” apropiadamente entre los taladros antes que el bloque de burden se desplace pudiendo estimar con la ecuación.

$$B = 1.3 \cdot E$$

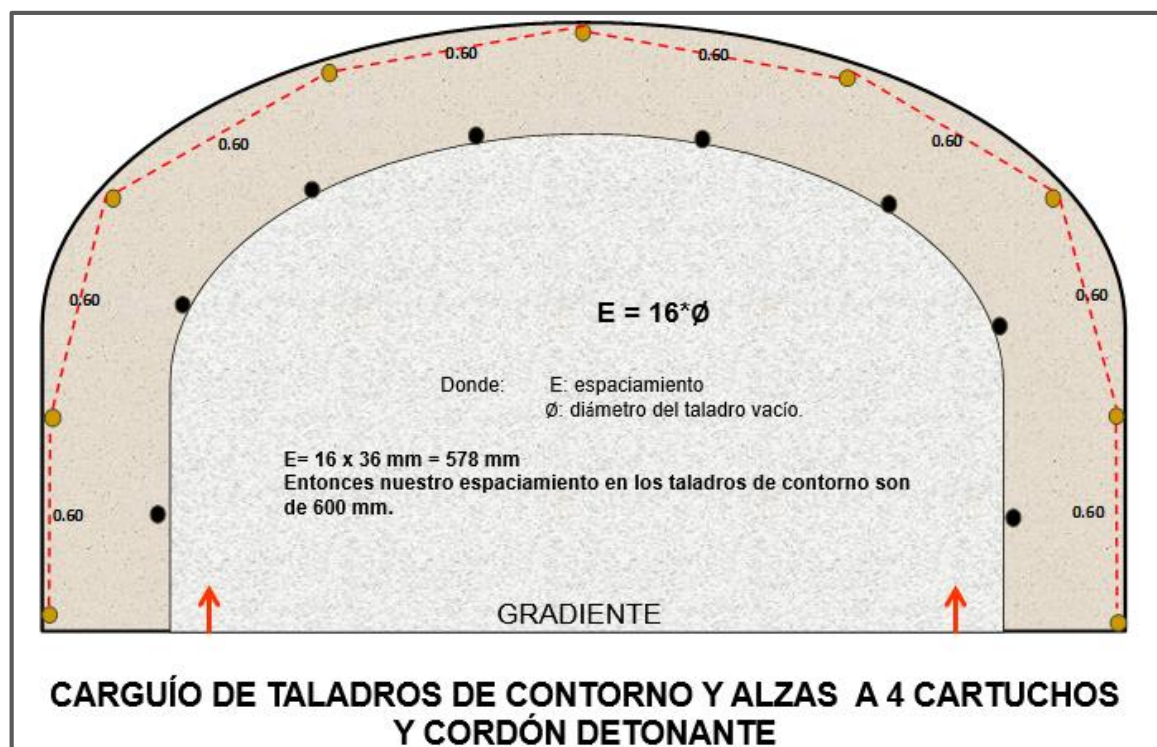
Donde:

B: burden o línea de menor resistencia

E: espaciado entre taladros.

Cuando los taladros de recorte tienen el mismo diámetro que los de producción la técnica se conoce como Trim Blasting.

Gráfico N° 9 – Diseño de voladura controlada

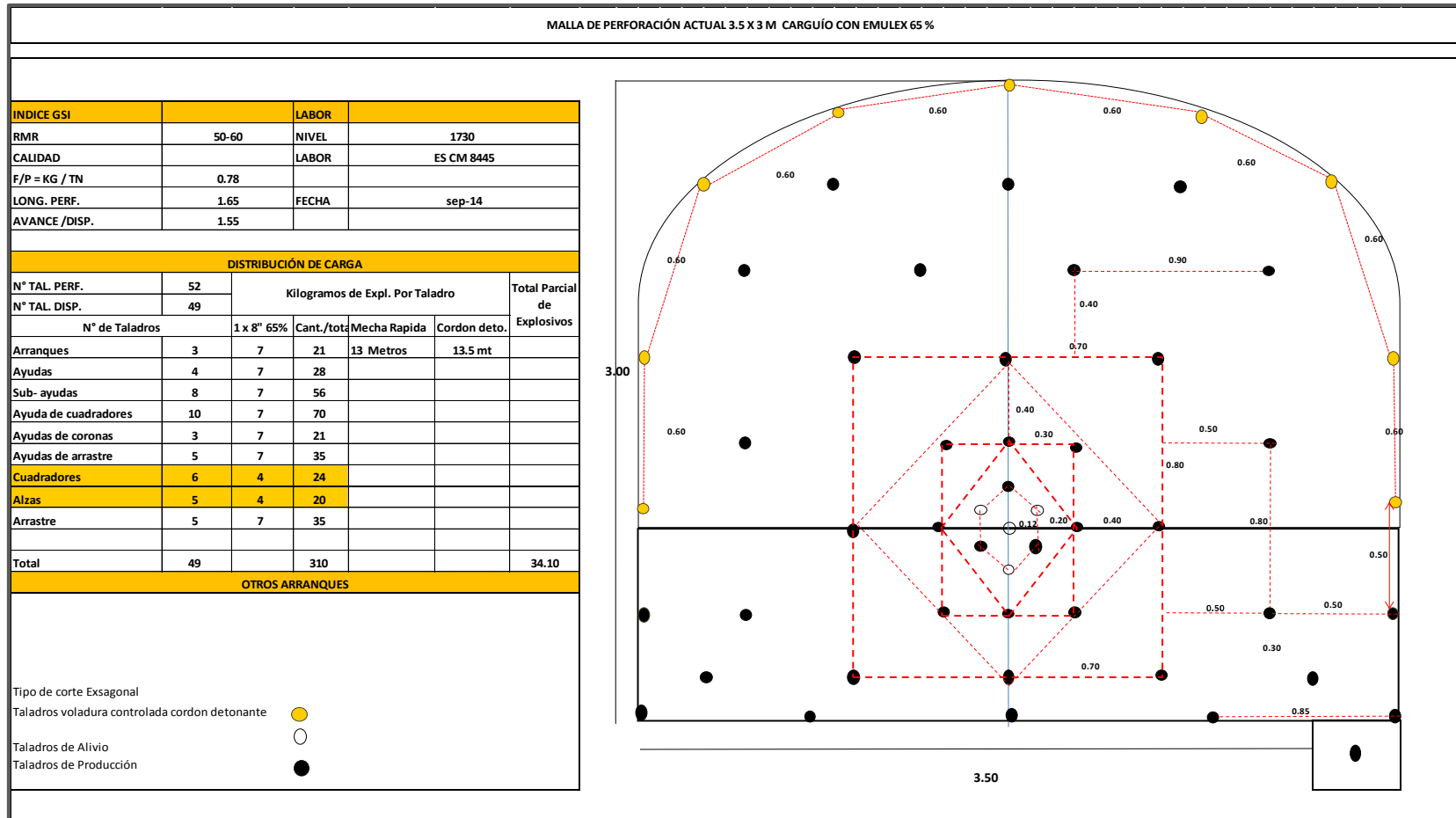


Elaboración: CMC TECNOMIN

Diseño de Malla de Perforación para Voladura Controlada

En la malla de perforación se aprecia los taladros de contorno y alzas de color amarillo, estos taladros son cargados con cordón detonante y 4 emulsiones, como también sólo con cordón detonante y es iniciado con un solo fulminante.

Gráfico Nº 10 – Diseño de Malla de Perforación para Voladura Controlada



Elaboración: CMC TECNOMI

Figura Nº 33 – Diseño de Malla de Perforación en Labores de Avance



Fuente: CMC TECNOMIN

Figura Nº 34 – Diseño de Malla de Perforación en Tajos



Fuente: CMC TECNOMIN

Preparación De Taco Inerte

El CMC asigna y capacita al personal para la preparación de los tacos inertes con detritus, con la finalidad de aprovechar la energía del explosivo dentro del taladro.

Figura N° 35 – Preparación de Taco Inerte



Fuente: CMC TECNOMIN

Pedido de Tubos de PVC

El pedido se realiza mediante la generación del requerimiento de usuario en el sistema logístico, una vez aprobado en los 5 niveles desde jefatura hasta la gerencia general logística realiza la orden de compra. Cuando el material ingresa a Almacén Vijus el departamento de mina procede a retirar e implementar en la actividad de voladura controlada.

Figura N° 36 – Requerimiento de Tubos PVC

Requisición de Usuario CIA. MINERA PODEROSA S.A. -- ALMACEN VIJUS - CENTRAL -- Fecha: 31-mayo-2014

Examinar Actualizar

APROBADA

Dpto Ejecut	30202	AVANCE	Tipo Req	CDR	Nro Doc	012014000949	
Raz_Soc Solicita	2013702535	CIA. MINERA PODEROSA S.A.	Año Presu		Estado II	C Tip. Gast C	
Activida	902102	AVANCE	Sub.Proyect				
Zona	1010207	Jimena	T.Anex		NO ESPECIFICADO		
Fec.Emisio	24/05/2014	Fec.Atenció	31/05/2014	Anex			
Dpto Responsable	30202	AVANCE					
Raz_Soc Atiende	2013702535	CIA. MINERA PODEROSA S.A.					
Entidad	ALMINA1	ALMACEN VIJUS					
Comprad	RDELGADO	Moned:	USD	T. Cambi	2.787	IGV	18.00
			Parc	VOLADURA CONTROLADA EN AVANCES			

Detalle de La Requisición

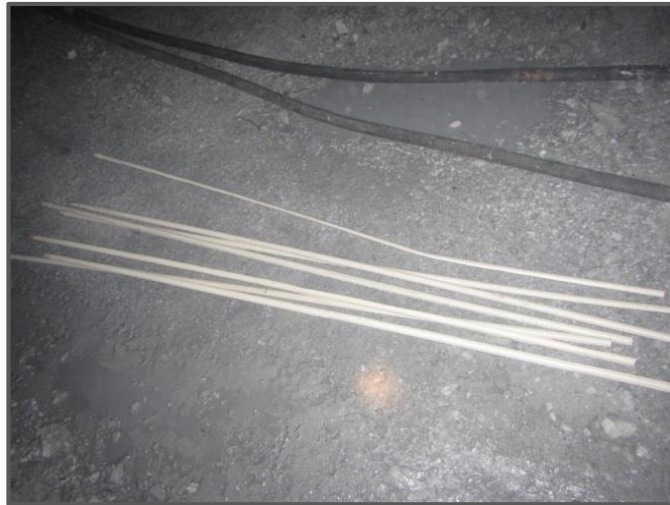
NRQ TA	MATERIAL ID	DESCR	IDENTIF	LUNDM	UNIT ME	UNIT MN	CANTIDAD	IMP ME	IMP MN	IGV ME	IGV MN
1M	1601050011	TUBO PVC LIVIANO P/LUZ	3/4" SEL X 3.00 MTR	PZA	0.483	1.350	1000.000	483.000	1.350.000	86.940	

Notas: SEGÚN COTIZACIÓN N° 3614 - FERRETERIA INDUSTRIAL ALEJANDRA SAC SOLICITADO POR: ING. DENNIS MARCOS

SubTotal	483.000	Igv.	86.940	Total	569.940	Moneda	USD
----------	---------	------	--------	-------	---------	--------	-----

Fuente: Sistema Logístico – SL1

Figura N° 37 – Implementación de Tubos PVC

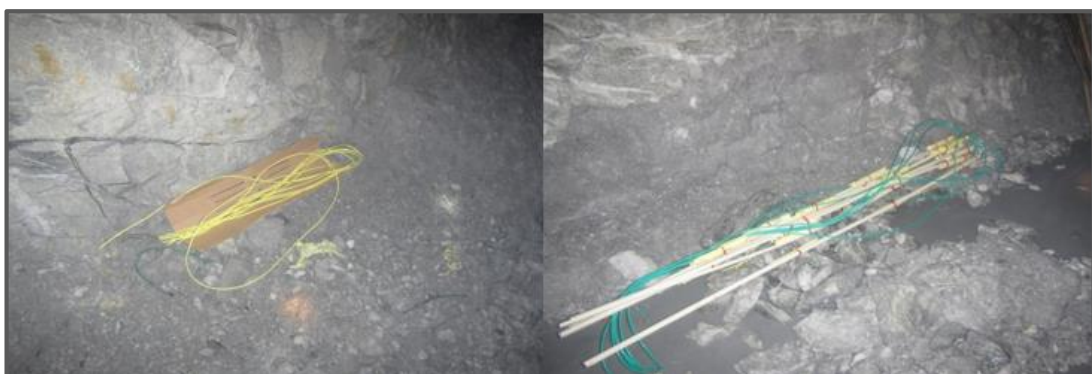


Fuente: CMC TECNOMIN

Ampliación Del Pedido De Cordón Detonante

Para la ampliación del abastecimiento mensual de cordón detonante 5G con la cantidad de 9,500 metros mensual, el departamento de mina coordina con los departamentos de planeamiento e Ingeniería y con logística para la ampliación del Certificado de Operación Minera – COM, el cual solicita a la DISCAMEC.

Figura N° 38 – Cordón Detonante y Material Listo para Voladura Controlada



Fuente: CMC TECNOMIN

4.2.3. VERIFICAR

4.2.3.1. Paso 6: Verificar las medidas correctivas

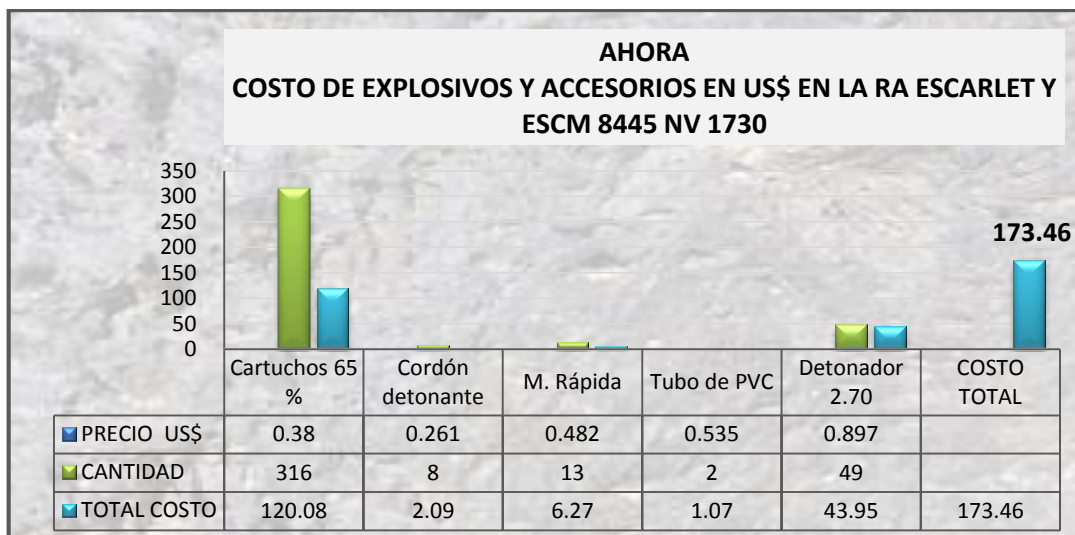
- La capacitación de voladura controlada es muy importante, con el uso de cordón detonante, el preparado con tubo de PVC, cinta y el explosivo es rápido y fácil para el personal; ya que solo coloca la caña preparada en los taladros de contorno y alzas sin necesidad de atacarlo, y al finalizar el carguío coloca taco inerte con detritus de la perforación.
- La supervisión se vuelve más eficiente al asignar a dos practicantes para el seguimiento y control del uso de la voladura controlada, ya que el personal empieza a poner en práctica la voladura controlada.
- El diseño de la voladura controlada va de acuerdo al tipo de terreno, haciendo uso de cordón detonante y la distribución de carga para cada taladro ha mejorado el control de la labor y estabilidad del macizo rocoso.
- El diseño de la malla de perforación para labores de avance se considera taladros perforados a 60 cm de distancia, para poder dar estética y estabilidad al terreno.
- El jefe de zona de mina Papagayo en coordinación con la superintendencia asignan personal reubicado para la preparación de los tacos inertes, en este caso se está dando uso al detritus de la perforación.
- Se implementa el uso de tubos de PVC los cuales son exclusivos para el tipo de trabajo que se realiza en voladura controlada.
- Se implementa el cordón detonante y los resultados son eficientes, ya que este material permite mejorar la estabilidad del terreno y a la vez disminuye el peligro de accidentes por desprendimiento de roca.

Los resultados según los objetivos propuestos en el proyecto de mejora son los siguientes:

Calidad: Costos de explosivos y accesorios

El gráfico N° 11 muestra los costos en dólares sólo por consumo de explosivos y accesorios de abril a agosto 2014 para disparar un frente de 3.5 x 3 metros de sección en la RA Escarlet y en el ESCM 8445 del Nv. 1730, en el cual se obtiene una reducción de costo total a US\$ 173.46 sin considerar otros rubros.

Gráfico N° 11



Fuente: Sistema Logístico – SL1

Elaboración: Propia

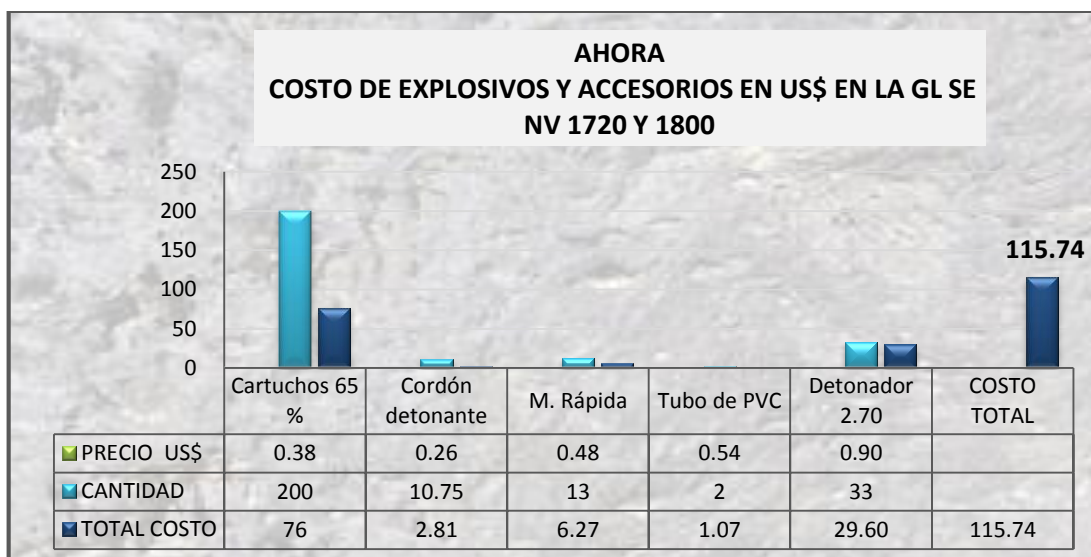
Cuadro N° 18 – Costo de Explosivos y Accesorios en RA

ABRIL - AGOSTO 2014	RA ESCARLET Y ESCM 8445 NV 1730 (3.5 X 3)		
PRODUCTO	PRECIO US\$	CANTIDAD	TOTAL COSTO
Cartuchos 65 %	0.38	316	120.08
Cordón detonante	0.261	8	2.09
M. Rápida	0.482	13	6.27
Tubo de PVC	0.535	2	1.07
Detonador 2.70	0.897	49	43.95
COSTO TOTAL			173.46

Elaboración: Propia

El gráfico N° 12 muestra los costos en dólares sólo por consumo de explosivos y accesorios para disparar Galerías de 2.5 x 2.5 metros de sección en la del Nv. 1720 y 1800, en el cual se obtiene una reducción de costo total a US\$ 115.74 sin considerar otros rubros.

Gráfico N° 12



Fuente: Sistema Logístico – SL1

Elaboración: Propia

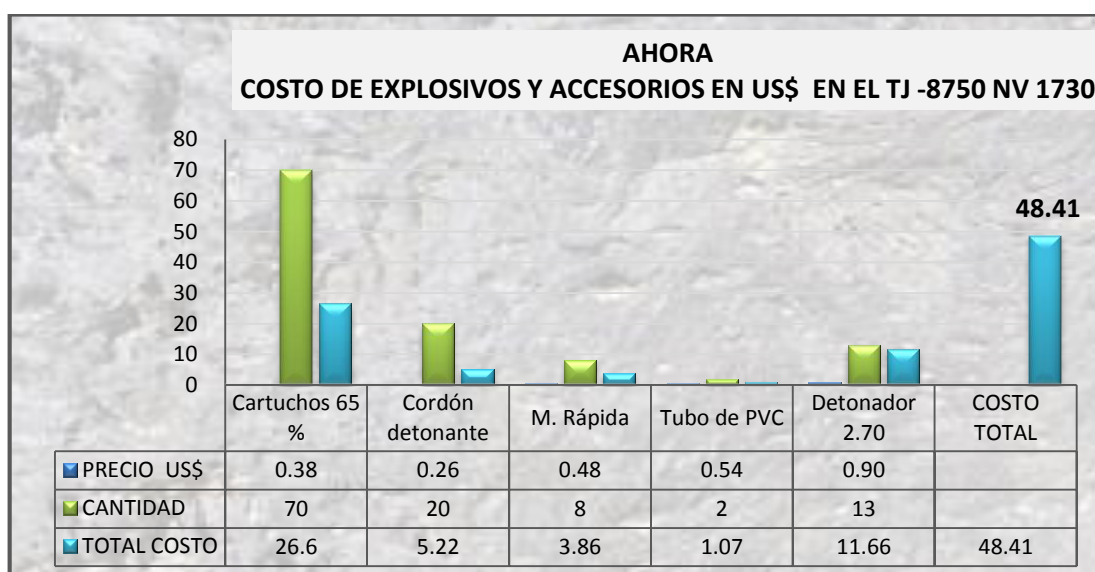
Cuadro N° 19 –Costo de Explosivos y Accesorios en GL

ABRIL - AGOSTO 2014	GL SE NV 1720 Y NV 1800 (2.5 X 2.5)		
PRODUCTO	PRECIO US\$	CANTIDAD	TOTAL COSTO
Cartuchos 65 %	0.38	200	76
Cordón detonante	0.26	10.75	2.81
M. Rápida	0.48	13	6.27
Tubo de PVC	0.54	2	1.07
Detonador 2.70	0.90	33	29.60
COSTO TOTAL			115.74

Elaboración: Propia

El gráfico N° 13 muestra los costos en dólares sólo por consumo de explosivos y accesorios para disparar en labores de explotación en el TJ-8750 de 2.5 x 2.5 metros de sección en la del Nv. 1730, en el cual se obtiene una reducción de costo total de consumo de explosivos por tajo a US\$ 48.41 sin considerar otros rubros.

Gráfico N° 13



Fuente: Sistema Logístico – SL1

Elaboración: Propia

Cuadro N° 20 –Costo de Explosivos y Accesorios en TJ

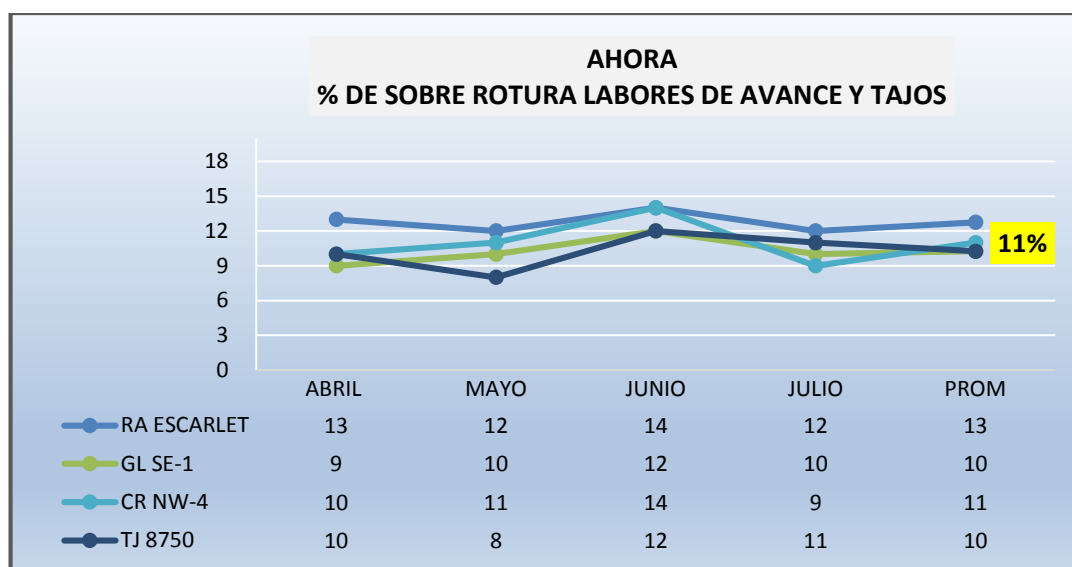
ABRIL - AGOSTO 2014	TAJOS NV 1730		
	PRECIO US\$	CANTIDAD	TOTAL COSTO
Cartuchos 65 %	0.38	70	26.6
Cerdón detonante	0.26	20	5.22
M. Rápida	0.48	8	3.86
Tubo de PVC	0.54	2	1.07
Detonador 2.70	0.90	13	11.66
COSTO TOTAL			48.41

Elaboración: Propia

Medio Ambiente: Porcentaje de sobre rotura

El gráfico N° 14 muestra el porcentaje de sobre rotura en labores de avance RA Escarlet, GL SE-1, CR NW-4 y en la labor de explotación TJ 8750-1, entre los meses de abril a agosto 2014, el cual alcanza a 11% de sobre rotura el cual no alcanza el porcentaje aceptado pero si disminuye en 11% logrando así evitar la acumulación de desmonte.

Gráfico N° 14



Fuente: Sistema de Producción Mina – PM / Mediciones Topográficas

Elaboración: Propia

Cuadro N° 21 – Porcentaje de Sobre rotura

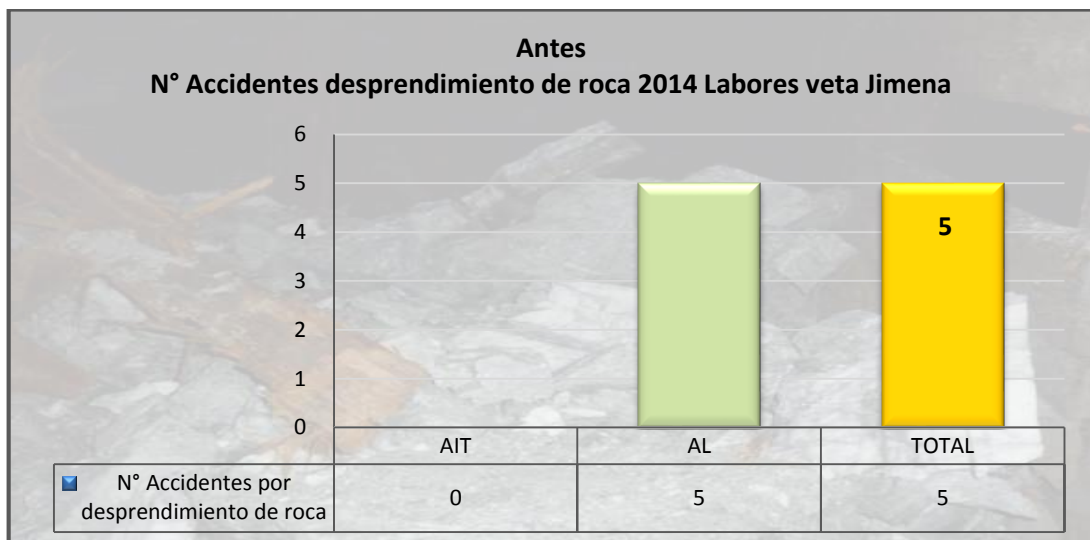
% SOBRE ROTURA AHORA				
MES	RA ESCARLET	GL SE-1	CR NW-4	TJ 8750
ABRIL	13	9	10	10
MAYO	12	10	11	8
JUNIO	14	12	14	12
JULIO	12	10	9	11
PROGRAMADO	10	10	10	10
PROM	13	10	11	10
PROM TOTAL	11			

Elaboración: Propia

Seguridad: Número de accidentes

En el gráfico N° 15 detalla el número de los accidentes ocurridos por desprendimiento de rocas en las labores de la Veta Jimena en donde se desarrolla el proyecto, el cual al realizar voladura controlada ha disminuido considerablemente, ya que en el transcurso del año 2014 del mes de abril a agosto no hubo accidentes incapacitantes, los accidentes leves han disminuido a 5 accidentes; cabe resaltar que el objetivo es CERO accidentes mientras tanto se sigue trabajando.

Gráfico N° 15



*Fuente: Sistema de Gestión de Seguridad
Elaboración: Propia*

Figura N° 39 – Resultados de la voladura controlada



Fuente: CMC TECNOMIN

4.2.4. ACTUAR

4.2.4.1. Paso 7: Estandarización

A medida del desarrollo del proyecto el CMC TECNOMIN estandariza la distribución de la carga explosiva y el diseño de la malla de perforación con el diseño de voladura.

La distribución de cartuchos en los taladros de corona o alza y contorno de labores de 7 a 4 cartuchos por taladro, preparado con cordón detonante y tubo de PVC. (Ver Anexo 8)

Malla de perforación estándar para realizar voladura controlada en los frentes de los tajos de Veta Jimena. (Ver Anexo 9)

Estandarización del Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro - PETS de Voladura Controlada el cual está dividido en cinco partes: personal al cual va dirigido, equipos de protección personal, equipo / herramientas / materiales e insumos, procedimiento y restricciones. El cual servirá para que el personal tenga de donde guiarse para sus actividades de voladura en interior mina. (Ver Anexo 10)

En el Cuadro N°17 muestra el costo total de S/. 2 260.00 para implementar el Círculo de Mejora Continua en la empresa, donde se detalla el monto por horas/hombre dedicadas a cada sesión en las que se realiza la aplicación del Círculo de Deming, el monto total por breaks y útiles de oficina en los meses de abril a septiembre en el año 2014.

Cuadro N° 22 - Costo de Implementar un CMC

N° DE SESIONES EN TODO EL PROYECTO	24				
MES	30				
DÍA	8				
HORA					
CARGO	SUELDO X MES	SUELDO X HORA	CANTIDAD	NRO DE SESIONES	TOTAL
Jefe de zona	S/. 8,000.00	S/. 33.33	1	12	S/. 400.00
Jefe de turno	S/. 5,000.00	S/. 20.83	2	12	S/. 500.00
Supervisores	S/. 3,800.00	S/. 15.83	2	12	S/. 380.00
Personal Administrativo	S/. 3,500.00	S/. 14.58	2	12	S/. 350.00
					S/. 1,630.00
Detalle					
Detalle	Monto en Soles				
Horas Hombre	1,630.00				
Útiles de Oficina	150.00				
Break	480.00				
Total Costo	S/. 2,260.00				

Elaboración: Propia

En el Cuadro N° 23 el círculo de mejora continua, proyecta el cálculo de ahorro en US\$ en explosivos y accesorios en labores de avance con secciones de 3.5 x 3 metros, 2.5 x 2.5 y en tajos que son labores de explotación; todo ello calculado a un año asignado en dos labores por dos guardias al día, siendo el total de ahorro anual US\$ 77,130.48 dólares americanos.

En el Cuadro N°24 el círculo de mejora continua, proyecta el cálculo de ahorro en US\$ en explosivos y accesorios en labores de avance con secciones de 3.5 x 3 metros, 2.5 x 2.5 y en tajos que son labores de explotación; todo ello calculado a un año asignado a ocho labores por dos guardias al día, siendo el total de ahorro anual US\$ 345,987.60 dólares americanos.

Cuadro N° 23 – Ahorro en US\$ proyectado en un año aplicado en 2 labores

AHORRO US\$ EN EXPLOSIVO EN SECCIONES DE 3.5 X 3 MTRS RA ESCARLET / ESCM 8445 - NV 1730	
AHORRO EN EXPLOSIVOS POR DISPARO	40.74
EN 2 LABORES	81.48
EN 2 GUARDIAS	162.95
EN 20 DÍAS	3,259.04
EN UN AÑO	39,108.48

AHORRO US\$ EN EXPLOSIVO EN SECCIONES DE 2.5 X 2.5 MTRS GL SE NV 1720 y NV 1800	
AHORRO EN UNA LABOR	22.13
EN 2 LABORES	44.26
EN 2 GUARDIAS	88.53
EN 20 DÍAS	1,770.58
EN UN AÑO	21,246.96

AHORRO US\$ EN EXPLOSIVOS EMULEX EN TAJOS NV 1730	
AHORRO EN UNA LABOR	17.47
EN 2 LABORES	34.95
EN 2 GUARDIAS	69.90
EN 20 DÍAS	1,397.92
EN UN AÑO	16,775.04

TOTAL AHORRO EN EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS	\$77,130.48
--	--------------------

Elaboración: Propia

Cuadro N° 24 – Ahorro en US\$ proyectado en un año aplicado en 8 labores

AHORRO US\$ EN EXPLOSIVOS SECCIONES DE 3.5 X 3 MTRS	
AHORRO EN EXPLOSIVOS POR DISPARO	40.74
EN 8 LABORES	325.90
EN 2 GUARDIAS	651.81
EN 20 DÍAS	13,036.16
EN UN AÑO	156,433.92

AHORRO US\$ EN EXPLOSIVOS SECCIONES DE 2.5 X 2.5 MTRS	
AHORRO EN UNA LABOR	22.13
EN 6 LABORES	132.79
EN 2 GUARDIAS	265.59
EN 20 DÍAS	5,311.74
EN UN AÑO	63,740.88

AHORRO US\$ EN EXPLOSIVOS EMULEX EN TAJOS NV 1730	
AHORRO EN UNA LABOR	17.47
EN 15 LABORES	262.11
EN 2 GUARDIAS	524.22
EN 20 DÍAS	10,484.40
EN UN AÑO	125,812.80

TOTAL AHORRO EN EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS	\$345,987.60
--	---------------------

Elaboración: Propia

CAPÍTULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Tipo de diseño de investigación.

Se ha clasificado el tipo de diseño de investigación de la siguiente manera:

Según el Objetivo Funcional: Dentro de este campo, se ha utilizado dos tipos de estudios:

- **Estudio Descriptivo:** Se busca descubrir la situación actual del problema, describir lo que se investiga para poder comparar con los resultados obtenidos por la ejecución del proyecto en campo.
- **Estudio Correlacional:** Se pretende determinar el grado de relación entre las variables seleccionadas para el estudio.

Según el Grado de Abstracción:

- **Investigación Aplicada:** Se pretende dar solución a problemas para generar cambios e implementar una nueva propuesta de trabajo en la actividad de voladura del proceso de minado en campo.

Diseño de Investigación:

- **Diseño de Pre – Post Test:**
Se realizará una investigación transaccional debido a que sólo recolectaremos datos de manera periódica obteniendo resultados antes y después de administrar el tratamiento modalidad de pre – post test.
- **Preexperimental:** El enfoque del proyecto orienta hacia una investigación cualitativa preexperimental. Por esta razón el análisis será de manera natural, observar la manipulación de la variable dependiente y utilizando la correlación de ellas para conocer el efecto de una sobre otra.

5.2. Material de estudio.

5.2.1. Unidad de estudio.

Está determinada por la Unidad de Producción Marañón de Compañía Minera Poderosa S.A. ubicada en la Zona Norte del Distrito de Pataz, Provincia de Pataz, Departamento de La Libertad.

5.2.2. Población.

Para el presente estudio se tomó como población a todas las vetas que conforman la Unidad de Producción Marañón, integrada por un total de 7 vetas, las cuales están divididas en dos minas:

- **Mina Papagayo:** Conformada por Veta Jimena, Glorita, Carmela, La Lima.
- **Mina El Tingo:** Conformada por Veta Karola, Choloque, Mercedes.

5.2.3. Muestra.

La muestra comprende las labores de Veta Jimena donde hay mayor índice de problemas en actividades de perforación y voladura en el proceso de minado. Las labores están subdivididas en tres niveles:

- **Nivel 1800:** Comprende las labores: Cr SE, GL SE.
- **Nivel 1730:** Comprende las labores: Ra Escarlet, ESCM 8445, TJ 8750.
- **Nivel 1720:** Comprende las labores: GL SE.

5.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.

5.3.1. Para recolectar datos.

La información se obtendrá de las fuentes de datos primarias entre ellas:

- **Variable Independiente (Círculo de Deming):** Para validación de la variable independiente se obtiene la información de sesiones de profundidad y entrevistas no estructuradas con preguntas abiertas relacionadas al problema de la actividad de voladura. Ver Anexo 11
 - ✓ En primer lugar, se revisa cómo está definida operacionalmente la variable.

- ✓ Se elige el instrumento que favorece al contexto de la investigación manteniendo su validez y confiabilidad.
 - ✓ Se reúne al jefe de zona de mina Papagayo – veta Jimena, jefes de turno, supervisores y personal administrativo para desarrollar un debate en la que se develen ideas, causas, significados y evidencias en función a los indicadores para desarrollar la variable independiente.
 - ✓ La sesión se da inicio con la técnica de lluvia de ideas para seleccionar el principal problema, pasando a comprender la situación actual y fijar objetivos, planear actividades, analizar causas, implementar acciones correctivas. Para ello, interviene el uso de herramientas de calidad grupales como lluvia de ideas, diagrama de afinidad que permite unir en un contexto de ideas común, matriz de priorización para obtener los datos esperados, diagrama de Gantt, diagrama de Ishikawa y la herramienta 5W+1H.
 - ✓ La razón de desarrollo de la sesión permite indicar la manera de codificar y evaluar los datos, así como su pertinencia para medir la variable independiente.
- **Variable Dependiente (Actividad de Voladura):** Para validación de la variable dependiente se obtiene la información a partir de la Revisión Documentaria en físico y digital, y observación estructurada de la misma.

Por otro lado, para nuestro enfoque se ha tomado diversas fuentes de información que han sido clasificadas en dos vertientes:

a.- **Fuentes Primarias:** Dentro de esta fuente se ha considerado lo siguiente:

Fuente primaria cualitativa: Se ha obtenido información que responda a las necesidades inmediatas del proyecto de investigación acerca del Proceso de minado Unidad de producción Marañón a través de lo siguiente:

- ✓ Reuniones de Producción.
- ✓ Contacto directo con los Jefes de Zona, jefes de turno y supervisores.
- ✓ Informes Semanales de Mina Papagayo (Ver Anexo 12)
- ✓ Revisión del Sistema de Gestión de Seguridad para la obtención de caída de cuadros o accidentes, percepciones de los jefes de zona y acciones correctivas.

Fuente primaria cuantitativa: Se ha recurrido a obtener información estadística en el sistema de registros como:

- ✓ Informes diarios de Avances lineales en metraje. (Ver Anexo 13 – 13.1)
- ✓ Cantidad de mineral extraído diario. (Ver Anexo 14 – 14.1)
- ✓ Informe de costos y cantidad de explosivo utilizado.
- ✓ Registro de accidentes o incidentes mensuales en el año 2014.

b.- Fuentes Secundarias: Para complementar el estudio y obtener datos actuales y relevantes sobre una serie de factores que influyen en el proyecto, es necesario recurrir al uso externo de información como bibliografía, publicaciones, manuales, buscadores virtuales.

5.3.2. Para analizar información.

Una vez obtenida y recopilada la información hay que abocarse de inmediato a su procesamiento por medio del diagrama de Pareto e histogramas, esto implica el cómo ordenar y presentar de la forma más lógica e inteligible los resultados obtenidos con los instrumentos aplicados. El procesamiento de los datos fue el registro de los datos obtenidos por los instrumentos empleados, mediante una técnica analítica en la cual comprobamos la hipótesis; se aplicó la Prueba “t” para diferencia de promedios (Comparaciones) dado que se conoce los datos de las Actividades de Voladura del año 2013 (sin aplicación del Circulo de Deming) y los datos correspondientes al año 2014 con la aplicación del Circulo de Deming, obteniéndose luego las conclusiones, como se detalla en el Capítulo 6: Resultados. Ver Anexo 15 y 16.

Por lo tanto especificamos el tratamiento que se le dio a los datos:

- Selección del instrumento a aplicarse
- Elaboración del instrumento
- Validación del instrumento mediante
- Aplicación del instrumento
- Presentación de los resultados
- Análisis de resultados

CAPÍTULO 6. RESULTADOS

Reducción del costo de explosivos en labores de avance y explotación:

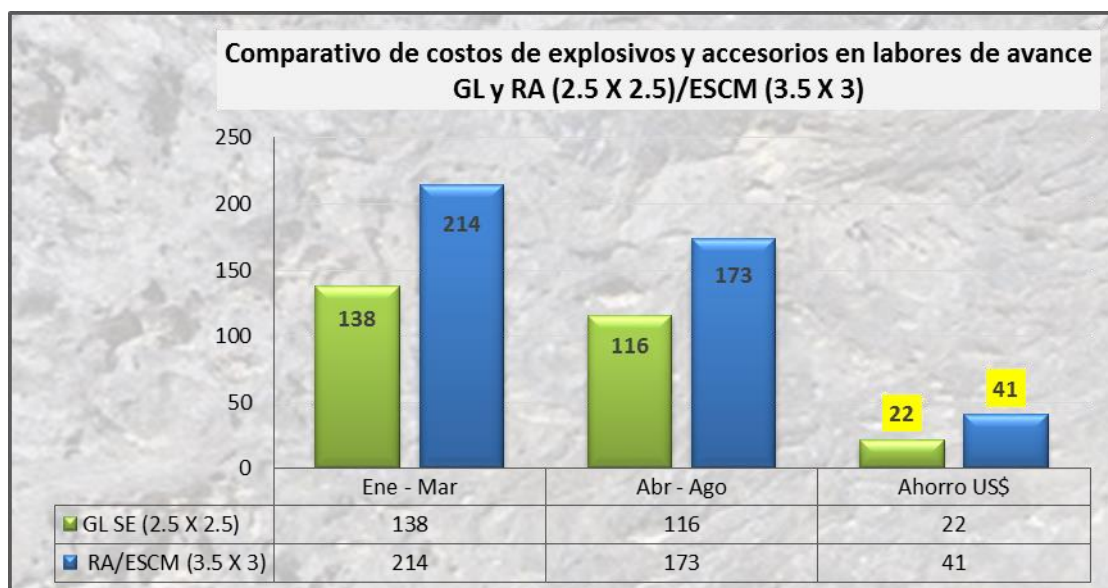
En las labores de Avance con secciones de 3.5 x 3 metros en rampas (RA) se obtiene la reducción del costo de explosivos en un 19%, con un ahorro \$22.00 por disparo. Y en secciones de 2.5 x 2.5 metros en galería (GL) se reduce el costo 16%, con un ahorro de \$41.00 por disparo. En labores de Explotación que son los tajos se obtiene una reducción de costo en 17%, consiguiendo un ahorro de \$17.00 por disparo. A continuación se muestra los gráficos y cuadros que detallan la reducción obtenida:

Cuadro N° 25

Reducción de Costos en Labores de Avance		
Mes	GL SE (2.5 X 2.5)	RA/ESCM (3.5 X 3)
Ene - Mar	138	214
Abr - Ago	116	173
Ahorro US\$	22	41
Ahorro %	16%	19%

Elaboración: Propia

Gráfico N° 16



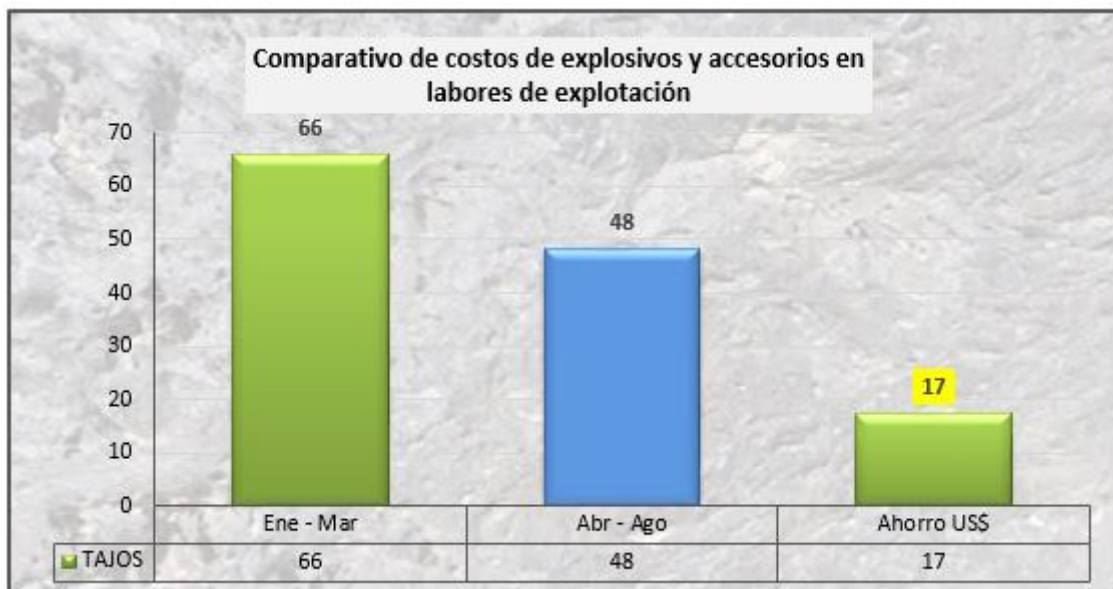
Elaboración: Propia

Cuadro N° 26

Reducción de Costos en Labores de Explotación	
Mes	TAJOS
Ene - Mar	66
Abr - Ago	48
Ahorro US\$	17
Ahorro %	27%

Elaboración: Propia

Gráfico N° 17



Elaboración: Propia

Disminución el porcentaje de sobre rotura de la sección de labor

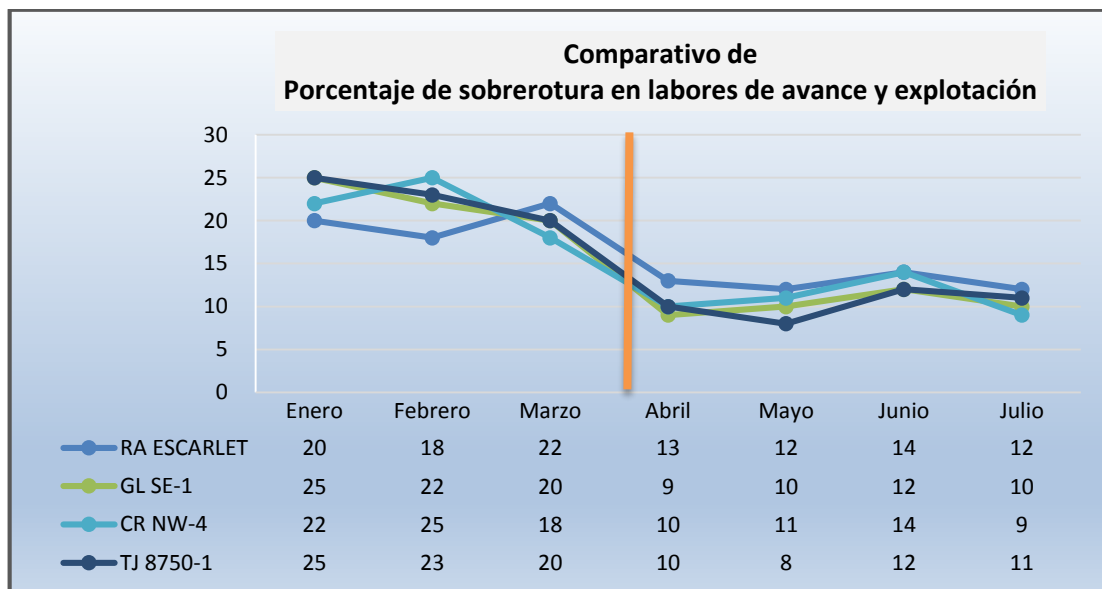
El porcentaje de la sobrerotura se disminuye de 22% a 11% en promedio de los meses de abril a julio 2014, aún falta reducir el 1% para llegar a alcanzar el porcentaje aceptable de sobre rotura por disparo, como se visualiza a continuación:

Cuadro N° 27

Comparación del Porcentaje de Sobrerotura							
	Mes	RA ESCARLET	GL SE-1	CR NW-4	TJ 8750-1	Promedio	Promedio
Antes	Enero	20	25	22	25	23	22
	Febrero	18	22	25	23	22	
	Marzo	22	20	18	20	20	
Ahora	Abril	13	9	10	10	11	11
	Mayo	12	10	11	8	10	
	Junio	14	12	14	12	13	
	Julio	12	10	9	11	11	

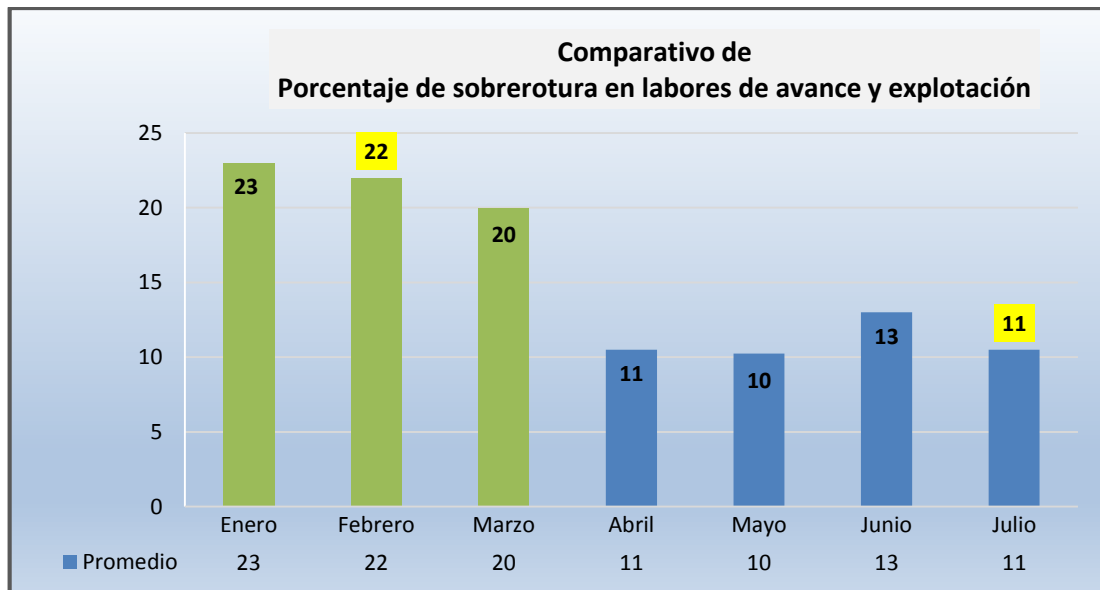
Elaboración: Propia

Gráfico N° 18



Elaboración: Propia

Gráfico N° 19



Elaboración: Propia

Disminución de accidentes por desprendimiento de roca

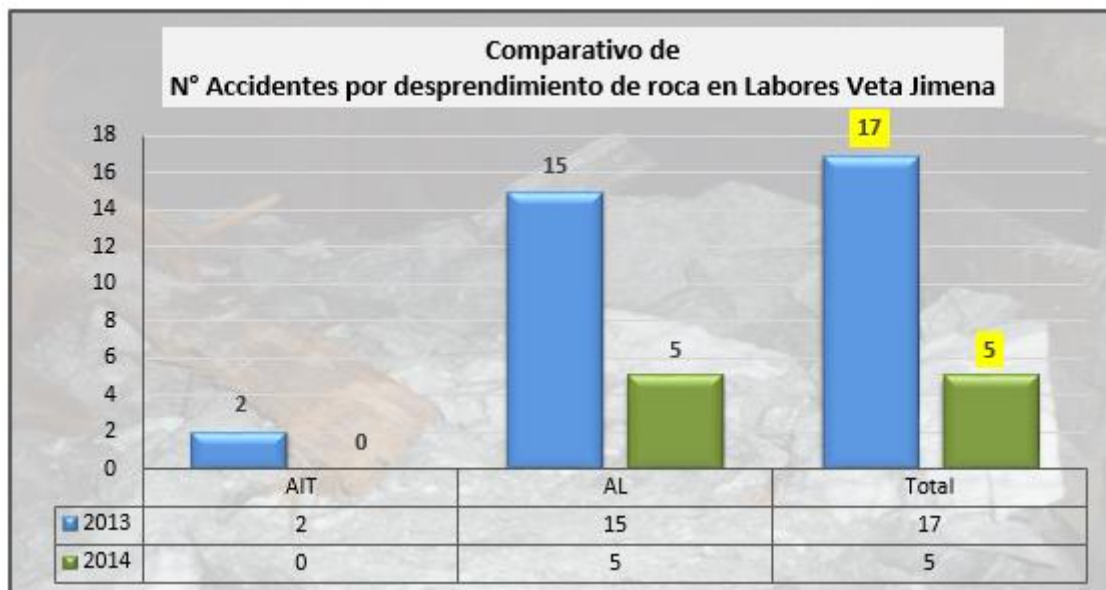
Respecto a los accidentes de trabajo por desprendimiento de roca del total de 17 accidentes, siendo 2 accidentes incapacitantes y 15 accidentes leves, se logra reducir a 0 accidentes de trabajo incapacitantes y a 5 accidentes de trabajo leves. A la fecha se sigue trabajando para lograr llegar a cero accidentes por desprendimiento de roca efecto de la voladura.

Cuadro N° 28

Comparación del Nro. De Accidentes			
Año	AIT	AL	Total
2013	2	15	17
2014	0	5	5

Elaboración: Propia

Gráfico N° 20



Elaboración: Propia

Mejora de los estándares de calidad y seguridad

Se formaliza el Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro - PETS de Voladura Controlada el cual está dividido en cinco partes: personal al cual va dirigido, equipos de protección personal, equipos/herramientas/materiales e insumos, procedimiento es decir el paso a paso para y las restricciones. El cual sirve para que el personal tenga de donde guiarse para sus actividades de voladura en interior mina, así mismo para la evaluación de las observaciones planeadas de tarea – OPT que realizan los supervisores para evaluar al personal de línea.

Validación de Hipótesis

Los resultados obtenidos por cada indicador de la variable dependiente (Actividad de Voladura) se detallan a continuación:

- **Costo de Labores de Avance:** Como el valor de la prueba es 0.00000 (p-value), es menor que el valor de significación (0.05) este nos indica que debemos rechazar la hipótesis nula; es decir los promedios de antes y después no son iguales. Por lo tanto concluimos que el promedio de costo por labores de avance del año 2014 es inferior al del año 2013.

- **Costo de Labores de Explotación:** Como el valor de la prueba es 0.0001 (p-value), es menor que el valor de significación (0.05) este nos indica que debemos rechazar la hipótesis nula; es decir los promedios de antes y después no son iguales.
Por lo tanto concluimos que el promedio de costo por labores de explotación del año 2014 es inferior al del año 2013.
- **Porcentaje de Sobrerotura:** Como el valor de la prueba es 0.000000103 (p-value), es menor que el valor de significación (0.05) este nos indica que debemos rechazar la hipótesis nula; es decir los promedios de antes y después no son iguales.
Por lo tanto concluimos que el promedio de Porcentajes de Sobre Rotura del año 2014 es inferior al del año 2013.
- **Número de Accidentes de Trabajo por Desprendimiento de Roca:** Como el valor de la prueba es 0.2680 (p-value), no es menor que el valor de significación (0.05) este nos indica que No debemos rechazar la hipótesis nula; es decir los promedios de antes y después son iguales.
Por lo tanto concluimos que el promedio de Número de Accidentes de Trabajo por Desprendimiento de Roca del año 2014 aun no es inferior al del año 2013.

Por lo anterior, se acepta la hipótesis planteada: La aplicación del círculo de Deming influye significativamente en la optimización de la actividad de voladura en las labores de Veta Jimena de la Unidad de Producción Marañón de Cía. Minera Poderosa S.A. en el año 2014.

Cuadro N° 29 Validación de Hipótesis por Prueba “t” Diferencia de Promedios

Nivel de Significación	5%							
	Costo por Labores Avance 2013	Costo por Labores Avance 2014	Costo por Labores Explotación 2013	Costo por Labores Explotación 2014	Porcentajes de Sobrerotura 2013	Porcentajes de Sobrerotura 2014	N° Accidentes por Desprendimiento Roca 2013	N° Accidentes por Desprendimiento Roca 2014
Promedio	171.58625	143.819975	66.92	47.8	0.2183	0.112	1.42	1
Desviación Estándar	2.94228	2.571371	8.72	3.03	0.0252	0.011	1.31	1
Muestras	12	5	12	5	12	5	12	5
Valor de la Prueba	5.62E-12		0.0001		0.000000103		0.268	

Elaborado por: Lic. Karina Jacqueline Cárdenas Rodríguez

CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

En la presente tesis se investigó el resultado de la aplicación del círculo de Deming en la optimización de la actividad de voladura en las labores de Veta Jimena de la Unidad de Producción Marañón de Cía. Minera Poderosa S.A. en el año 2014. Se aplicaron las cuatro fases del PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar) haciendo uso de las herramientas de calidad, para poder obtener los resultados en la variable dependiente (actividad de voladura). En base a esto se plantearon las hipótesis en la que se desarrolla la investigación.

Una adecuada evaluación de los resultados refleja que la formación e implementación de un círculo de mejora continua para la ejecución del círculo de Deming, conlleva en costos mínimos comparado con el ahorro obtenido. Por lo tanto se puede decir que existe una correlación entre el círculo de Deming y la actividad de voladura, lo que muestra que con su aplicación se consiguiendo la optimización; reducción de costos de explosivos y accesorios en labores de avance y explotación, como consecuencia se logra la disminución del porcentaje de sobrerotura y del número de accidentes por desprendimiento de roca.

Los resultados obtenidos en cuánto a la optimización son consistentes, ya que se ha aplicado las herramientas de calidad al igual que la tesis desarrollada por Sergio Sánchez (2013) en la que aplica siete herramientas de calidad para corregir los procesos que están fuera de control y para mantener la calidad del sistema de producción en la sección de hilandería en la Fábrica Pasamanería S.A. el autor consiguió incrementar la productividad y reducir las mermas, por consecuencia el ahorro de recursos y dinero.

Asimismo se obtuvo que la actividad de voladura se estandariza con el procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS) consiguiendo la reducción de costos operativos en el proceso de minado, para ello debe existir capacitación y entrenamiento constante al personal y reforzar el compromiso para cumplir con lo establecido, estos resultados son similares a los que obtuvo Oscar Jáuregui (2009) con la tesis *“Reducción de costos operativos en mina mediante la Optimización de los Estándares de las Operaciones unitarias de Perforación y Voladura”*.

Por otro lado, en el Proyecto de “8 Pies de Cedro” (2013) del Círculo de Mejora de la Unidad de Producción Santa María de Compañía Poderosa S.A. muestra la importancia de la participación del Círculo de Mejora Continua en el desarrollo de proyectos que beneficien

al cliente interno como externo. Este proyecto aplicando la técnica de voladura controlada consigue reducir la sobrerotura a 10%, comparado con el presente proyecto de investigación sólo se consigue reducir a 11 %; esto nos muestra que faltó un mayor control en el marcado de malla en la sección de labor. Se recomienda que en futuros trabajos de aplicación se lleve un mayor control y monitoreo de una actividad o proceso.

En función a la validación de la hipótesis en base a la Prueba “t” para diferencia de promedios, si bien es cierto que el Círculo de Deming influye significativamente en la optimización de la actividad de voladura; cabe resaltar que el Número de Accidentes de Trabajo por desprendimiento de Roca aún se mantienen iguales para los años 2013 y 2014, esto podría estar asociado a algún factor externo que no se ha considerado en la investigación, para lo cual se sugiere a otros investigadores revisar detalladamente las circunstancias, fechas, lugares de los accidentes registrados, dado que estos podrían haber ocurrido en situaciones ajenas a la investigación.

CONCLUSIONES

1. El Círculo de Deming influye significativamente en la optimización de la actividad de voladura en labores de Veta Jimena en la Unidad de Producción Marañón de Cía. Minera Poderosa S.A.; ya que en primera instancia, permite identificar los problemas en la actividad de voladura, subprocesos de avance – explotación del proceso de minado; comprender la situación actual; establecer metas, estrategias y objetivos del problema; planear actividades; analizar las causas; implementar las medidas correctivas; verificar acciones y estandarizar la actividad de voladura. La metodología de los 7 pasos del Círculo de Deming y el uso de las herramientas de calidad dentro de ello, permitió optimizar la actividad de voladura estandarizando el diseño de la malla de perforación por sección con la inclusión de la voladura controlada; usando 4 cartuchos de explosivos, cordón detonante y tubos PVC en los taladros de corona y de contorno, para evitar dañar el macizo rocoso. Con la aplicación de círculo de Deming se consigue mejorar continuamente y conseguir resultados óptimos en beneficio de la empresa en tres aspectos: calidad (reducción de costos), seguridad (disminución de accidentes) y medioambiental (disminución de sobre rotura).
2. De las múltiples herramientas de calidad existentes, se selecciona nueve herramientas de calidad que se adaptan mejor al contexto de la situación en estudio, las cuales son: lluvia de ideas, diagrama de afinidad, matriz de priorización, diagrama de líneas e histogramas, diagrama de Gantt, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, 5W+1H. Estas herramientas permiten identificar y dar solución a un problema, obtener resultados prolijos y exactos, y contribuyen a la toma de decisiones dentro del desarrollo del proyecto.
3. El problema identificado en los subprocesos de avance y explotación son las deficiencias de la actividad de voladura en Veta Jimena, el cual se obtuvo con la participación de los miembros del Círculo de Mejora Continua “Tecnología e Innovación Minera” conformado por los supervisores y personal administrativo del área de mina de Compañía Minera Poderosa y Empresa Contratista Minera J & S SAC., aplicando el uso de la herramienta de lluvia de ideas y diagrama de afinidad.

4. La situación actual se comprendió a través de las sesiones de profundidad y entrevistas no estructuradas con los miembros del Círculo de Mejora continua, y la revisión documentaria: los informes de las reuniones de producción, informes de avances, datos históricos del consumos de explosivos del Sistema Logístico, porcentaje de sobre rotura del Sistema de Producción Mina, y datos de accidentes por desprendimiento de roca del Sistema de Gestión de Seguridad; mediante la herramienta del uso del diagrama de líneas e histogramas. Para identificar las causas y conseguir la causa raíz del problema se utilizó el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto.
5. Se logró implementar soluciones o acciones correctivas mediante el uso de la herramienta de calidad 5W+1H. El problema de deficiencia en actividad de voladura se soluciona con el diseño de la malla de perforación por sección con la inclusión de la voladura controlada; usando 4 cartuchos de explosivos en los taladros de corona, cordón detonante y tubos PVC para evitar dañar el macizo rocoso (Estandarización de mallas y voladura controlada).
6. La implementación del Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS) de voladura controlada permite que el personal conozca el paso a paso y las restricciones de la aplicación de la técnica de voladura controlada en interior mina; es decir en él se detalla la distribución de cartuchos en los taladros de la corona y contorno de las labores, en las que se utilizan 4 cartuchos por taladro preparado con cordón detonante y tubos PVC, en vez de 7 cartuchos de explosivos como se usaba inicialmente. Mediante el PETS se estandariza la actividad.

RECOMENDACIONES

1. Difundir y concientizar al personal de todas las áreas de Compañía Minera Poderosa y Empresas Contratistas Mineras sobre la importancia de aplicar el círculo de Deming para mejorar o reestructurar procesos. Motivar al personal que integren Círculos de Mejora Continua haciendo que los colaboradores se comprometan a aplicar sus conocimientos y experiencias en proyectos de mejora continua; de esta CIA Minera Poderosa S.A. se ve obligada en actualizarse para tener un crecimiento sostenible en el campo de la minería, apostando por la transparencia en sus procesos y por el bienestar del cliente interno y externo, manteniendo de esta manera su certificación ISO 9001.
2. Dar a conocer en los futuros proyectos de mejora a los integrantes de los Círculos los beneficios de cada herramienta de calidad a utilizar en cada uno de los siete pasos del ciclo de Deming. Resaltando la importancia de elegirlos según la situación actual del proceso, según la facilidad para identificar los puntos a mejorar, según la capacidad creativa y facilidad de uso por parte del equipo.
3. Continuar con la práctica o aplicación para determinar problemas en las jornadas laborales diarias a través del uso de las herramientas de calidad como lluvia de ideas y diagrama de afinidad y la matriz de priorización.
4. Utilizar e interpretar los datos históricos en los sistemas para analizar la situación actual de problemas que puedan originarse. Para analizar y obtener las causas se debe inculcar el hábito de realizar un registro de datos en hoja de chequeo o verificación con grado de frecuencia con que suceden algunos defectos en las actividades.
5. Dispersar la importancia de la aplicación de voladura controlada, demostrando que con la implementación de estas acciones se obtiene reducción de costos, se reduce el daño al macizo rocoso, menor impacto medioambiental y disminución de los índices de accidentabilidad. Elaborar un plan de capacitación anual y hacer seguimiento trimestral del cumplimiento del mismo.

6. Aplicar el Procedimiento Estandarizado de Trabajo Seguro - PETS de voladura controlada en las demás vetas de la Unidad de producción Marañón y en la Unidad de producción Santa María. Capacitar y entrenar a la supervisión y personal de línea de Compañía Minera Poderosa y Empresas Contratistas. En veta Jimena, se recomienda monitorear periódicamente el uso de la voladura controlada, brindando un reconocimiento a los colaboradores que cumplan con los estándares implementados producto del proyecto de mejora.

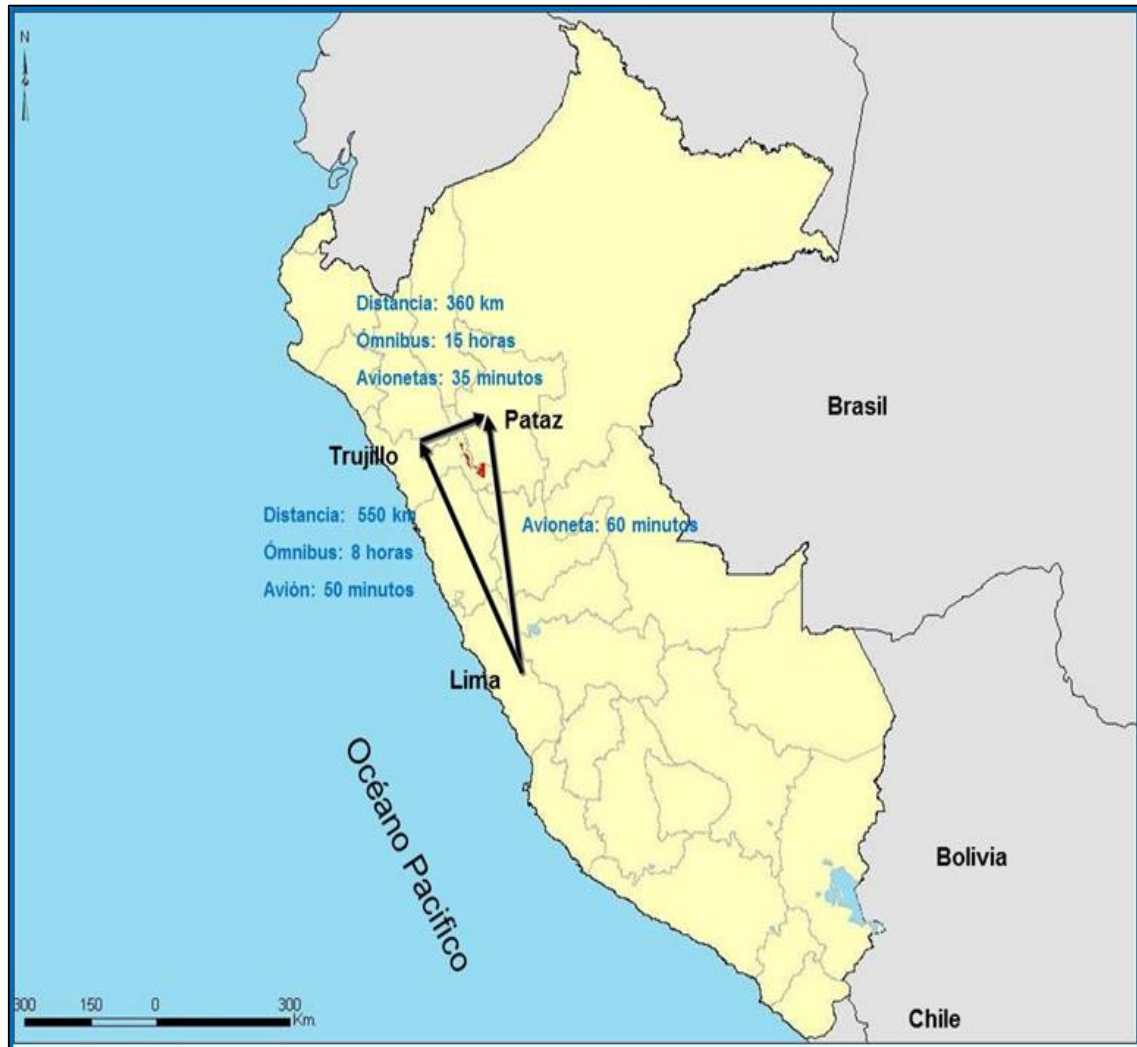
REFERENCIAS

- ⇒ Deming, E. (1994). *La nueva economía*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- ⇒ Círculo de Mejora Continua 8 Pies de Cedro (2013), *Optimizar los Índices de Perforación y Voladura en la mina consuelo y mina Atahualpa de la U.P. Santa María en Compañía Minera Poderosa*, Pataz – Perú.
- ⇒ Estudios Mineros del Perú S.A.C (2011). *Manual de Minería*. La Libertad 114 – 3C, Miraflores, Lima. www.estudiosmineros.com
- ⇒ EXSA S.A. (2010). *Manual Práctico de Voladura*. Cuarta Edición.
- ⇒ EXSA S.A. (2014), *Informe de Asistencia Técnica Mayo en Unidad de Producción Marañón de Compañía Minera Poderosa*, Pataz – Perú.
- ⇒ Frank, G. (2005). *Método Juran - Análisis y planeación de la calidad*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana.
- ⇒ Gómez M. Marcelo (2006). *Introducción a la Metodología de la Investigación Científica*. Córdoba: Editorial Brujas.
- ⇒ Ishikawa, K. (1994). *¿Qué es el control total de calidad?* Bogotá: Editorial Norma.
- ⇒ ISO 9000:2000. *Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y vocabulario, ISO, 2000*.
- ⇒ Jáuregui Ó. (2009). *Reducción de los Costos Operativos en Mina mediante la Optimización de los Estándares de las Operaciones unitarias de Perforación y Voladura*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.
- ⇒ Juran, J. y M., Gryna, F. (1995). *Manual del Control de Calidad*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana.
- ⇒ Kume, Hitoshi (1994). *Herramientas Estadísticas Básicas para el Mejoramiento de la Calidad*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.

- ⇒ López, C. (1993). *Manual de Perforación y Voladura de Rocas*. Segunda Edición. Madrid: Ríos Rosas.
- ⇒ Machado Maura (2005). *Manual del Sistema Integrado de Gestión*. Bogotá: Incoder.
- ⇒ Ministerio de Energía y Minas (2010). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras Medidas Complementarias en Minería - DS 055-2010-EM. <http://www.isem.org.pe/pdf/DS%20055-2010-EM.pdf>.
- ⇒ Norma UNE–EN-ISO 9001:2008.
- ⇒ Sánchez, S. (2013). *Aplicación de las 7 herramientas de la Calidad a través del Ciclo de Mejora Continua de Deming en la sección de Hilandería en la Fábrica Pasamanería S.A.* Universidad de Cuenca. Ecuador.
- ⇒ Sangüesa, M. (2010). *Manual de Gestión de la Calidad*. Madrid: Volkswagen Navarra.
- ⇒ Scherkenbach, W. (1998). *La Ruta de Deming*. México: Cecsa.
- ⇒ Shewhart, W. (1986). *Métodos Estadísticos desde el punto de vista del Control de Calidad*. Madrid: Unabridged Dover.
- ⇒ Suárez, A. (2001). *Metodología de Investigación*. Santafé de Bogotá: Orión Editores.
- ⇒ Velasco, J (2000). *Gestión de la calidad – Mejora continua y sistemas de gestión*. Madrid: McGraw – Hill/ Interamericana.
- ⇒ Velasco, J. (2000). *Gestión Por Procesos*. Cuarta Edición. Madrid: Esic Editorial.
- ⇒ Verdoy, P. y Mahiques, M. (2006). *Manual de control estadístico de calidad. Técnicas básicas para el análisis de Mejora Continua*. Brasil: Publicaciones de la Universidad Jaume I.

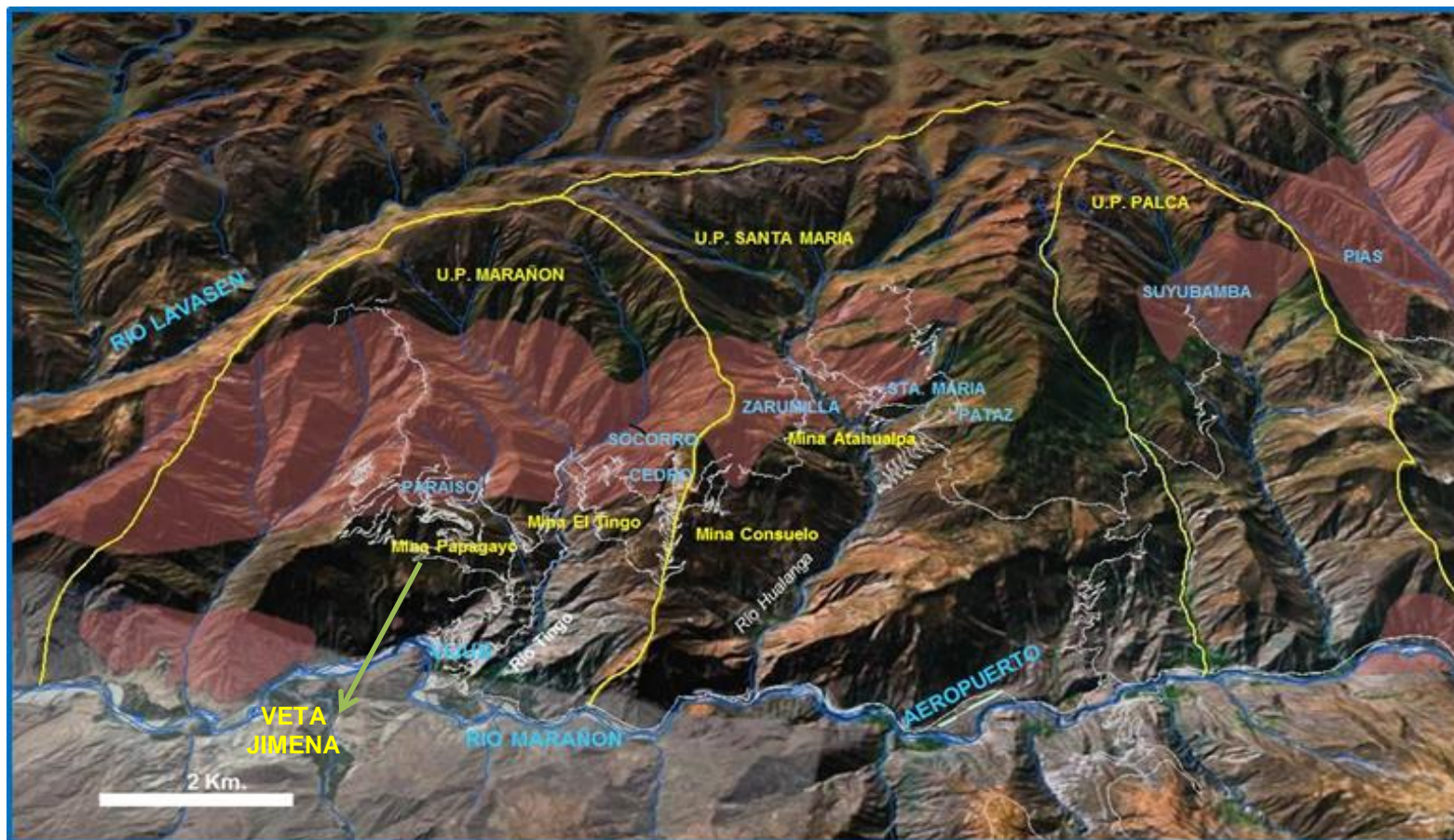
ANEXOS

ANEXO Nº 1 UBICACIÓN DE COMPAÑÍA MINERA PODEROSA S.A



Fuente: *Compañía Minera Poderosa S.A.*

ANEXO Nº 1.1. MINAS DE UNIDAD DE PRODUCCIÓN MARAÑÓN



Fuente: Compañía Minera Poderosa S.A.

ANEXO Nº 2 INFORME EXSA



Fuente: Compañía Minera Poderosa S.A.

INFORME ASISTENCIA TECNICA

Mayo 2014



A : **Víctor Flores**
Superintendente Mina
CIA Minera Poderosa U.P. Marañón

De : **Ing. Miguel Bringas**
EXSA S.A.
Ing. Luis Neira
EXSA S.A.

Asunto : **Línea Base**

Fecha : **Paraíso, 29 de Mayo del 2014**

1. INTRODUCCIÓN

Conforme al compromiso asumido en la visita realizada el 02 de Mayo 2014 con la Superintendencia de Mina, Ing. Víctor Flores, se realizó la visita a CIA Minera Poderosa, U.P. Marañón, desde el 20 de Abril al 30 de Mayo, con el propósito de establecer una línea base de los resultados que se vienen obteniendo en voladura con el empleo de iniciadores convencionales (CARMEX) tanto en frentes de avances como tajeos para luego dar paso a las pruebas que se realizarán con el detonador no-eléctrico EXSANEL.

Para el desarrollo de los trabajos en mina se coordinó con el Ing. Víctor Flores quien designó a los técnicos Jorge Miranda y José Machuca, del área de Perforación y Voladura, determinar las labores donde se realizará las voladuras.

Es importante mencionar que durante la estadía se presentó un reclamo concerniente a la cantidad de cartuchos por caja en el Semexsa E- 65 7/8"x7" por lo que el inicio de este registro de información en mina se inició el 21 de Mayo.

2. OBJETIVOS

- *Realizar un levantamiento de información de los resultados que se están obteniendo con el empleo del CARMEX para efectos de demostrar las ventajas técnica-económicas del detonador no-eléctrico EXSANEL.*

Mayo 2014

INFORME ASISTENCIA TECNICA

Mayo 2014



3. PROPUESTA TECNICA – EXSANEL

Los beneficios que se obtiene con el empleo de los Detonadores no Eléctricos de EXSANEL son:

- *Mayor Seguridad para el trabajador.*
- *Reducción de costos por tonelada, o metros cúbicos.*
- *El fulminante en el No Eléctrico es de potencia Nro. 12 y el Carmex es potencia 8, por lo que el poder de iniciación mejora y por consiguiente llevara a abrir la malla de perforación reduciendo los taladros en busca del beneficio económico.*
- *Mayor productividad.*
- *Menor factor de carga.*
- *Reducción en el consumo de explosivos y accesorios al ampliar la malla.*
- *Fragmentación adecuada y control en el lanzamiento de la pila optimizando el factor de llenado de los equipos de limpieza scoop.*
- *Menores Vibraciones.*
- *Mayor Control de daño al techo y a las cajas.*
- *Menor Dilución.*

Esta propuesta técnica viene con la optimización de las operaciones de voladura que será posible a través de una relación sostenida en el tiempo, que permita enfocarnos y desarrollar en conjunto mejoras en los aspectos de mayor impacto dentro de la particular estructura de costos de la operación minera.

El enfoque parte del convencimiento de la calidad de voladura, es decir, el empleo adecuado del explosivo y de los accesorios, se traduce finalmente en ahorros importantes en toda operación minera.

Nuestra exclusividad está centrada en ofrecer un producto que brinde valor más allá del explosivo:

- *Explosivos y accesorios de calidad y alta performance.*
- *Capacitación a todo nivel.*
- *SopORTE de Asistencia técnica e implementación de un programa de mejora con experiencia, tecnología y herramientas de gestión técnica*
- *Apoyo en temas relacionados a perforación y voladura.*

En nuestra experiencia el trabajo conjunto en la optimización de las operaciones de perforación y voladura entre nuestros Ingenieros especialistas de voladura y los departamentos de productividad, geomecánica y operaciones mina de las compañías mineras generan importantes resultados.

Mayo 2014

INFORME ASISTENCIA TECNICA
Mayo 2014



Para lograr estas mejoras será necesario poner más énfasis en diferentes aspectos técnicos como:

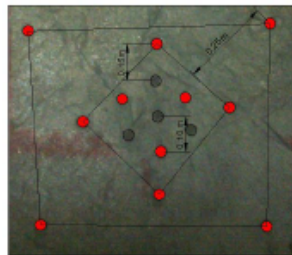
- Estandarización de mallas.
- Optimización de arranques.
- Secuencias de salida.
- Distribución de la carga en el taladro.
- Voladura controlada y empleo de tacos.
- Explosivo óptimo para cada tipo de roca.

4. TRABAJOS REALIZADOS

4.1 Seguimiento y evaluación de voladuras en frentes de avance

En conjunto con los técnicos José Machuca y Jorge Miranda se visitaron las labores del Nv. 1730 (Ver tabla resumen) con la finalidad de verificar los estándares y rendimientos en avances lineales con Jackleg a manera de establecer una línea base para cuando se realicen las pruebas con DNE EXSANEL. La perforación se viene realizando con diámetros de broca 36 mm con barras de 6' en secciones de 3.5m x 3m con calidad de roca regular RMR 40-50. El rendimiento en avance promedio es 1.50m, es decir 92% de eficiencia. Sobrerotura en promedio 13%, factores y consumos que pueden reducirse.

4.2 Diseño de arranque, malla de perforación y diseño de voladura usual



El arranque usado es el HEXAGONAL con 4 taladros de alivio con burden en el arranque 10 cm, 1ras ayudas 15 cm y 2das ayudas 25 cm.

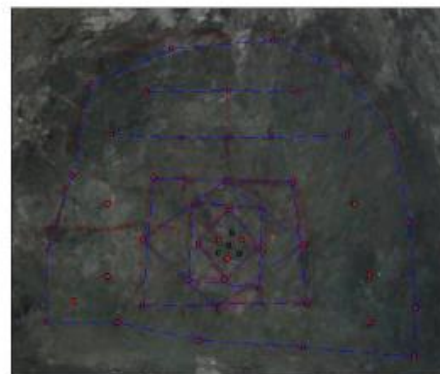
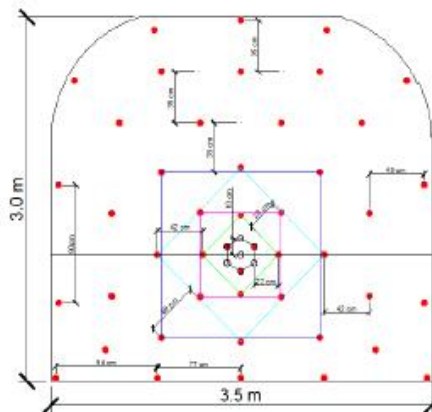
Mayo 2014

INFORME ASISTENCIA TECNICA

Mayo 2014

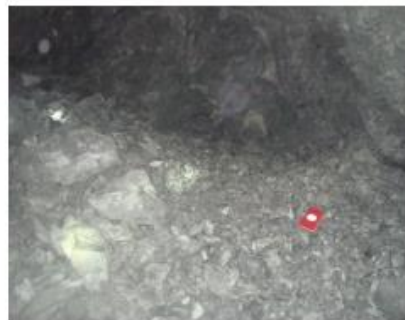


El diseño de malla de perforación contempla un total de 46 taladros cargados con diámetro 36 mm, la densidad de carga/taladro esta en promedio de 0.88Kg/tal, la longitud de taladro vacío varia de 30-40cm. La cantidad de cartuchos por taladro es de 7 Emulex 65 1"x8". Los taladros no guardan simetría y el paralelismo por mejorar lo que se traduce en un menor avance.



Malla de perforación con iniciador convencional empleado en ESCM 8615 sección 3.5m x 3.0m RMR 40-50

Resultado de la voladura - fragmentación



Se puede apreciar una fragmentación muy menuda, con promedio menor a 15 cm, lo cual es un indicativo que se viene empleando más carga explosiva de lo necesaria (Ver cuadro detalle).

Mayo 2014



INFORME ASISTENCIA TECNICA

Mayo 2014



4.3 Resultados de las Voladuras

Los resultados de los disparos realizados fueron constatados por los técnicos José Machuca y Jorge Miranda. El resumen de los disparos realizados son los siguientes:

Cuadro Resumen de las voladuras realizadas

NUMERO DE DISPARO	Unidad	1	2	3	4	5
Empresa especializada		J&S	J&S	J&S	J&S	J&S
Fecha		23-may	24-may	24-may	25-may	27-may
Labor		GL 9E	EDCM 8615	EDCM 8385	EDCM 8385	EDCM 8615
RMR		40-50	50-60	50-60	50-60	40-50
Ancho de labor	m	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Altura de labor	m	2.5	3.0	3.0	3.0	3
N° de taladros cargados	unld	34	44	44	45	45
N° de taladros allvo	unld	3	4	3	4	4
Total taladros perforados	unld	37	48	47	50	50
Longitud promedio de taladro	m	1.60	1.70	1.60	1.60	1.65
Diametro de Taladro	mm	36	36	36	36	36
Metros perforados	m	59.2	81.6	75.2	80	82.5
Densidad de roca	Ton/m3	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
Toneladas rotas	Tons.	27.50	49.09	46.2	46.2	47.64
ACCESORIOS DE VOLADURA UTILIZADOS						
Carmex 7 ft	pza	36	46	46	48	46
Igniter cord		12	12	12	12	12
Cordon detonante	m	0	0	8	8	8
EXPLOSIVOS UTILIZADOS						
Emulex 65 1"x8"	Cart.	34	44	82	81	307
Superfam	Kg	30	38	32	32	0
Total de explosivos	Kg	33.73	42.82	40.99	40.88	33.66
RESULTADOS DE LAS VOLADURAS REALIZADAS						
Avance	m	1.50	1.62	1.30	1.52	1.57
Volumen Roto	m3	9.38	17.01	13.65	15.96	16.49
Tonelaje roto	ton	25.78	46.78	37.54	43.89	45.33
Factor de carga	kg/m3	3.60	2.52	3.00	2.56	2.04
Factor de Potencia	Kg/Tn.	1.31	0.92	1.09	0.93	0.74
Factor de Avance lineal	Kg/ml.	22.49	26.43	31.53	26.90	21.44
Eficiencia	%	93.8	95.3	81.3	95.0	95.2

Mayo 2014

INFORME ASISTENCIA TECNICA
Mayo 2014



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De todos los disparos realizados se obtiene: *Promedio de avances de:1.50m y Como promedio en Factor de Potencia de :1.00 kg/tm*
- Usar guidores en la perforación. *cada labor debe tener hasta tres guidores en el frente o tajeo, esto para controlar la desviación de los taladros en la malla y tener taladros paralelos, así evitamos que el disparo no falle (disparos soplados) o se tenga menos avance.*
- Establecer mallas estándares para cada tipo de roca y labor, con esto evitaremos consumir el explosivo más de los debido.
- Utilizar tacos de arcilla o detritus al final del taladro cargado, para conseguir mayor efectividad del explosivo y reducir el nivel de vibraciones. Esto permitirá retener mayor tiempo a los gases dentro del taladro y se aprovecha esta energía para fragmentar mejor a la roca.
- Continuar con el monitoreo y seguimiento en el control de perforación por parte de la supervisión tanto en el pintado de malla y el uso obligatorio de guidores para un buen control de paralelismo.
- Para dar inicio en la próxima visita a las pruebas con **DNE EXSANELES** y conseguir el objetivo deseado en las labores de Tajeos se recomienda el pedido de los Detonadores No Electricos (Exsanel) de 2.4 mts. Periodos Cortos (N° 1 al 40)

<i>Pedido de Exsanel para Tajeos (Maquina chica)</i>	<i>N° de Cjs.</i>
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 1	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 2	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 3	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 4	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 5	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 6	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 7	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 8	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 9	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 10	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 11	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 12	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 13	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 14	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 15	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 16	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 17	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 18	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 20	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 24	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 28	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 3 mts.) N° 30	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 4 mts.) N° 32	3
Detonador No Electrico (Exsanel de 4 mts.) N° 34	3

Mayo 2014



Fuente: Compañía Minera Poderosa S.A.

INFORME ASISTENCIA TÉCNICA

Mayo 2014



- *Para perforaciones de 6' a 8' en frentes con maquina chica. Se recomienda el uso de los DNE EXSANEL para ayudar a concentrar mejor la carga operante que se concadena en menor daño a la roca por vibración. Esto nos permite incrementar la eficiencia técnico económico y apilar la carga adecuadamente. Por ello solicitamos el Pedido para estandarizar en los frentes de avance con maquina chica.*

Pedido Exsanel para Frentes (Maquina chica)	Nº de Cjs.
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 1	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 5	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 10	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 14	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 18	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 20	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 24	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 36	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 50	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 70	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 100	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 140	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 180	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 220	2
Detonador No Eléctrico (Exsanel de 3.5 mts) Nº 280	2

Agradezco a las distintas jefaturas de Cia. Minera Poderosa que nos brindaron su apoyo para la realización del trabajo.

Ing. Miguel Bringas

ASISTENCIA TÉCNICA EXSA S.A.

mbringas@exsa.net

C.c. Superintendencia Mina

Planeamiento & Ingeniería

Dpto. Logística

Dpto. de Seguridad

Empresas Especializadas

Ing. Luis Neira

ASISTENCIA TÉCNICA EXSA S.A.

lneira@exsa.net

Mayo 2014



EXSA
Soluciones Exactas

Oficina Principal y Fábrica
Antigua Panamericana Sur km 38.5
Lurín – Lima 16 / Perú

Oficina de Enlace Lima
Av. Las Begonias 552 of. 20
San Isidro – Lima 27 / Perú

Código Postal
4244 Lima 100 Perú

Central Telefónica
(51-1) 315 7000

Fuente: *Compañía Minera Poderosa S.A.*

ANEXO Nº 4 VISIÓN, MISIÓN, PRINCIPIOS Y VALORES CLAVES



VISIÓN

Llegar a ser líderes en la industria minera aurífera subterránea nacional y ser reconocidos a nivel mundial.

MISIÓN

- Hacer que nuestros procesos sean eficaces, eficientes y flexibles, generando productos con Calidad Total.
- Ser los más seguros, proteger la salud de nuestros trabajadores y conservar el medio ambiente.
- Producir oro en la forma más eficiente, mediante un continuo proceso de reducción de costos, generando valor para nuestros accionistas y trabajadores.
- Contribuir, dentro del ámbito de nuestras actividades, al desarrollo de las personas y al engrandecimiento del Perú.

NUESTROS PRINCIPIOS Y VALORES CLAVES

Mantener el compromiso de Liderar y crecer como empresa minera peruana:

- Demostrando actitud constante hacia el cambio.
- Respetando a las personas, generando confianza a través de la integridad, honestidad y lealtad de nuestros trabajadores.
- Practicando el mejoramiento continuo con trabajo en equipo y capacitando permanentemente sobre nuestros procesos.
- Asumiendo la actitud COLPA como filosofía de vida y protegiendo el medio ambiente.

1 de febrero de 2008

Jesús Arias Dávila
Presidente Vitalicio de la Sociedad

Eva Arias de Sologuren
Presidenta del Directorio

Russell Marcelo Santillana Salas
Gerente General

ANEXO Nº 5 POLÍTICAS DEL SISTEMA INTEGRADO DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE Y CALIDAD



POLÍTICAS DEL SISTEMA INTEGRADO DE SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE Y CALIDAD

Compañía Minera Poderosa S.A. (*Poderosa*) es una empresa *de mediana minería* con *operaciones* subterráneas. *Poderosa* explora, mina, procesa y comercializa *recursos* minerales con contenidos de oro. *Poderosa como empresa* socialmente responsable, está comprometida a:

- Mejorar continuamente el *desempeño de su* sistema integrado de gestión, cumpliendo con el marco legal y las normas voluntariamente aceptadas.
- *Promover el comportamiento ético de sus colaboradores, mejorando la calidad de sus procesos* y productos, contando para ello con personal competente y procesos eficaces que aseguren la satisfacción de *sus* clientes.
- Prevenir lesiones y enfermedades *en* sus colaboradores, contratistas y visitas, estableciendo controles en todas sus actividades, manteniendo instalaciones y labores seguras.
- Identificar, comunicar y *capacitar* a sus colaboradores y otras partes interesadas para prevenir la contaminación *ambiental*.
- Desarrollar el trabajo en equipo a través de los Círculos de Mejoramiento Continuo y la práctica del COLPA (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Prevenir y Autodisciplina) para su aplicación en el trabajo diario.
- Reconocer a *sus* grupos de interés, el derecho *al* progreso y contribuir para que sean ellos mismos, gestores de su desarrollo para mejorar su calidad de vida.

Esta política integrada de Seguridad, Salud Ocupacional, Medio Ambiente y Calidad es comunicada a todas *las personas que trabajan para Poderosa o en nombre de ella* y puesta a disposición del público en general.

Rev.04

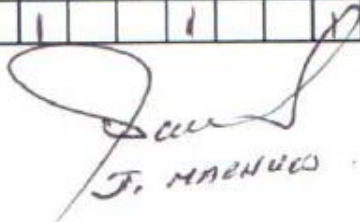
22 de Mayo de 2012

Sra. Eva Arias de Sologuren
Presidente de Directorio



Ing. Russell Marcelo Santillana Salas
Gerente General



ANEXO Nº 6 HOJA DE VERIFICACIÓN

Hoja de verificación de defectos										
DIAS		Lun	Mar	Mierc	Jue	Vie	Sab	Dom.		
Labores NY 1330 ESCM 8445		7/04/14	08/04/14	09/04/14	10/04/14	11/04/14	12/04/14	13/04/14		
Item	Defectos									
1	Sobre rotura	-	1	1	1	1			-	
2	Falta Accesorios de voladura	-	1	1	1	1			-	
3	Sección deforme	1	1	1			1			
4	Falta cordón detonante	1	1	1	1	1	1	1	1	
5	Perforación deficiente	-	1		1					
6	Disapros fallados	-		1			1		1	
7	Falta de taladros en la corona	1	1	1	1	1	1	1	1	
8	Falta pintado de malla de perforación	1	1	1	1	1	1	1	1	
9	Explosivo llega tarde	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	Excesivo explosivo en las coronas	1	1	1	1	1	1	1	1	

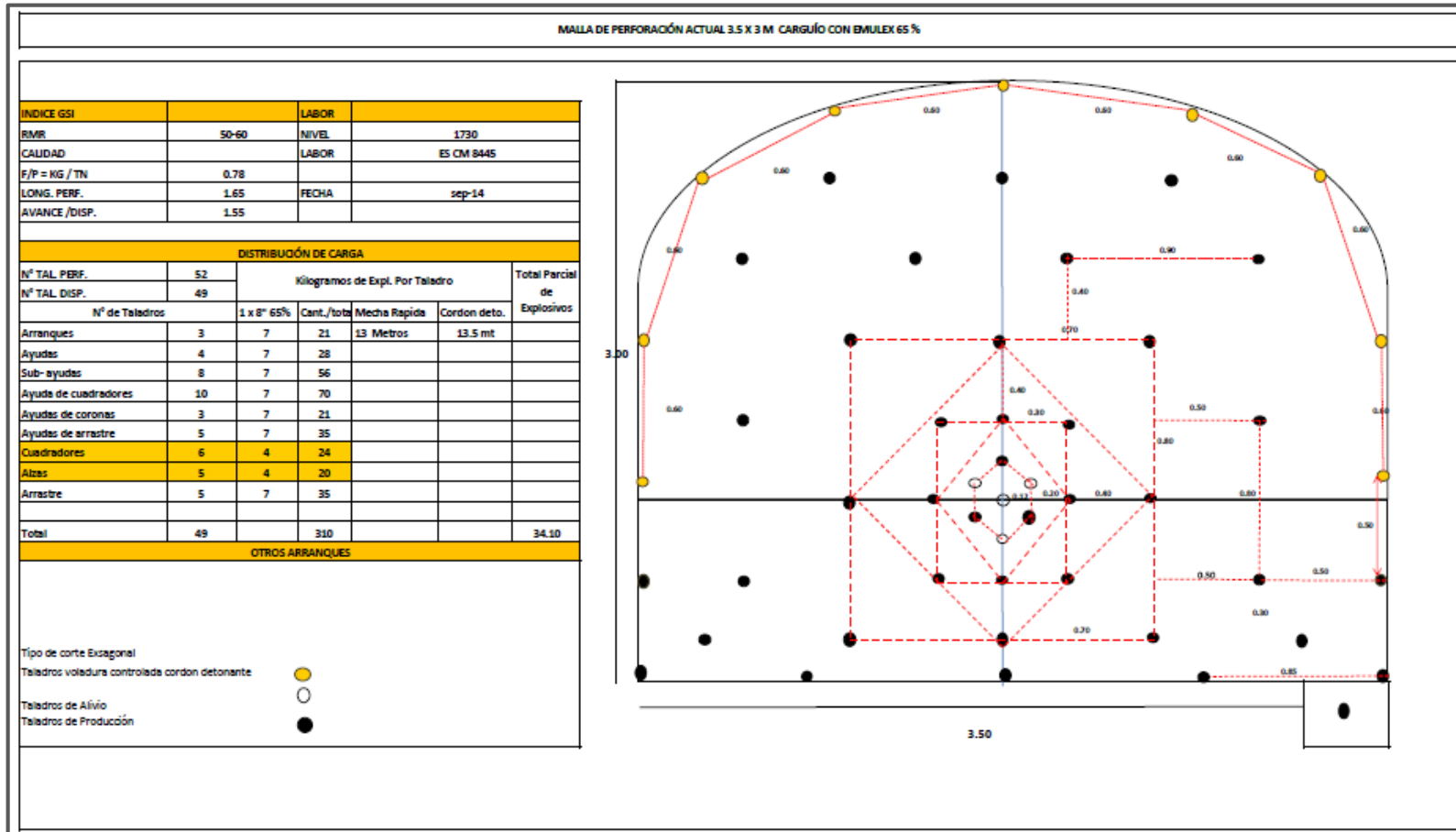

 J. MANUEL

ANEXO Nº 7 FORMATO DE ASISTENCIA Y CAPACITACIÓN

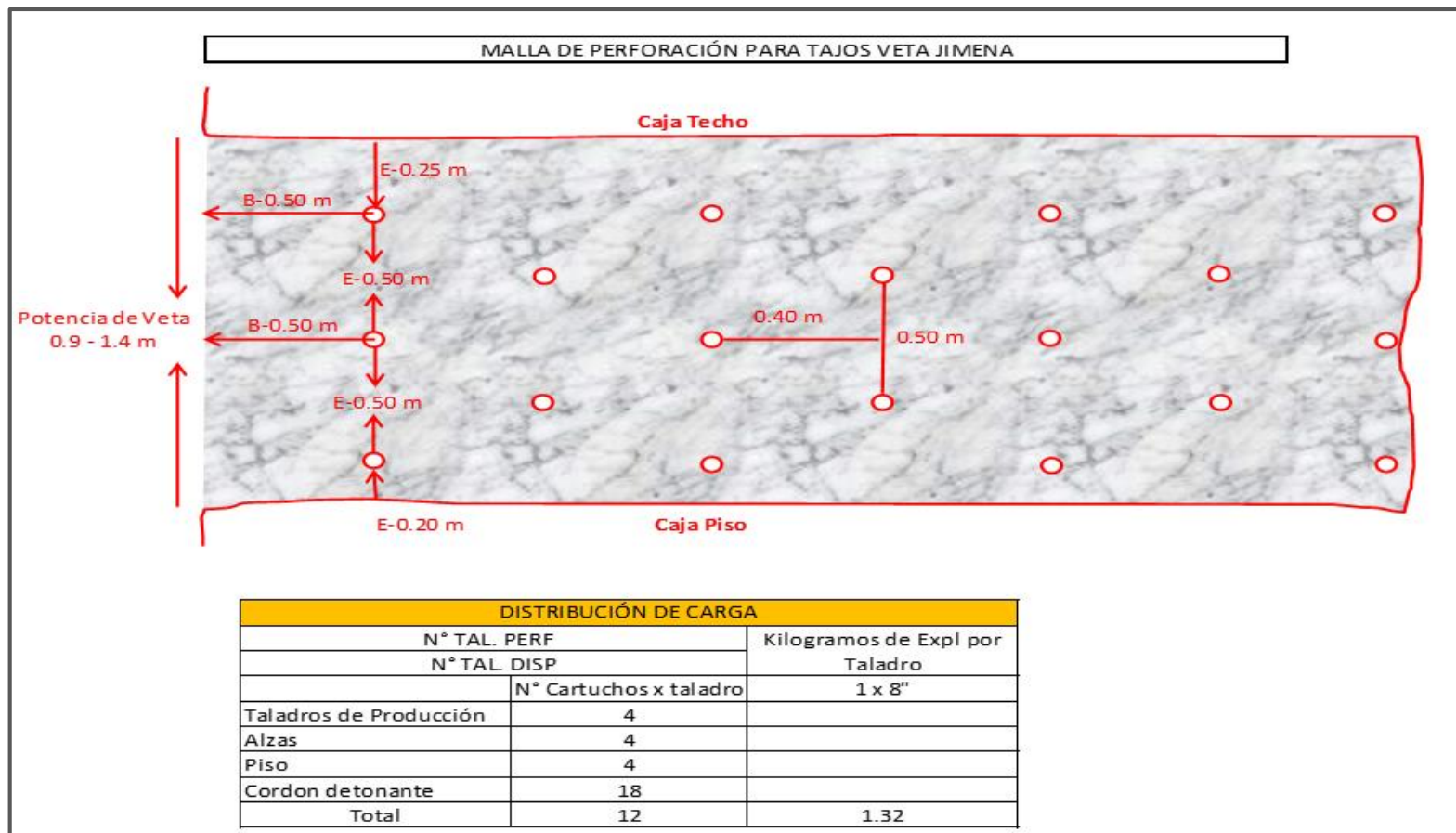
		SISTEMA DE GESTION INTEGRADO		Código : SGI-R-LDA	
		REGISTRO		Revisión : 01	
		LISTA DE ASISTENCIA		Fecha : 29-08-13	
				Página : /	
RUC. 20453692851 Jr. Valle Riestra 1210-Sa: Fernando-Trujillo		Minería y Construcción, Alquiler de maquinarias		N° Trabajadores en Centro laboral:	
				REGISTRO Nº	
<input type="checkbox"/> REUNIÓN		<input type="checkbox"/> ENTRENAMIENTO		<input checked="" type="checkbox"/> CAPACITACIÓN	
				<input type="checkbox"/> INDUCCIÓN	
				<input type="checkbox"/> SIMULACRO DE EMERGENCIA	
TEMA: VOLADURA CONTROLADA Y SECUENCIA DE SALIDA					
EXPOSITOR: ING. LUIS NEIRA SALAS (EXSA)			HORA INICIO: 7.30 AM.		
FECHA: 04/06/2014			HORA TERMINO: 8.30 AM.		
LUGAR: Sala HINA - NU. 1810.			DURACIÓN: 1 Hora		
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	D.N.I. Nº	AREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1	Haguirre Santos	26910112	MINA	[Firma]	
2	Chaves Luis Helmo	41491159		[Firma]	
3	Delgado Rodriguez Santos	48207227	MINA	[Firma]	
4	Laranga Castro Marcela C	14618880	MINA	[Firma]	
5	RIVERA ZAVALA ALAN	42030694	MINA	[Firma]	
6	Robres Suarez Elmer	46322139	MINA	[Firma]	
7	Chaves Sachio Miller H.	411060184	MINA	[Firma]	
8	Torres Delgado Victor R	41839504	MINA	[Firma]	
9	Castillo Chacón Alejandro	45912436	MINA	[Firma]	
10	Bascia Rodriguez P.	14692275		[Firma]	
11	Rojas Romero Wilber	41125910	MINA	[Firma]	
12	Fuente Torpe Cesar	46904809	MINA	[Firma]	
13	Rosales Reyes Richard	42495682	MINA	[Firma]	
14	Villalobos Cifuentes Marcela	40140571	MINA	[Firma]	
15	LAYLA NEYRA CESAR	45651098	MINA	[Firma]	
16	Rios Higueras Roxana	19573512	MINA	[Firma]	
17	De La Cruz Surosteguen	4-911702	MINA	[Firma]	
18	Polo Valdiviaana Vicente	47607607	MINA	[Firma]	
19	Cerna Tiana Heriberto	20354755	MINA	[Firma]	
20	Quirica Mendez Yuli	19093554	MINA	[Firma]	
21	CAMPOS RAMIREZ CAELIN	42341917	MINA	[Firma]	
22	Quirica Flores Matilde	19820060	MINA	[Firma]	
23	Castillo Alencas Maria	43350202		[Firma]	
24	Delgado Alencas Oscar	42506671		[Firma]	
25	Quirica Porcoes Alejandra	19691572		[Firma]	
RESPONSABLE DEL REGISTRO :					
NOMBRE: Steve Medina Zapata					

		SISTEMA DE GESTION INTEGRADO		Código : SGIR-LDA	
		REGISTRO		Revisión: 01	
		LISTA DE ASISTENCIA		Fecha : 29-08-13	
				Página : /	
RUC: 20453692851 Jr. Valle Riestra 1210-Sa. Fernando-Trujillo		Minería y Construcción, Alquiler de maquinarias		N° Trabajadores en Centro laboral	
				REGISTRO N°	
<input type="checkbox"/> REUNIÓN		<input type="checkbox"/> ENTRENAMIENTO		<input checked="" type="checkbox"/> CAPACITACIÓN	
				<input type="checkbox"/> INDUCCIÓN	
				<input type="checkbox"/> SIMULACRO DE EMERGENCIA	
TEMA: <u>DISEÑO DE VOLADURA</u>					
EXPOSITOR: <u>TEC. JOSE MACHUCA C.</u>				HORA INICIO: <u>7:45 AM.</u>	
FECHA: <u>03/07/2014</u>				HORA TERMINO: <u>8:40 AM</u>	
LUGAR: <u>COMEDOR INTERIOR MINA NV 1810</u>				DURACIÓN: <u>55.00 MIN.</u>	
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	D.N.I. N°	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1	Parrón Muñoz Cesar	17228170	MINA	[Firma]	
2	Jepic Polanco Caballero	10740107	MINA	[Firma]	
3	Rodriguez Vidal Jesus	19525025	MINA	[Firma]	
4	Roncal Reyes Ricardo	42879885	MINA	[Firma]	
5	Ros Mujuru Ronald	14523302	MINA	[Firma]	
6	Carlos Cacho Juan	8127107	MINA	[Firma]	
7	Genadio Pina Pedro	46015459	MINA	[Firma]	
8	Enriquez Medina Juan Yair	19561019	MINA	[Firma]	
9	Ros Mujuru Ronald	14523302	MINA	[Firma]	
10	Castillo Divina Haydee	75590016	MINA	[Firma]	
11	Ros Rodriguez Julio	42819012	MINA	[Firma]	
12	Ros Rodriguez M	41356156	MINA	[Firma]	
13	Delgado Mena Yari	19023559	MINA	[Firma]	
14	Munoz Medina Cesar	17228170	MINA	[Firma]	
15	Ros Lora Justo	116615715	MINA	[Firma]	
16	Ros Lora Cesar	42879885	MINA	[Firma]	
17	Genadio Pina Pedro	46015459	MINA	[Firma]	
18	Genadio Pina Pedro	46015459	MINA	[Firma]	
19	Santolan Muñoz Hiram	41202590	MINA	[Firma]	
20	Delgado Mena Yari	19023559	MINA	[Firma]	
21	Delgado Mena Yari	19023559	MINA	[Firma]	
22	Alva Kroler Daniel	22144513	MINA	[Firma]	
23	Paredes Navarro Jesus	45245142	MINA	[Firma]	
24	Rodriguez Pineda Saul	12116997	MINA	[Firma]	
25	Polo Branda Dennis	45522253	MINA	[Firma]	
RESPONSABLE DEL REGISTRO:					
NOMBRE: <u>STEVO MENA LAZARTE</u>					
CARGO: <u>ASIST. SEGURIDAD</u>					


ANEXO Nº 8 MALLA DE PERFORACIÓN ESTANDARIZADA PARA LABORES DE AVANCE



ANEXO Nº 9 MALLA DE PERFORACIÓN ESTANDARIZADA PARA TAJOS



ANEXO Nº 10 PETS VOLADURA CONTROLADA

PETS VOLADURA CONTROLADA		
	Área: Mina	Revisión: 01
	Código: MIN_VOL_PE_003	Página 1 de 3
		U. E. A PODEROSA

1. PERSONAL

Este procedimiento es de aplicación a todo trabajador que labora en la tarea de Voladura Convencional, Supervisores de Operación Mina y Jefes de Turno. Es de conocimiento del Jefe de Mina Senior, Superintendente de Mina, Superintendente de Control de Pérdidas, Superintendente de Geología, Superintendente Planeamiento e Ingeniería, Superintendente de Energía y Mantenimiento, Gerente del Sistema Integrado de Gestión y Responsabilidad Social y Gerente de Operaciones.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Casco con portalámparas y barbiquejo, correa portalámparas, lámpara a batería, ropa de trabajo con cintas reflectivas, respiradores contra polvo, botas de jebe con punta de acero, guantes de cuero, tapones de oído y lentes de seguridad de malla.

3. EQUIPOS/HERRAMIENTAS/MATERIALES E INSUMOS:

Equipo de carguío para ANFO (tipo lechera), cuchilla, punzón de cobre, PVC y/o madera; fósforo o encendedor, juego completo de barretillas de 4', 6', 8', 10' y 12'; tubo de ½ galvanizado para sopletear los taladros perforados, cucharilla, soplete tubos de plástico PVC antiestático de alta resistencia a la abrasión (*los tubos de carga deben ser por lo menos de setenta (70) centímetros más largos que los taladros a cargar*), llave inglesa de 12 pulgadas, tacos de arcilla y/o detritus, espaciadores (cañas, tubos de PVC), cintas autoadhesivas, manguera antiestática, atacadores, ANFO, emulsión, dinamita, detonador ensamblado (carmex), mecha rápida, mecha de seguridad, fulminante simple, conectores,

4. PROCEDIMIENTO

4.1 El trabajador debe verificar sus EPP's antes de ingresar al turno de trabajo.
4.2 Inspeccionar el área de trabajo y registrar en el formato de IPERC continuo.
4.3 Verificar la ventilación, regar la carga, los hastiales, techo y frente de la labor.
4.4 Desatar todas las rocas sueltas antes, durante y después de la tarea, de acuerdo al PETS de Desatado de Rocas.
4.5 Instalar la manguera de aire comprimido al soplete y verificar las conexiones tipo campana aseguradas con abrazaderas.
4.6 Antes de iniciar la limpieza de los taladros, el perforista y ayudante se colocan lentes de seguridad de malla para prevenir incrustaciones de detritus.
Usar la cucharilla y el soplete para realizar la limpieza de detritus dentro de los taladros. Evitar ubicarse frontalmente al taladro al momento de sopletear.

TRASLADO DE EXPLOSIVOS

4.7 Los Supervisores de Operaciones Mina solicitan la autorización de explosivos al Jefe de Turno para el despacho de explosivos y sus accesorios de acuerdo al PETS de Traslado de Explosivo a las Labores.
4.8 Trasladar el explosivo y accesorios a la labor según el PETS y colocarlos en un lugar seguro separados los explosivos a diez (10) metros de los accesorios.

PREPARACIÓN DE CEBOS Y CARGUÑO DE TALADROS

- 4.9 Para la preparación de los cebos, tanto el perforista como el ayudante se ubican en un lugar seguro (área ventilada, sostenida y en roca competente).
- 4.10 Preparan los cebos con punzones de madera, cobre y/o plástico, alojando el fulminante en el centro del cartucho.
- 4.11 Introducen los cebos a los taladros con la ayuda de un atacador de madera.
- 4.12 Si el carguño de taladros fuera con ANFO, se deberá utilizar un cargador ("techeras") para ANFO con su respectivo tubo antiestático de menor diámetro que el taladro.
- 4.13 Cargar los taladros con emulsión o dinamita, utilizando tubo de plástico de 7/8" de diámetro en su defecto con manguera flexible antiestática de menor diámetro que el taladro.
- 4.14 En los taladros de periferia usar espaciadores y accesorios para voladura de contorno, cuando se requiera.
- 4.15 Preparar los tubos de PVC cortando por la mitad en una longitud de 1.50 mtrs.
- 4.16 Cortar el cordón detonante en una longitud de 1.50mts, evitar la presencia de objetos metálicos cerca de la zona donde se corta.
- 4.17 Colocar en la caña el cartucho cebado y adherir el cordón detonante con cinta adhesiva.
- 4.18 Espaciar los cartuchos en forma uniforme conservando la distancia determinada de acuerdo al tipo de roca.
- 4.19 Asegurar cada cartucho al cordón detonante con cinta adhesiva para garantizar la detonación de toda la columna.
- 4.20 Introducir las cañas preparadas en los taladros de corona y contorno.
- 4.21 Colocar los tacos inertes de detritus.
- 4.22 Los detonadores deben tener una serie de cuatros taladros con el mismo número en caso de usar micro retardos.
- 4.23 El atacado de los explosivos se realiza sólo en el caso de que la columna de carga sea dinamita, emulsiones u otro explosivo encartuchado.
- 4.24 Verificar la carga de columna, introduciendo la manguera de carguño o atacador graduados.
- 4.25 Culminado el carguño total de los taladros, colocar los tacos inertes de arcilla o detritus en cada taladro, cuando se requiera.
- 4.26 Retirar las herramientas y equipos utilizados a un lugar lejano y seguro, en caso hubiese explosivos o accesorios sobrantes se entrega al polvorín auxiliar.

RESTRICCIONES

- 5.1 Si hay presencia de gas en la labor, el trabajador debe salir inmediatamente de la labor y ventilar.
- 5.2 En el caso de chispeo de roca, alejarse de la zona y evaluar las condiciones del área de trabajo para eliminar la condición subestándar de acuerdo al procedimiento establecido.
- 5.3 Si hay eventos de relajamiento de roca, el trabajador debe retirarse a un lugar seguro y comunicar al supervisor.
- 5.4 No se realiza la voladura en comunicaciones de labores si antes no se ha protegido las instalaciones de aire, agua, eléctricas, mangas de ventilación, ventiladores, etc.
- 5.5 Si se va utilizar ANFO, serán en las labores que cuenten con autorización de uso por la autoridad competente (Dirección General de Minería).
- 5.6 Los trabajadores que realicen la tarea, debe tener vigente la autorización de la SUCAMEC.
- 5.7 **No atacar los cebos.**
- 5.8 **No se empleará clavos de alambre como punzones para preparar los cebos.**
- 5.9 **Para el carguño con ANFO, no emplear pistolas u otros dispositivos.**

- 5.10 **Para efectuar la voladura se respetará el horario de disparo establecido, si la voladura se desea realizar en un horario distinto al establecido, se realizará empleando el formato de Análisis de Trabajo Seguro (ATS).**
- 5.11 **Podrá usarse en taladros húmedos sólo si se encuentra envasado en cartuchos herméticos.**
- 5.12 **Deberá usarse un cebo adecuado para asegurar el inicio de la detonación de la columna de ANFO a su velocidad régimen de detonación. Se usará una guía impermeable para defenderla del combustible líquido que pueda exudar el ANFO.**
- 5.13 **Cuando sean detectadas corrientes eléctricas subsidiarias o electricidad estática, se paralizará la operación de carga hasta que dicha situación sea remediada.**

Elaborado por:	Revisado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Rubén García Galván	Víctor Flores Sánchez	Agustín Mauricio	Dalia Porta C. Gerardo
Fecha de Elaboración	12/07/2014	Fecha de Aprobación	12/07/2014

ANEXO Nº 11 INSTRUMENTOS PARA VALIDAR VARIABLE INDEPENDIENTE (CÍRCULO DE DEMING)

Lluvia de Ideas



Diagrama de Afinidad



Diagrama de Ishikawa



**ANEXO N° 12 INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE VARIABLE
DEPENDIENTE (ACTIVIDAD DE VOLADURA) - INFORMES SEMANALES DE MINA
PAPAGAYO**

<p><i>CIA MINERA PODEROSA S.A.</i></p>	<p>Informe Mina PAPAGAYO</p>	<p><i>A OTROS DESTINATARIOS PARA INFORMACION</i></p> <p><i>Ing. Gaspar Barrientos Asistente de Superintendente Mina</i></p>																																																								
<p>A : Ing. Victor Flores Superintendente Mina Marañón</p>																																																										
<p>DE : Ing. Manuel Juárez</p>																																																										
<p>ASUNTO : Trabajos Mina Papagayo</p>																																																										
<p>FECHA : 27 de Abril 2014</p>																																																										
<p>INFORME</p>																																																										
<p>I. SEGURIDAD:</p> <p>En el acumulado del mes de Abril se tiene 6 accidentes incapacitantes, 17 accidentes leves, 10 accidentes con daño a la propiedad, 34 incidentes que hacen un total de 67 eventos con las empresas que realizan trabajos en la Zona Norte (Incluye los eventos de la Mina el Tingo).</p>																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #00a0e3; color: white;"> <th>Cuenta de TIPO_REPORTE</th> <th>TIPO_REPORTE</th> <th>AIT</th> <th>ALE</th> <th>IDP</th> <th>INC</th> <th>Total general</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESCR_PROV</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>COMPañIA MINERA PODEROSA S.A.</td> <td>3</td> <td></td> <td>4</td> <td>7</td> <td>12</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>EIMAC E.I.R.L</td> <td>1</td> <td></td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>J & S CONTRATISTAS GENERALES S.R.LTDA.</td> <td>1</td> <td></td> <td>5</td> <td></td> <td>11</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>MINERA TAURO S.A.C.</td> <td>1</td> <td></td> <td>4</td> <td>1</td> <td>8</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>MONTAU S.A.</td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr style="background-color: #00a0e3; color: white;"> <td>Total general</td> <td>6</td> <td></td> <td>17</td> <td>10</td> <td>34</td> <td>67</td> </tr> </tbody> </table>			Cuenta de TIPO_REPORTE	TIPO_REPORTE	AIT	ALE	IDP	INC	Total general	DESCR_PROV							COMPañIA MINERA PODEROSA S.A.	3		4	7	12	26	EIMAC E.I.R.L	1		3	1	3	8	J & S CONTRATISTAS GENERALES S.R.LTDA.	1		5		11	17	MINERA TAURO S.A.C.	1		4	1	8	14	MONTAU S.A.			1	1		2	Total general	6		17	10	34	67
Cuenta de TIPO_REPORTE	TIPO_REPORTE	AIT	ALE	IDP	INC	Total general																																																				
DESCR_PROV																																																										
COMPañIA MINERA PODEROSA S.A.	3		4	7	12	26																																																				
EIMAC E.I.R.L	1		3	1	3	8																																																				
J & S CONTRATISTAS GENERALES S.R.LTDA.	1		5		11	17																																																				
MINERA TAURO S.A.C.	1		4	1	8	14																																																				
MONTAU S.A.			1	1		2																																																				
Total general	6		17	10	34	67																																																				
<p>Los accidentes Incapacitantes son los Siguietes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siendo las 2:45 a.m. del 13/04/2014, los trabajadores Lopez Valeriano Santos (Perforista), Herrera Barrios Valentín (ayudante perforista), Flores Castillo Julio (Perforista) y Ruiz Castillo Fermín (ayudante perforista) de CMPSA, perforaban con 2 máquinas jack leg sobre la plataforma en la GL NW NV 1660 (sección 3x3 m), veta Jimena Mina el Tingo, los dos primeros estaban ubicados al lado izquierdo y los otros dos al lado derecho, cuando ejecutaban el 3er taladro, ocurre un evento de relajamiento con desprendimiento de roca en la parte alta de la labor, impactando sobre la plataforma, rompiendo el caballete del lado derecho, originando la caída de las tablas y trabajadores en mención, ocasionando una herida en el brazo izquierdo y espalda del trabajador Julio Flores, en los demás trabajadores politraumatismos y contusiones, por lo que de inmediato son trasladados a la posta médica de Vijus. Luego de la evaluación médica, los trabajadores Julio Flores y Santos López son evacuados a la ciudad de Trujillo. 																																																										

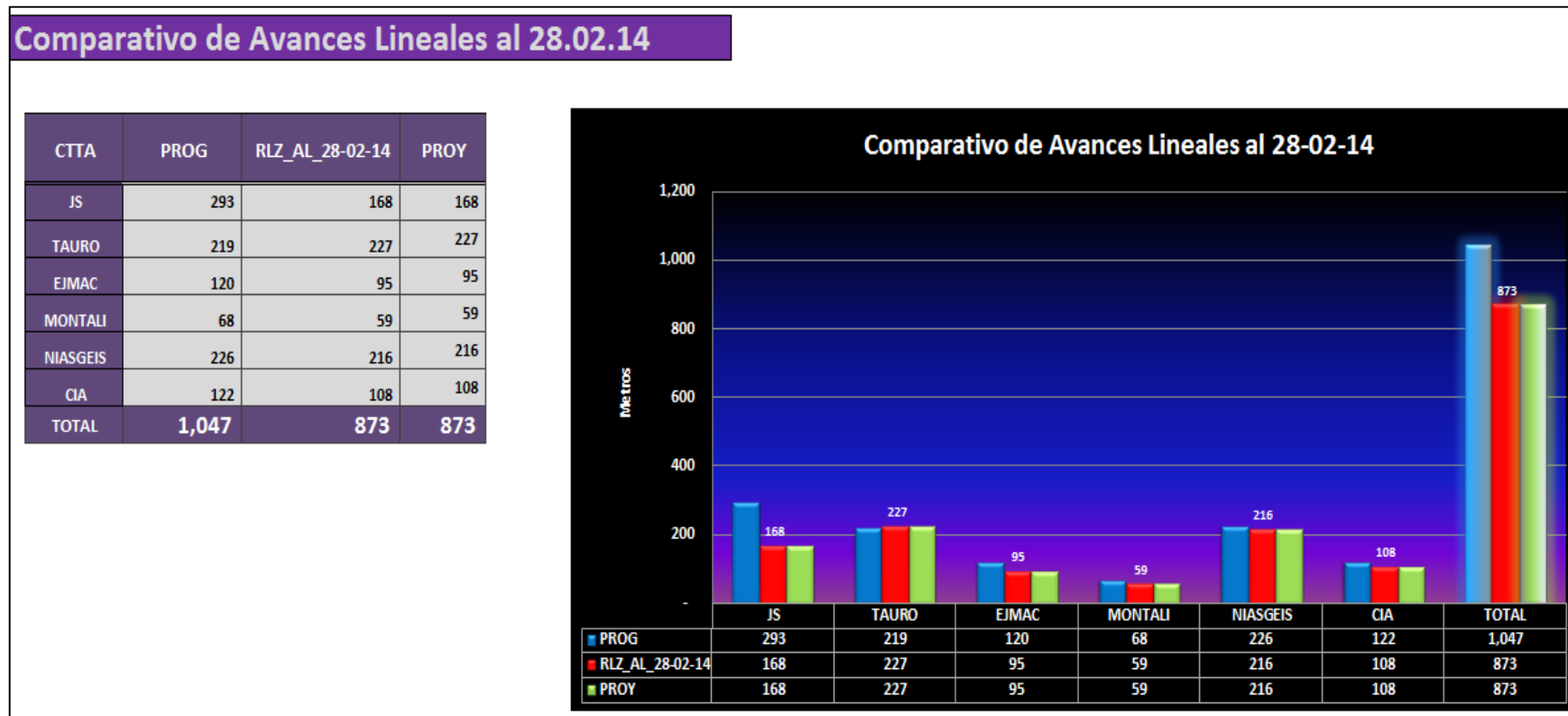
Fuente: Reporte de Mina Papagayo Abril 2014 - Compañía Minera Poderosa S.A.

Las causas que ocasionaron los incidentes:

Cuenta de TIPO_REPORTE	TIPO_REPO	AIT	ALE	IDP	INC	Total general	
DESCR_PROV	DESCR_EVENTO						
COMPañIA MINERA PODEROSA S.A.	(24-OTROS) PERSONAL NO AUTORIZADO				1	1	
	(24-OTROS) ROBO				1	1	
	DESPRENDIMIENTO DE ROCAS	2	1			3	
	ENERGIA ELECTRICA				1	1	
	MANIPULACIÓN DE MATERIALES		1			1	
	OPERACION DE CARGA Y DESCARGA		1			1	
	OPERACIÓN DE MAQUINARIAS			4	4	8	
	PERFORACIÓN DE TALADROS		1			1	
	TRÁNSITO				2	2	
	(24-OTROS) CON TAMIACION AMBIENTAL					1	1
	NO UTILIZAR EPP					1	1
	NO USO DE EPP	1					1
	(24-OTROS) OTROS				1		1
	(24-OTROS) FALTA DE VENTILACION					1	1
	EIMACE I.R.L	(24-OTROS) FALTA /FALLA DE SOSTENIMIENTO				2	2
ACARREO Y TRANSPORTE					1	1	
CAÍDAS DE PERSONAS			1			1	
DESPRENDIMIENTO DE ROCAS			1			1	
OPERACIÓN DE MAQUINARIAS				1		1	
PERFORACIÓN DE TALADROS		1	1			2	
J & S CONTRATISTAS GENERALES S.R.LTDA	(24-OTROS) INDISCIPLINA				2	2	
	(24-OTROS) LAMPARA				1	1	
	ACARREO Y TRANSPORTE				1	1	
	CARGA Y DESCARGA				1	1	
	DESPRENDIMIENTO DE ROCAS		2		4	6	
	HERRAMIENTAS	1	2			3	
	GASES				1	1	
(24-OTROS) OTROS				1	1		
MINERATAURO S.A.C.	GASEAMIENTO		1			1	
	(24-OTROS) FALTA /FALLA DE SOSTENIMIENTO				1	1	
	(24-OTROS) INCUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTO				3	3	
	(24-OTROS) INDISCIPLINA				1	1	
	(24-OTROS) ROBO				1	1	
	(24-OTROS) TIROS CORTADOS				1	1	
	CAÍDAS DE PERSONAS		2			2	
	DESPRENDIMIENTO DE ROCAS	1	1			2	
	HERRAMIENTAS		1			1	
	OPERACIÓN DE MAQUINARIAS			1		1	
(24-OTROS) PROTECCIONES INSEGURAS DE MAQUINARIAS				1	1		
MONTALIS.A.	TRÁNSITO		1			1	
	(24-OTROS) DESACOPLE DE TUBERIA			1		1	
Total general		6	17	10	34	67	

Fuente: Reporte de Mina Papagayo Abril 2014 - Compañía Minera Poderosa S.A.

**ANEXO Nº 13 INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE VARIABLE DEPENDIENTE (ACTIVIDAD DE VOLADURA)
INFORMES DIARIOS DE AVANCES LINEALES EN METRAJE - FEBRERO**

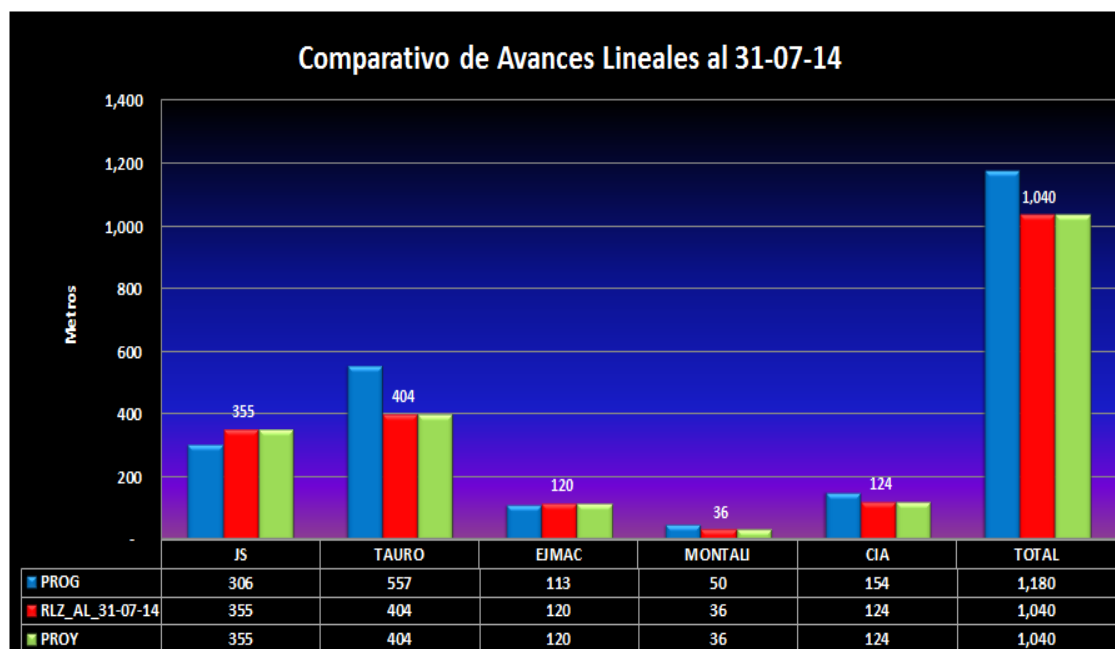


Fuente: Reporte de Avances Lineales Febrero 2014 - Compañía Minera Poderosa S.A.

ANEXO Nº 13.1 INFORMES DIARIOS DE AVANCES LINEALES EN METRAJE - JULIO

Comparativo de Avances Lineales al 31-07-2014

CTTA	PROG	RLZ_AL_31-07-14	PROY
JS	306	355	355
TAURO	557	404	404
EIMAC	113	120	120
MONTALI	50	36	36
CIA	154	124	124
TOTAL	1,180	1,040	1,040



Fuente: Reporte de Avances Lineales Julio 2014 - Compañía Minera Poderosa S.A.

**ANEXO Nº 14 INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE VARIABLE
DEPENDIENTE (ACTIVIDAD DE VOLADURA) - CANTIDAD DE MINERAL EXTRAÍDO
DIARIO**

Fecha	EXTRACCIÓN DE MINERAL POR TONELADA						
	De Túnel Vijus a Planta				5 A&C		
	1	2	3	Total	1	2	Total
01/02/2014	201.58	272.81	556.13	1030.52	728	1036	1764
02/02/2014	284.77	114.31	285.14	684.22	518	672	1190
03/02/2014	110.39	237.02	155.98	503.39	490	700	1190
04/02/2014	172.27	19.62	587.91	779.8	693	756	1449
05/02/2014	255.21	185.26	139.15	579.62	560	434	994
06/02/2014	118.37	138.08	141.42	397.87	518	385	903
07/02/2014	34.90	294.27	288.33	617.5	518	532	1050
08/02/2014	163.99	113.33	135.81	413.13	476	343	819
09/02/2014	74.28	32.31	136.66	243.25	308	329	637
10/02/2014	138.96	0.00	51.76	190.72	77	364	441
11/02/2014	157.08	162.81	103.78	423.67	371	525	896
12/02/2014	158.99	227.08	257.35	643.42	280	413	693
13/02/2014	143.02	30.61	34.28	207.91	140	469	609
14/02/2014	270.23	7.02	168.59	445.84	112	294	406
15/02/2014	103.80	141.20	188.71	433.71	210	168	378
16/02/2014	0.00	0.00	0.00	0	0	168	168
17/02/2014	0.00	141.18	142.89	284.07	511	490	1001
18/02/2014	220.17	230.57	188.56	639.3	476	0	476
19/02/2014	176.96	422.99	227.63	827.58	798	448	1246
20/02/2014	102.30	240.47	350.69	693.46	784	546	1330
21/02/2014	146.55	325.19	174.88	646.62	679	532	1211
22/02/2014	201.70	0.00	175.72	377.42	154	595	749
23/02/2014	144.08	108.84	117.54	370.46	385	462	847
24/02/2014	266.78	174.30	116.07	557.15	672	518	1190
25/02/2014	0.00	71.21	135.04	206.25	231	322	553
26/02/2014	211.63	128.15	125.51	465.29	504	322	826
27/02/2014	0.00	415.28	266.90	682.18	742	322	1064
28/02/2014	194.67	66.05	403.35	664.07	749	588	1337
TOTAL TN EXTRAÍDAS				14,008.42			25,417.00

Fuente: Reporte de Dumpers, Desmote y Mineral Extraído Febrero 2014
Compañía Minera Poderosa S.A.

**ANEXO Nº 14.1 INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE VARIABLE
DEPENDIENTE (ACTIVIDAD DE VOLADURA) - CANTIDAD DE MINERAL EXTRAÍDO
DIARIO**

Fecha	EXTRACCIÓN DE MINERAL POR TONELADA						
	De Túnel Vijus a Planta				CTTA. MAROSE		
	1	2	3	Total	1	2	Total
01/07/2014	141.91	199.96	178.30	520.17	238	532	770
02/07/2014	72.70	205.92	111.03	389.65	168	308	476
03/07/2014	373.06	105.73	202.00	680.79	469	364	833
04/07/2014	200.04	148.51	0.00	348.55	280	210	490
05/07/2014	127.61	140.74	215.42	483.77	546	385	931
06/07/2014	234.49	138.86	164.69	538.04	616	336	952
07/07/2014	133.70	110.91	76.55	321.16	224	280	504
08/07/2014	154.81	104.65	167.14	426.6	490	287	777
09/07/2014	154.17	324.63	43.51	522.31	742	364	1106
10/07/2014	253.54	106.84	66.35	426.73	490	336	826
11/07/2014	72.29	4.63		76.92	462	462	924
12/07/2014	0.00	164.67	228.31	392.98	462	511	973
13/07/2014	295.86	172.01	255.04	722.91	532	476	1008
14/07/2014	208.26	243.02	331.88	783.16	560	539	1099
15/07/2014	152.98	229.52	480.15	862.65	784	238	1022
16/07/2014	75.55	197.43	221.87	494.85	385	539	924
17/07/2014	104.82	175.76	178.71	459.29	546	371	917
18/07/2014	143.17	206.35	172.76	522.28	504	252	756
19/07/2014	97.16	216.79	271.71	585.66	546	378	924
20/07/2014	65.50	103.03	105.70	274.23	434	378	812
21/07/2014	67.43	392.86	97.84	558.13	651	658	1309
22/07/2014	244.23	170.60	194.16	608.99	588	280	868
23/07/2014	151.81	279.50	113.56	544.87	546	266	812
24/07/2014	0.00	211.22	165.85	377.07	574	574	1148
25/07/2014	0.00	282.36	219.97	502.33	644	490	1134
26/07/2014	129.72	242.16	267.38	639.26	630	525	1155
27/07/2014	16.94	92.32	370.22	479.48	609	322	931
28/07/2014	189.83	280.05	254.73	724.61	812	469	1281
29/07/2014	111.86	173.36	143.97	429.19	476	532	1008
30/07/2014	261.55	175.41	288.28	725.24	539	476	1015
31/07/2014	194.54	167.20	102.48	464.22	518	420	938
TOTAL TN EXTRAÍDAS				15,886.09			28,623.00

Fuente: Reporte de Dumpers, Desmonte y Mineral Extraído Julio 2014
Compañía Minera Poderosa S.A.

ANEXO Nº 15 BASE ESTADÍSTICA PARA VALIDAR HIPÓTESIS

ANTES DE APLICAR EL CÍRCULO DE DEMING					DESPUÉS DE APLICAR EL CÍRCULO DE DEMING				
AÑO 2013 MES	VARIABLES				AÑO 2014 MES	VARIABLES			
	Costo por Labores de Avance	Costo por Labores de Explotación	Porcentaje Sobre Rotura	Nº Accidentes por Desprendimiento Roca		Costo por Labores de Avance	Costo por Labores de Explotación	Porcentaje Sobre Rotura	Nº Accidentes por Desprendimiento Roca
Enero	\$173	\$73	23%	4	Abril	\$147	\$52	11%	2
Febrero	\$168	\$71	22%	1	Mayo	\$145	\$49	10%	1
Marzo	\$169	\$67	20%	3	Junio	\$142	\$48	13%	2
Abril	\$176	\$89	18%	1	Julio	\$141	\$46	11%	0
Mayo	\$175	\$73	25%	0	Agosto	\$145	\$44	11%	0
Junio	\$169	\$58	23%	1	Promedio	\$143.8200	\$47.8000	\$0.1120	\$1.0000
Julio	\$169	\$67	19%	2	Desvest	\$2.571	\$3.033	\$0.011	\$1.000
Agosto	\$170	\$62	18%	1					
Septiembre	\$172	\$60	23%	0					
Octubre	\$177	\$61	22%	3					
Noviembre	\$171	\$60	25%	0					
Diciembre	\$172	\$62	24%	1					
Promedio	\$171.5863	\$66.9167	\$0.2183	\$1.4167					
Desvest	\$2.942	\$8.723	\$0.025	\$1.311					

Elaborado por: Lic. Karina Jacqueline Cárdenas Rodríguez

ANEXO Nº 16 VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS

PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA LA VARIABLE: ACTIVIDADES DE VOLADURA

1° Indicador: Costos por Labores de Avance

- Realizamos la Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba F)
- Nivel de Significación del 5%

Ho: $\sigma_A^2 = \sigma_D^2$ (La varianza de los costos por labores de avance del 2013 es igual al del 2014)

H₁: $\sigma_A^2 \neq \sigma_D^2$ (La varianza de los costos por labores de avance del 2013 es diferente al del 2014)

Prueba F- para Igualdad de Varianzas:

8.65700 Varianza: Costo x Labores Avance 2013

6.61195 Varianza: Costo x Labores Avance-2014

1.31 F

0.8594 p-value

Podemos concluir que debido a que el valor de la prueba es 0.8514 (p_value), este nos indica que no debemos rechazar la hipótesis nula; es decir las varianzas son iguales.

Luego:

- Realizamos la Prueba "t" para diferencia de promedios:
- Nivel de Significación del 5%

Ho: $\mu_A = \mu_D$ (El promedio de los costos por labores de avance del 2013 es igual al del 2014)

H₁: $\mu_A > \mu_D$ (El promedio de los costos por labores de avance del 2014 es inferior al del 2013)

Costo por Labores Avance 2013	Costo por Labores Avance-2014	
171.58625	143.819975	Promedio
2.94228	2.571371	Desviación Estándar
12	5	Muestras

15 Grados de Libertad
8.1116508 Varianza Común
2.8480960 Desvest. común
18.32 Valor "t" calculado
5.62E-12 p-value (one-tailed, upper)

Como el valor de la prueba es 0.00000 (p-value), es menor que el valor de significación (0.05) este nos indica que debemos rechazar la hipótesis nula; es decir los promedios de antes y después no son iguales.

Por lo tanto concluimos que el promedio de costo por labores de avance del año 2014 es inferior al del año 2013.

2° Indicador: Costos por Labores de Explotación

- Realizamos la Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba F)
- Nivel de Significación del 5%

Ho: $\sigma_A^2 = \sigma_D^2$ (La varianza de los costos por labores de explotación del 2013 es igual al del 2014)

H₁: $\sigma_A^2 \neq \sigma_D^2$ (La varianza de los costos por labores de explotación del 2013 es diferente al del 2014)

Prueba F- para Igualdad de Varianzas:

76.08 Varianza: Costo x Labores Explotación 2013
9.20 Varianza: Costo x Labores Explotación 2014
8.27 F
0.0558 p-value

Podemos concluir que debido a que el valor de la prueba es 0.0558 (p-value), es mayor que el nivel de significación (0.05) este nos indica que no debemos rechazar la hipótesis nula; es decir las varianzas son iguales.

Luego:

- Realizamos la Prueba “t” para diferencia de promedios:
- Nivel de Significación del 5%

$H_0: \mu_A = \mu_D$ (El promedio de los costos por labores de explotación del 2013 es igual al del 2014)

$H_1: \mu_A > \mu_D$ (El promedio de los costos por labores de explotación del 2014 es inferior al del 2014)

Costo por Labores Explotación 2013	Costo por Labores Explotación 2014	
66.92	47.80	Promedio
8.72	3.03	Desviación Estándar
12	5	Muestras

15 Grados de Libertad
58.248 Varianza Común
7.632 Desvest. común
4.71 Valor “t” calculado
0.0001 p-value (one-tailed, upper)

Como el valor de la prueba es 0.0001 (p_value), es menor que el valor de significación (0.05) este nos indica que debemos rechazar la hipótesis nula; es decir los promedios de antes y después no son iguales.

Por lo tanto concluimos que el promedio de costo por labores de explotación del año 2014 es inferior al del año 2013.

3° Indicador: Porcentaje Sobre Rotura

- Realizamos la Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba F)
- Nivel de Significación del 5%

$H_0: \sigma_A^2 = \sigma_D^2$ (La varianza de los porcentajes de sobre rotura del 2013 es igual al del 2014)

$H_1: \sigma_A^2 \neq \sigma_D^2$ (La varianza de los porcentajes de sobre rotura del 2013 es diferente al del 2014)

Prueba F- para Igualdad de Varianzas:

0.0006 Varianza: Porcentajes de sobre rotura 2013
0.0001 Varianza: Porcentajes de sobre rotura 2014
5.28 F
0.1221 p-value

Podemos concluir que debido a que el valor de la prueba es 0.1221 (p_value), es mayor que el nivel de significación (0.05) este nos indica que no debemos rechazar la hipótesis nula; es decir las varianzas son iguales.

Luego:

- Realizamos la Prueba "t" para diferencia de promedios:
- Nivel de Significación del 5%

$H_0: \mu_A = \mu_D$ (El promedio de los Porcentajes de Sobre Rotura del 2013 es igual al del 2014)

$H_1: \mu_A > \mu_D$ (El promedio de los Porcentajes de Sobre Rotura del 2014 es inferior al del 2014)

Porcentajes de Sobre Rotura 2013	Porcentajes de Sobre Rotura 2014	
0.2183	0.1120	Promedio
0.0252	0.0110	Desviación Estándar
12	5	Muestras

15 Grados de Libertad
0.00050 Varianza Común
0.02228 Desvest. común
8.97 Valor "t" calculado
1.03E-07 p-value (one-tailed, upper)

Como el valor de la prueba es 0.000000103 (p_value), es menor que el valor de significación (0.05) este nos indica que debemos rechazar la hipótesis nula; es decir los promedios de antes y después no son iguales.

Por lo tanto concluimos que el promedio de Porcentajes de Sobre Rotura del año 2014 es inferior al del año 2013.

4° Indicador: Número de Accidentes de Trabajo por Desprendimiento de Roca

- Realizamos la Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Prueba F)
- Nivel de Significación del 5%

Ho: $\sigma_A^2 = \sigma_D^2$ (La varianza del número de accidentes de trabajo por desprendimiento de roca del 2013 es igual al del 2014)

H₁: $\sigma_A^2 \neq \sigma_D^2$ (La varianza del número de accidentes de trabajo por desprendimiento de roca del 2013 es diferente al del 2014)

Prueba F- para Igualdad de Varianzas:

1.72 Varianza: del número de accidentes de trabajo por desprendimiento de roca 2013

1.00 Varianza: del número de accidentes de trabajo por desprendimiento de roca 2014

1.72 F

.6351 p-value

Podemos concluir que debido a que el valor de la prueba es 0.6351 (p_value), es mayor que el nivel de significación (0.05) este nos indica que no debemos rechazar la hipótesis nula; es decir las varianzas son iguales.

Luego:

- Realizamos la Prueba "t" para diferencia de promedios:
- Nivel de Significación del 5%

Ho: $\mu_A = \mu_D$ (El promedio del número de accidentes de trabajo por desprendimiento de roca del 2013 es igual al del 2014)

$H_1: \mu_A > \mu_D$ (El promedio del número de accidentes de trabajo por desprendimiento de roca del 2014 es inferior al del 2013)

N° Accidentes por Desprendimiento Roca-2013	N° de Accidentes por Desprendimiento Roca-2014	
1.42	1.00	Promedio
1.31	1.00	Desviación Estándar
12	5	Muestras

15 Grados de Libertad
1.528 Varianza Común
1.236 Desviación Estándar
0.63 Valot "t" calculado
.2680 p-value (one-tailed, upper)

Como el valor de la prueba es 0.2680 (p_value), no es menor que el valor de significación (0.05) este nos indica que No debemos rechazar la hipótesis nula; es decir los promedios de antes y después son iguales.

Por lo tanto concluimos que el promedio de Número de Accidentes de Trabajo por Desprendimiento de Roca del año 2014 aun no es inferior al del año 2013.