



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERIA

---

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

“IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFECTIVIDAD GLOBAL DEL EQUIPO DE PERFORACION SKS12 REEDRILL DE LA MINA LAGUNAS NORTE, DE LA MINERA MINERA BARICK MISQUICHILCA S.A.”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Edman Bernardo Cardozo Ruiz

**Asesor:**

Ing. Marcos Baca López

Trujillo - Perú

2013

## DEDICATORIA

*A nuestro Padre Celestial por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.*

*A mi madre:*

*Sra. Rosa Alejandrina Ruiz Vela*

*Por ser el ejemplo y pilar de mi vida, por su amor, consejos y apoyo incondicional. Por enseñarme a ser una persona de bien, gracias Madrecita y que Dios me la bendiga siempre.*

*A mi pareja:*

*Sra. Melisa Lorena Rodríguez Varas*

*Por brindarme su amor, cariño y apoyo constante. Dios nos da la dicha de que pronto seremos padres. Te Amo mi Reyna Linda*

*A mi futuro hijo(a):*

*Hijo(a) aun faltan 6 meses para que llegues al mundo, decirte que ya eres mi mayor inspiración y motivación, Te Amo hijito(a).*

**AGRADECIMIENTO:**

A mis familiares y seres queridos por todo el apoyo que me brindaron

A mis profesores de la UPN, por sus enseñanzas y consejos

A mis asesores de tesis por hacer posible la realización de la misma

A mis compañeros de estudios por su continuo aliento

## **PRESENTACION**

### **SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:**

De conformidad con el reglamento de graduación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte y como parte del proceso encaminado a obtener el Título de Ingeniero Industrial, presento ante su ilustre criterio la tesis titulada: Implementación de herramientas lean para el mejoramiento de la efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A.

**Trujillo, Noviembre del 2013**

---

**Bach. Edman Bernardo Cardozo Ruíz**

## LISTA DE MIEMBROS DE EVALUACION DE LA TESIS

### ASESOR:

---

ING. MARCOS BACA LÓPEZ

### JURADO 1 :

---

ING. RAMIRO F. MAS McGOWEN

### JURADO 2 :

---

ING. ABEL E. GONZÁLES WONG

### JURADO 3 :

---

ING. MAGALY P. TELLO ALBURQUEQUE

## RESUMEN

El sistema de gestión lean es actualmente la clave de la eficiencia que conduce al éxito a muchas empresas. Sin embargo, también muchas empresas fracasan en su implantación, por lo que este trabajo se propone demostrar que la adecuada implementación de herramientas lean contribuye al mejoramiento de la efectividad del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A. Las herramientas utilizadas fueron 5S', trabajo estandarizado, equipo de alto rendimiento, herramientas de resolución de problemas, manejo de inventario.

Los resultados obtenidos después de aplicar herramientas Lean, demuestran que el exceso de metros perforados ha disminuido de 3,994.39 m. a 1028.35 m. en la perforadora SKS-12 #01; de 3,841.16 m. a 831.72 m. en la perforadora SKS-12 #02; de 3,011.57 m. a 278.94 m. en la perforadora SKS-12 #03 y de 2336.9 m a 292.34 m en la perforadora SKS-12 #04.

La implementación de las herramientas Lean generaría en los siguientes 12 meses, una disminución del costo total acumulado por exceso de metros perforados a un promedio de \$ 123,998.85 y en los próximos 5 años, a un promedio de \$619,994.25; si los comparamos con los valores anteriores a la implementación cuyo costo total acumulado por exceso de metros perforados en promedios fueron \$ 448,256.75 a 12 meses; y en los siguientes 5 años a un promedio de \$ 2'241.283.76.

La evaluación de la factibilidad económica revela que a 5 años el VAN (\$595,059.61) y TIR (47.36%) sería rentable para la empresa la implementación de herramientas lean, para mejorar la operatividad de los signos vitales y como consecuencia reducir los costos generados por exceso de metros perforados.

Finalmente se debe resaltar la importancia que tiene para la industria la implementación de herramientas de mejora continua.

## ABSTRACT

The system of management read it is nowadays the key of the efficiency that he leads to the success to many companies. Nevertheless, also many companies fail in his implantation, for what this work proposes to demonstrate that they read the suitable implementation of tools he contributes to the improvement of the efficiency of the equipment of perforation SKS12 Reedrill of the mine Lagoons North, of the Miner Barrick Misquichilca S.A. The used tools were 5S', standardized work, I equip of high performance, tools of resolution of problems, inventor managing.

The results obtained after applying tools Read, they demonstrate that the excess of perforated meters has diminished of 3,994.39 m. To 1028.35 m. In the drill SKS-12 #01; of 3,841.16 m. To 831.72 m. In the drill SKS-12 #02; of 3,011.57 m. To 278.94 m. In the drill SKS-12 #03 and from 2336.9 m to 292.34 m in the drill SKS-12 #04.

The implementation the tools Read it would generate in the following 12 months, a decrease of the total cost accumulated by excess of meters perforated to an average of \$ 123,998.85 and in the next 5 years, to an average of 619,994.25 \$; if we compare them with the values previous to the implementation which total cost accumulated by excess of meters perforated in averages it were \$ 448,256.75 to 12 months; and in the following 5 years to an average of \$ 2 ' 241.283.76.

The evaluation of the economic feasibility reveals that to 5 years the VAN (595,059.61 \$) and TIR (47.36 %) would be profitable for the company the implementation of tools read, to improve the operability of the vital signs and as consequence to reduce the costs generated by excess of perforated meters.

Finally it is necessary to highlight the importance that has for the industry the implementation of tools of constant improvement.

## INDICE DE FIGURAS

- Figura N° 01.** Ubicación geográfica de la mina Lagunas Norte de la minera Barrick.
- Figura N° 02.** Diagrama de Ishikawa.
- Figura N° 03.** Comparación del costo por exceso de metros versus operatividad de los signos vitales (Tabla N° 06).
- Figura N° 04.** Proyección acumulada a 12 meses del costo por exceso de metros, sin efectuarse ninguna mejora (sin Lean) (Tabla N° 07).
- Figura N° 05.** Proyección acumulada a 5 años del costo por exceso de metros, sin efectuarse ninguna mejora (sin Lean) (Tabla N° 08)
- Figura N° 06.** Cajas de nemas ubicadas en el techo de la perforadora Reedrill SKS-12
- Figura N° 07.** Sensor de Profundidad (Shaft Encoder) de la perforadora Reedrill SKS-12
- Figura N° 08.** Sensor del RPM de la perforadora Reedrill SKS-12
- Figura N° 09.** PLC de los signos vitales de la perforadora Reedrill SKS-12
- Figura N° 10.** Caja nema reinstalada conteniendo los módulos: PLC, HUB y GSP de la perforadora Reedrill SKS-12.
- Figura N° 11.** Reubicación del sensor de profundidad (Shaft Encoder) de la perforadora Reedrill SKS-12.
- Figura N° 12.** Reinstalación del sensor RPM de la perforadora Reedrill SKS-12.
- Figura N° 13.** Plano eléctricos estándar de instalación de los signos vitales de la perforadora Reedrill SKS-12.
- Figura N° 14.** Diagrama de instalación estándar de los signos vitales de la perforadora Reedrill SKS-12.
- Figura N° 15.** Registro de asistencia a las charlas de capacitación.
- Figura N° 16.** Ingreso a la opción tickets en el sistema Dispatch,
- Figura N° 17.** Ventana de creación de Tickets y visualización de reportes.
- Figura N° 18.** Tickets de trabajos creados y/o existentes para ser atendidos por el personal técnico.
- Figura N° 19.** Ventana de reportes de los tickets atendidos oportunamente.



- Figura N° 20.** Comparación del costo por exceso de metros versus operatividad de los signos vitales, después de la aplicación Lean. (Tabla N° 23).
- Figura N° 21.** Proyección Acumulada a 12 Meses del Costo por Exceso de Metros, Luego de Lean (Tabla N° 24).
- Figura N° 22.** Proyección Acumulada a 5 Años del Costo por Exceso de Metros, Luego de Lean (Tabla N° 25).

## INDICE DE TABLAS

- Tabla N° 01.** Relación entre los principios del lean, los factores determinantes de su aplicación y el indicador o indicadores de cada factor. Fuente: [URL 01].
- Tabla N° 02.** Las seis grandes pérdidas reales de los equipos. Fuente: [URL 08].
- Tabla N° 03.** Valores de la OEE para las cuatro perforadoras Red Drill SKS12. Fuente: Anexo N° 01.
- Tabla N° 04.** Análisis de holes, metros perforados en exceso para las perforadoras Reedrill SKS-12: Período setiembre 2012 – febrero 2013. Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte. El costo por metro perforado es de \$17.
- Tabla N° 05.** Metros perforados en exceso, operatividad de los signos vitales y costos por metros de exceso en dólares para las perforadoras Reedrill SKS-12. Período setiembre 2012- febrero 2013. Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.
- Tabla N° 06.** Análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12 para el período setiembre 2012 – febrero 2013. Fuente: Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.
- Tabla N° 07.** Proyección Acumulada a 12 Meses del Costo por Exceso de Metros, sin efectuarse ninguna mejora (Sin Lean). Fuente: Tabla N° 06.
- Tabla N° 08.** Proyección acumulada a 5 Años del costo por exceso de metros, sin efectuarse ninguna mejora (sin Lean). Fuente: Tabla N° 06
- Tabla N° 09.** Inventario de partes y repuestos de los signos vitales.
- Tabla N° 10.** Valores de la OEE para las cuatro perforadoras Red Drill SKS12 Luego de la propuesta
- Tabla N° 11.** Comparativa de la OEE, luego de la Propuesta
- Tabla N° 12.** Comparativa de la operatividad de los Signos Vitales, luego de la Propuesta
- Tabla N° 13.** Costo detallado de los Componentes de un Sistema de Signos Vitales para perforadora
- Tabla N° 14.** Costo Fijo y Variable Inicial por implementación de Lean
- Tabla N° 15.** Inversión Inicial Total
- Tabla N° 16.** Resumen de costos para el soporte de los signos vitales de las 4 perforadoras Reedrill SKS-12.

- Tabla N° 17.** Beneficio Económico y/o Impacto Económico Acumulado a 12 meses. Fuente: Tabla N°07, 24. Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte. El costo por metro perforado es de \$17.
- Tabla N° 18.** Beneficio Económico y/o Impacto Económico Acumulado a 5 Años. Fuente: Tabla N°08, 25.
- Tabla N° 19.** Calculo del VAN y TIR para 12 meses. Fuente: Tabla N° 17.
- Tabla N° 20.** Calculo del VAN y TIR para 5 años. Fuente: Tabla N° 18.
- Tabla N° 21.** Análisis de holes, metros perforados en exceso para las perforadoras Reedrill SKS-12: Período Marzo 2013 – Junio 2013. Luego de la Implementación de Lean. Fuente: Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte. El costo por metro perforado es de \$17.
- Tabla N° 22.** Metros perforados en exceso, operatividad de los signos vitales y costos por metros de exceso en dólares para las perforadoras Reedrill SKS-12. Período Marzo 2013- Junio 2013. Luego de la Implementación de Lean. Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.
- Tabla N° 23.** Análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12 para el período Marzo 2013 – Junio 2013. Fuente: Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.
- Tabla N° 24.** Proyección Acumulada hasta el mes 12 del Costo por Exceso de Metros, Luego de Lean. Fuente Tabla N° 23.
- Tabla N° 25.** Proyección Acumulada a 5 Años del Costo por Exceso de Metros, Luego de Lean. Fuente: Tabla N° 24

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
PRESENTACION.....	iii
LISTA DE MIEMBROS DE EVALUACION DE LA TESIS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE GENERAL.....	xi
INTRODUCCION.....	xiv
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Formulación del Problema.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Justificación.....	4
1.6. Tipo de investigación.....	5
1.6.1. Por la orientación.....	5
1.6.2. Por el diseño.....	5
1.7. Diseño de la investigación.....	5
1.8. Variables e indicadores.....	6
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación.....	9
2.2. Base teórica.....	16
2.2.1. Los sistemas productivos.....	16
2.2.2. El sistema de producción ajustado.....	16
2.2.3. Categorías y principios de la producción ajustada.....	19
2.2.4. Los tres niveles para la aplicación de la producción ajustada.....	23

2.2.5. Efectividad global del equipo OEE (Overall Equipment Effectiveness).....	35
2.3. Marco conceptual.....	40
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL.....	49
3.1. Lineamientos Generales de la Empresa.....	49
3.2. Ubicación Geográfica de la Concesionaria.....	51
3.3. Antecedentes de la Empresa.....	51
3.4. Visión y Misión.....	52
3.4.1. Visión.....	52
3.4.2. Misión.....	52
3.4.3. Política de calidad.....	53
3.5. Descripción del producto.....	59
3.6. Organigrama de la Empresa.....	61
3.7. Flujograma del proceso.....	62
3.8. Diagnóstico.....	63
3.8.1. Análisis de causa-efecto.....	63
3.8.2. Indicador Efectividad Global de los Equipos (OEE).....	68
3.8.3. Análisis de holes, metros perforados en exceso y operatividad de los... signos vitales de las perforadoras Reedrill SKS-12	69
3.8.4. Análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12 para el..... período setiembre 2012 – febrero 2013	73
CAPÍTULO IV: SOLUCIÓN PROPUESTA.....	79
4.1. 5 S.....	79
4.1.1. Anterior a las 5 S.....	80
4.1.2. Después de las 5 S.....	82
4.2. Trabajo estandarizado.....	84
4.3. Equipo de alto rendimiento.....	99
4.3.1. Modulo de tickets de trabajo.....	101
4.4. Herramientas de resolución de problemas.....	104
4.5. Manejo de inventario.....	104
CAPÍTULO V: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	108
5.1. Inversión inicial.....	108
5.2. Análisis de costos.....	111
5.3. Beneficio económico y/o impacto económico.....	113

5.4. Cálculo del VAN y TIR.....	115
<b>CAPÍTULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>117</b>
6.1. Análisis de metros perforados en exceso, sobrecostos y operatividad de... los signos vitales de las perforadoras Reedrill SKS-12	117
6.2. Análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12, luego de..... la implementación de las herramientas Lean	120
<b>CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONE.....</b>	<b>126</b>
7.1. Conclusiones.....	126
7.2. Recomendaciones.....	129
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>135</b>
Anexo N°1. Análisis de tiempos de estados en horas para las perforadoras..... Reedrill SKS12. Setiembre-Diciembre 2012 , fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte	136
Anexo N°2. Análisis de tiempos de estados en horas para las perforadoras..... Reedrill SKS12. Marzo-Junio 2013 , fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte	137
Anexo N°3. Método de resolución de problemas en tres pasos, Fuente: Minera Barrick. Lagunas Norte	138

## INTRODUCCIÓN

En Perú, Barrick inició sus operaciones en el año 1998 con la mina Pierina, ubicada en la Cordillera Negra, en el distrito de Jangas, Huaraz, en la Región Ancash a 4.100 metros sobre el nivel del mar. En 2005, la empresa construyó Lagunas Norte, mina que se encuentra en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, en la Región La Libertad.

El yacimiento a tajo abierto comenzó sus operaciones el segundo trimestre del 2005 -antes de lo programado- y significó una inversión en su construcción de US\$340 millones. En 2011, Lagunas Norte produjo 763.000 onzas de oro a un costo de caja total de \$269 por onza. Las reservas probadas y probables de oro al 31 de diciembre de 2011 eran 6,2 millones de onzas.

Se realizó un estudio de alcance en el 2011, sobre el potencial de los sulfuros profundos y se están efectuando trabajos metalúrgicos y geotécnicos en el proyecto como parte de un estudio de pre-factibilidad que, se estima, estará listo a fines de 2012. Un beneficio potencial de esta oportunidad de expansión es que la producción del período de vida de la mina comience pronto, el 2016.

Lagunas Norte contribuye con el desarrollo social y económico de La Libertad, no sólo por la creación de puestos de trabajos directos e indirectos sino también por el activo de programa de responsabilidad social que ejecuta en el marco de su compromiso por el desarrollo de las comunidades vecinas. Asimismo, sus altos estándares de seguridad, cuidado del medio ambiente y empleo de tecnología de última generación la han convertido en la mina aurífera más moderna del país.

El presente trabajo pretende la implementación de herramientas lean para el mejoramiento de la efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A. y se describe en los siguientes capítulos.

En el Capítulo I, se describen las generalidades de la investigación como la realidad problemáticas, el problema, la hipótesis, los objetivos, la justificación, el diseño de investigación, las variables e indicadores.

En el Capítulo II, se describen el marco referencial relacionado con la presente investigación, como los antecedentes internacionales y nacionales; las bases teóricas y el marco conceptual.

En el Capítulo III, se hace un diagnóstico de la realidad actual de la empresa, como antecedentes, visión, misión, política de calidad, flujograma del proceso, análisis de causa efecto, diagrama de Ishikawa, análisis de holes, metros perforados en exceso, operatividad de los signos vitales y análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12.

En el Capítulo IV, se describe la solución propuesta que como producto del aporte de todo el equipo Dispatch, se determinó que las Herramientas Lean a implementar serían : 5s, Trabajo Estandarizado, Equipo de Alto Rendimiento, Herramientas de Resolución de Problemas, Manejo de Inventario, que permitieron dar solución definitiva al problema de los signos Vitales.

En el Capítulo V, se hace la evaluación económica, el análisis de costos, beneficio económico y cálculo del VAN y TIR.

En el Capítulo VI, se describen los resultados y discusión, se hace un análisis de metros perforados en exceso, sobrecostos en función de la operatividad de los signos vitales de las perforadoras Reedrill SKS-12; así mismo, se hace un análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12 para el período Marzo 2013 – Junio 2013, luego de la implementación de Lean.

En el Capítulo VII, se plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente estudio.

Además los resultados de la presente investigación se podrán extrapolar situaciones similares de mejora continua.



## CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

Se sabe que los costos de perforación y voladura en la minería superficial son altos, por ello muchas empresas adquieren nuevas tecnologías con el fin de optimizar sus rendimientos y resultados en el proceso de minado; dejando de lado la incorporación en paralelo de herramientas Lean o la Teoría de las restricciones, que garantizarían una producción efectiva.

Minera Barrick Misquichilca S.A. (Lagunas Norte, Región La Libertad), no es ajena a esta realidad; desde el año 2005, la empresa adquirió un sistema costoso de signos vitales (que llamaremos en adelante SV) para las perforadoras SKS12 Reedrill. Los signos vitales ó SV es un sistema de monitoreo utilizando sensores para detectar parámetros de la perforadora como: profundidad perforada a tiempo real, velocidad de rpm, presión de pulldown, presión de torque, presión de aire, y velocidad de penetración.

*Por lo tanto, su implementación y buen funcionamiento produciría enormes beneficios como el hecho de que el operador de la perforadora, podría saber cuántos metros esta perforando y no excederse de lo planificado, ya que esto incrementa los costos excesivamente.* Así mismo, con los valores monitoreados y registrados en el servidor principal del sistema, se puede hacer una proyección del tipo de roca que constituye el proyecto, permitiendo decidir el tipo y la cantidad de explosivo a utilizarse. Tener todos los valores de los signos vitales permite hacer una simulación y proyección ideal y en consecuencia se obtendría como resultado una mejor fragmentación, mejor acarreo del mineral, mejor utilización del chancado, menos tiempo de ciclo de cargas ya que al estar mejor fragmentado el tiempo de carga es menor.

En consecuencia, se mejoraría el diseño de las mallas y voladura; se racionaría el uso de insumos de perforación y voladura (barras, brocas, explosivos, etc.); es decir, se mejoraría la producción ahorrando insumos.

Sin embargo desde que se adquirieron los signos vitales para las 4 perforadoras en el año 2005, la disponibilidad y confiabilidad de los signos vitales ha sido muy baja, entre 5 a 20 % de disponibilidad y cero confiabilidades en el sistema, y como consecuencia no se ha aprovechado al máximo la productividad total efectiva de los equipos de perforación.

La inversión por cada sistema completo de SV por cada perforadora fue aproximadamente de \$100,000.00 dólares americanos haciendo una inversión total para las de cuatro perforadoras de \$400,000.00 dólares americanos. El tiempo de recuperación de dicha inversión se había estimado inicialmente en menos de un año, por los diversos beneficios que se obtendrían por su funcionamiento, sin embargo se puede asegurar que hasta la fecha no se ha recuperado dicha inversión y que hasta el día de hoy no se ha aprovechado esta tecnología como debiera ser.

El costo de mantención de los SV para las 4 perforadas para el último año 2012 fue de \$65,500.00 dólares americanos aproximadamente; y sin embargo no ha logrado mantener una operatividad de los SV aceptable.

Según el último año 2012, la frecuencia de fallas de los SV fue un promedio de dos veces por mes por cada perforadora, es decir ocho fallas al mes por las cuatro perforadoras haciendo un total de 96 fallas anuales por todas las perforadoras. Esto nos revela una alta mantención y muy baja confiabilidad del sistema.

A la fecha han transcurrido 7 años en los que el sistema de signos vitales, no funciona en toda su dimensión, por lo tanto no se han logrado los beneficios y ventajas esperadas como producto de su instalación.

Por otro lado el sistema requiere alta frecuencia de mantenimiento (falla muy seguido), sumado a esto la inoperancia del departamento de mantenimiento al no actuar de forma inmediata ante los indicadores de falla, se ha observado que en algunos casos han transcurrido semanas y/o meses para dar solución al problema. Así mismo, se ha detectado que no existen: procedimientos estandarizados, instructivos, planos, esquemas, ubicación adecuada del sistema de signos vitales,

planes de mantenimiento, contingencia logística para disponer de repuestos en el momento indicado y permanente capacitación del personal técnico.

Por lo anteriormente expuesto, la implementación del proceso de mejora continua a través de herramientas Lean, permitirá diagnosticar, definir y programar soluciones, para luego implantarlas y finalmente verificarlas; por ello el presente trabajo se abocará a mejorar la efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A., y así contribuir con bases sólidas para la eficiente explotación de los recursos mineros.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cuál es el impacto de la implementación de herramientas lean en equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A.?

## **1.3. Hipótesis**

La implementación de herramientas lean mejora la efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Implementar un programa de mejora continua utilizando herramientas lean para el incremento de la efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la Mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Realizar el diagnóstico de la efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la Mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A.
2. Definir e implementar las herramientas lean en el mejoramiento de la efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill.

3. Análisis de los resultados de la implementación de las herramientas lean manufacturing.
4. Evaluación de la factibilidad económica de la implementación.

### **1.5. Justificación**

El reporte del año 2012, indica que el precio promedio de metro perforado por pozo por la SKS12 Reedrill es de \$17 (diecisiete dólares); sin embargo, se ha detectado que existe exceso de perforación por cada pozo entre a 0.2 m a 1.5 m de profundidad, por la inoperancia de los signos vitales. Por lo tanto, si se tiene en cuenta que al mes se ejecutan 20 proyectos por cada perforadora; eso representa entre 500 a 1120 pozos mensuales que cada perforadora ejecuta, se puede calcular que las pérdidas anuales son de \$81,600 (exceso 0,2 m por pozo) y \$1'370,880 (exceso 1.5 m por pozo).

Por tal motivo, la presente investigación se justifica, porque la correcta implementación de herramientas lean orientadas al mejoramiento de la efectividad global del equipo de Perforación SKS12 Reedrill, contribuirá a mejorar la disponibilidad actual de los signos vitales de 20% a un 60%; así mismo, el modelamiento reducirá los excesos de perforación, determinar la dureza de roca y como consecuencia un eficiente diseño de malla de voladura, uso racional de explosivos, brocas y otros elementos, disminuyendo significativamente los costos de perforación y voladura.

Lo anterior, será beneficioso para el proceso productivo, por que como producto de su correcta aplicación, los fragmentos de roca tendrán el tamaño adecuado para el eficiente funcionamiento de la chancadora primaria y de esta manera se evitarán las paradas que actualmente sufre este equipo.

Por otro lado, el hecho de implementar y verificar la correcta aplicación de las herramientas lean, contribuirá con las tendencias actuales que se exige a estos procesos de mejora continua ya que existen muchas publicaciones que sólo han quedado a nivel de propuesta.

Finalmente, el éxito de los resultados podrá ser extrapolado a otras empresas del rubro en la solución de problemas que se puedan presentar en el proceso productivo de explotación de los recursos mineros.

## **1.6. Tipo de investigación**

### **1.6.1. Por la orientación**

Aplicada proyectista.

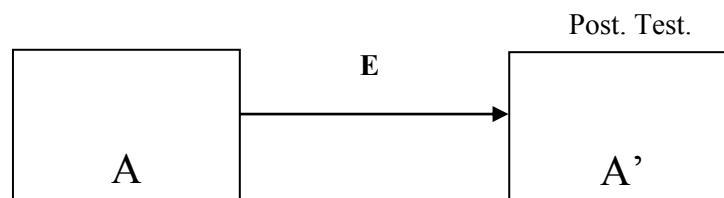
### **1.6.2. Por el diseño**

Pre experimental.

## **1.7. Diseño de la investigación**

El diseño será pre – experimental, porque el grado de control es mínimo y consiste en aplicar un estímulo a las unidades de análisis para luego determinar el grado en que se manifiestan. Se trabaja con un solo grupo [Texto 01].

Se aplicará el diseño de postprueba con un solo grupo, representado en el siguiente ideograma [Texto 01].



Donde:

A = efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la Mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A., antes de aplicar herramientas Lean.

E = Herramientas Lean

A' = efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill de la Mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A., después de aplicar herramientas Lean.

## 1.8. Variables e indicadores

**Variable independiente:** Herramientas Lean.

**Variable dependiente:** Efectividad global del equipo de perforación SKS12 Reedrill.

**Indicadores:**

**Tabla N° 01.** Relación entre los principios del lean, los factores determinantes de su aplicación y el indicador o indicadores de cada factor.

<b>Eliminación de los desperdicios</b>	
Tiempos de puesta en marcha (-)	Tiempo necesario para los cambios de formato (set ups)
Tiempo de máquina parada (-)	Número de horas en que las máquinas están estando paradas debido al malfuncionamiento en proporción al tiempo de máquina total
<b>Mejora continua</b>	
Sugerencias (+)	Número de sugerencias por empleado y año
	Porcentaje de sugerencias puestas en ejecución
Organización de actividades de la mejora	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Círculos de calidad</li> <li>2. Equipos multifuncionales, y resolución espontánea de problemas</li> <li>3. Programa formal de sugerencias</li> <li>4. Ninguna organización explícita</li> </ol>
<b>Defectos cero</b>	
Responsabilidad de identificación de piezas defectuosas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los trabajadores identifican las piezas defectuosas y paran la línea</li> <li>2. Los trabajadores identifican las piezas defectuosas, pero no paran la línea</li> <li>3. El departamento de control de calidad identifica</li> </ol>

	piezas defectuosas e informa a la gerencia de producción
Grado de control del proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los procesos se controlan con medidas dentro del proceso</li> <li>2. Se hace la medición después de cada proceso</li> <li>3. La medición se hace solamente cuando el producto está acabado</li> </ol>
<b>Justo a tiempo</b>	
Tiempo de espera de las ordenes (-)	Cantidad de tiempo gastado procesando cada orden
<b>Equipos multifuncionales</b>	
Estructura del equipo (+)	Porcentaje de empleados que trabajan en equipos
Entrenamiento (+)	Número de tareas en que están preparados los empleados
	Número de áreas funcionales en que están preparados los empleados
	Cantidad (en horas) de preparación dadas a los nuevos empleado
<b>Descentralización de responsabilidades</b>	
Tareas de supervisión	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La dirección del equipo rota entre los miembros del equipo</li> <li>2. Tareas de supervisión realizadas por el equipo</li> <li>3. Nivel de supervisión separado en la organización</li> </ol>
Dirección del equipo (+)	Porcentaje de empleados que pueden aceptar la responsabilidad de la dirección del equipo
	Porcentaje de empleados que aceptan la responsabilidad de la dirección del equipo
Organización jerárquica (-)	Número de niveles jerárquicos en la organización de la fabricación

Áreas de responsabilidad (+)	Número de áreas funcional que son la responsabilidad de los equipos
<b>Integración de funciones</b>	
Contenido del trabajo en los equipos (+)	Número de tareas indirectas distintas realizadas por el equipo
Funciones de apoyo (-)	El cociente de empleados indirectos en proporción a empleados directos
<b>Efectividad global de equipos (OEE)</b>	
Disponibilidad	Pérdidas de Tiempo
	Averías (Primera Pérdida)
	Esperas (Segunda Pérdida)
Rendimiento	Pérdidas de Velocidad
	Microparadas (Tercera Pérdida)
	Velocidad Reducida (Cuarta Pérdida)
Calidad	Deshechos (Scrap) (Quinta Pérdida)
	Retrabajo (Sexta Pérdida)

Fuente. [URL 01]



## CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

### 2.1. Antecedentes de la investigación

Para llevar a cabo la investigación, se revisaron las publicaciones más recientes y relevantes acerca del tema, para determinar qué tan factible es lo que se propuso.

#### **De alcance internacional:**

**Pérez**, en su trabajo, El avión de la muda: herramienta de apoyo a la enseñanza-aprendizaje práctico de la manufactura esbelta, Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia 2011. Plantea el desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN. El programa a desarrollar pretende ser una herramienta que permita al usuario adquirir un profundo conocimiento de la gestión Lean a través de la formación basada en el uso de ordenadores (Computer Based Training); concluye que el empleo de simuladores conductuales en la formación de un tema tan complejo como es la gestión Lean, acelera el proceso de aprendizaje. El carácter eminentemente práctico de Lean Simulator ayuda a sus usuarios de una forma ágil y funcional a interiorizar los conceptos que envuelven esta filosofía de gestión [URL 02].

**Martínez y Moyano**, en su trabajo Lean production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica, Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 17, Nº 1, Universidad de Jaén, España. 2011. Concluyen que en torno a Lean Production se observa que en cuanto a su aplicabilidad, la evidencia empírica muestra que los problemas para implantar Lean en la industria aeronáutica no son, necesariamente, más difíciles que en otros sectores industriales. Los retos son diferentes, pero no más difíciles. No obstante, los desafíos de su implantación son reales y resultan difíciles para muchas empresas, por lo que existe la necesidad de atender a las necesidades únicas de las organizaciones cuando deciden implantar Lean. Por otro lado, respecto a la investigación sobre la Gestión de la Cadena de Suministro en la industria aeronáutica, se observa que la línea identificada en torno a los cambios estructurales acaecidos en esta industria se encuentra en su fase de madurez al

haber identificado ampliamente estos cambios que están afectando a todos los integrantes de la cadena de valor [URL 03].

**Serrano y Suárez**, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 2004. hacen un análisis y evaluación de los elementos generales de la teoría de manufactura esbelta que pueden generar desarrollo en una empresa del sector de transformación de plásticos. Caso: upr ltda. Ellos concluyen que concluye que la aplicación de la teoría de Manufactura Esbelta a una empresa de manufactura de plásticos netamente colombiana, como es el caso de UPR Ltda., no tendría obstáculos que impidan su desarrollo dentro de la cultura organizacional que se medirá con el estudio de la firma YANHAAS, en cada trabajo exploratorio que se realizó con el personal de la planta de producción, (ver actas de trabajo), se vio la gran disposición a colaborar con los cambios sugeridos, además si se tiene en cuenta el éxito que tuvo la empresa General Motors cuando trabajo con personal latino en Estados Unidos, fortalece la idea de poder trabajar la teoría en el ámbito colombiano, y sirve para ir desmitificando la idea de que es una teoría solo para Japón o Estados Unidos, con un fortalecimiento y difusión por parte de la dirección de la compañía en el tema se podrían lograr grandes avances, como se vio en el capítulo de viabilidad financiera [URL 04].

**Marín-García y Carneiro**, Universidad Politécnica de Valencia, España 2010, se plantean como objetivo realizar la validación del modelo de medida de la producción ajustada y comprobar cuál de los modelos, presentados en los artículos publicados previamente, se ajusta mejor a los datos obtenidos en el trabajo de campo. Después de hacer el análisis concluyen que de todos ellos, el modelo basado en subescalas independientes parece mostrar un mejor ajuste con los datos utilizados. Esto no significa que los demás modelos no sean adecuados en los contextos, o con las muestras específicas, para las que fueron diseñados. Sin embargo, el modelo de sub-escalas parece más robusto y aplicable cuando se utilizan muestras diferentes. Complementa y extienden la investigación en el área aportando una traducción al castellano de ítems comunes, la incorporación de un conjunto de dimensiones amplio e integrador de la literatura, la aplicación a una muestra de empresas no investigada hasta la actualidad, la validación de sub-

escalas comprobando las propiedades psicométricas y comparándola con las de otras muestras publicadas [URL 05].

**Méndez**, hace una propuesta para la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) administrado por el sistema de planificación de los recursos de manufactura ii (mrpii, manufacturing resource planning ii) en una industria de elaboración de productos de limpieza, concluye que Con la filosofía TPM se logra un cambio organizacional y cultural de manera permanente en la búsqueda de la mejora continua y cero defectos, involucrando a toda la empresa para obtener los planes de mantenimiento proactivo y autónomo, formando un grupo multidisciplinario que desarrolle ese proceso altamente estructurado en el que los integrantes perfeccionen la aplicación de los resultados en sus puestos de trabajo. Tesis para optar el título de ingeniero mecánico industrial [URL 06].

**Pérez, Jorge**, hace una investigación sobre El avión de la muda: herramienta de apoyo a la enseñanza-aprendizaje práctico de la manufactura esbelta, el se plantea ¿Qué actividad emplear en la enseñanza-aprendizaje de la manufactura esbelta, para incorporar escenarios colaborativos donde los participantes viven cien un problema que les despierte interés, realicen experimentaciones en la realidad y evidencien practicidad de conceptos teóricos previamente introducidos? Concluye que Se ha diseñado una herramienta de fácil replicación en academia y empresa, que puede desplegarse con recursos accesibles a docentes, incorporar en la enseñanza-aprendizaje de la manufactura esbelta, específicamente: 7 mudas, 5'S y gerencia visual, elementos prácticos que propicien un aprendizaje basado en problemas y construcción de conocimiento a partir de necesidades reales. Todo ello, además, bajo un ambiente colaborativo donde se intercambian opiniones, se estimula el pensamiento crítico y reflexivo, se fomenta el trabajo en equipo, el liderazgo y se muestra asociación con conceptos teóricos previamente introducidos. “El avión de la muda” también posibilita impactar el desarrollo procedimental de otros temas de la misma área, como: balanceo de línea, kanban, justo a tiempo y control de calidad en operaciones, y sirve de base para que, por medio de su adaptación, pueda utilizarse en otras áreas.

“El avión de la muda” es importante emplearlo en la enseñanza-aprendizaje de la manufactura esbelta, ya que a diferencia de la clase magistral, brinda el escenario para que el aprendiz viva la experiencia de trabajar en una línea de producción caracterizada por mudas de manufactura, buscando por sí mismo y también como miembro de un equipo, respuestas a: ¿qué problemas hay, cuáles son sus causas, sus consecuencias y cómo mejorar? Esto le permite, con entusiasmo, satisfacción y curiosidad, someter a ensayo en la práctica, sus hipótesis y modelos mentales sobre elementos del mejoramiento en las empresas y hasta en la vida cotidiana, no solo impactando en lo visual y/o auditivo, sino lo procedimental, bajo esquemas de aprender haciendo.

Durante el despliegue de esta herramienta ha generado asombro encontrar que las primeras acciones en las que se piensa, se basan en despedir personal o cambiarlo de puesto por que “ahí no sirve”, sin considerar la capacitación y el entrenamiento. Esto refleja la importancia, en la preparación de futuros titulados, de fortalecer la componente socio humanística, propiciando que en sus acciones prevalezca la intención de liberar el potencial humano, antes de implementar contramedidas que pueden asemejarse “soluciones rápidas que fallan” [URL 076].

**Molina**, Universidad de san Carlos, Guatemala. 2005. Propone la aplicación de los fundamentos del mantenimiento productivo total (TPM) a las líneas de costura de una planta de producción de una empresa dedicada a la confección de pantalones; concluye que el Mantenimiento Productivo Total como programa de mejora continua permite a las diversas organizaciones productivas en donde es aplicado que se perpetúe un nivel de exigencia a través de toda la organización, lo que permite incrementar el nivel de competitividad de la empresa, y por lo tanto, obtener una mejora relativa en el posicionamiento del mercado. Así mismo, el plan básico de operación para poder mejorar a través del uso del T.P.M. está conformado principalmente por el programa de capacitación que debe brindarse para lograr el completo funcionamiento del Mantenimiento Autónomo. Seguidamente, los comités de mejora serán los encargados conjuntamente con el departamento de ingeniería de establecer las próximas acciones que deban seguirse de acuerdo con las necesidades detectadas por ellos [URL 08].

**López y Sartal**, Revista: Forum Calidad artículo N° 3, 2012.en su artículo mejorando la productividad. La utilización del kpi por excelencia: el OEE. Concluye que la estrategia de una industria para alcanzar valores de la World Class son:

1. Elegir una métrica, un sistema de medida de la eficiencia de producción, que incluya todas las pérdidas existentes y que pueda condensarse en un único índice KPI. Tal y como se ha expuesto a lo largo del artículo, la métrica OEE es la opción elegida por las empresas que han alcanzado la excelencia.
2. Implantar un sistema de monitorización automático del estado de los equipos o líneas de fabricación en tiempo real, basado en la conexión directa a los PLCs de las máquinas para monitorizar, comparar y analizar continuamente los parámetros de producción, mediante un software de captura adecuado (sistema MES, Artículo 3, número anterior).
3. Utilizar una herramienta de análisis de la información de tiempos y causas de paradas recogidas por el sistema de captura mediante la métrica OEE.
4. Formar al personal de producción y planta implicado.
5. Fijar unos objetivos de mejora de los índices de la OEE, D, R y Q.
6. Crear un plan de seguimiento y un equipo de trabajo para la mejora continua de la OEE para avanzar hacia la World Class [URL 09].

**Ballesteros**, Scientia et Technica Año XIV, No 38, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, en su artículo algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas. Concluye que los empresarios colombianos deben contribuir a fortalecer los nuevos paradigmas de las estrategias de producción, que han ido consolidándose y enriqueciendo en forma progresiva con los recientes aportes teórico – prácticos, producto de la investigación en el amplio escenario de la Administración de Operaciones. El sistema de producción esbelta está asociado fuertemente con el sentido común y por eso su implementación exige una adecuada preparación en la cultura organizacional, donde todos,

directivos y empleados estén comprometidos a cambiar sus tradicionales formas de pensar y de trabajar. Se observa en este artículo que el enfoque del sistema es la eliminación de toda clase de desperdicios (o muda). Para esto es importante el desarrollo de un pensamiento estratégico y esbelto que permita “hacer más con menos” y brindar una manera de hacer el trabajo en un ambiente más agradable y satisfactorio, mediante la retroalimentación oportuna de los esfuerzos por convertir el desperdicio en valor. Definitivamente se debe aprender a trabajar en equipo. Para implementar en las empresas colombianas un sistema tan sencillo en el procedimiento pero muy complejo en su filosofía no son suficientes las buenas intenciones y propósitos de los trabajadores. Es determinante el compromiso de la alta dirección o gerencia, que con una buena dosis de sentido común y con suficientes recursos económicos para invertir en tecnología y capacitación se puede respaldar esta clase de proyectos [URL 10].

**Juárez y Pérez**, Instituto Politécnico Nacional, México, 2009. En su trabajo “Reducción de desperdicio en la fabricación de gorras por medio de lean manufacturing”; concluyeron que los resultados obtenidos cumplen con el objetivo de dicha investigación, el cual fue eliminar los desperdicios. Se puede observar como el proceso productivo fluye de manera más rápida, se disminuyen los cuellos de botella y se tiene mayor capacidad de producción al disminuir los tiempos. Así mismo, se comprueba que con herramientas correctas de manufactura esbelta se pueden lograr grandes beneficios, aunque la mejora sea sencilla tienen gran impacto en el proceso, y esto se ve reflejado en los ingresos de la empresa.

Como equipo aprendieron el manejo de Lean en todos los ámbitos, es decir, que no es necesario que se implemente en una empresa este método, sino que también puede ser llevado a cabo en la vida diaria, manejando tiempos, viendo las distintas formas que puedes llegar a un objetivo eliminando movimientos que innecesarios y llevar una mejor administración, orden y limpieza en cada uno de las actividades que se realizan. Logramos aprender y seguiremos aprendiendo, mejorándonos a nosotros mismos sin quedar en estancamiento [URL 11].

### **De alcance nacional:**

**Cavalcanti**, Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima- Perú. 2005. Plantea una adaptación de un programa productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera; concluye que se recomienda invertir en el desarrollo de la OEE para luego implementar en las mejoras en la gestión que son parte de la filosofía del TPM, y así reducir las fallas por las paradas de equipos, fallas en calidad que se traducen en pérdidas económicas para la empresa. Sin embargo, ambas etapas pueden ser introducidas simultáneamente. Los beneficios que se obtendrían con la implementación del proyecto, son mayores que los costos en los cuales incurriría la empresa [URL 12].

**Hernández**, plantea su estudio en una Metodología de planificación de cadenas de suministro de productos de consumo masivo de alimentos envasados, aplicando los conceptos lean y agile, en el Perú. El desarrollo de esta investigación ha permitido validar la aplicación de los conceptos lean y agile en la industria de consumo masivo de alimentos envasados. Los resultados obtenidos, si bien se enmarcan dentro de lo definido en esta tesis, permiten trazar puntos de partida para futuras investigaciones.

La principal conclusión de la tesis es que la metodología desarrollada para la planificación de una cadena de suministro, que aplica los conceptos lean y agile, se puede aplicar a algunas industrias de consumo masivo de alimentos envasados; para ello, es necesario adaptar los conceptos lean y agile a cada realidad de negocio. Se concluye que los conceptos lean y agile, y la metodología de planificación desarrollada presentan importantes ventajas y algunas desventajas que obligan a evaluar económicamente su adaptación a cada categoría o producto donde se desee aplicar [URL 13].

## **2.2. Base teórica**

### **2.2.1. Los sistemas productivos**

El proceso de transformación o manufactura se realiza sobre la base de los denominados sistemas productivos específicamente diseñados para tal fin.

Un sistema productivo o manufacturero es una red de procesos orientada a un objetivo a través de la cual fluyen entidades [URL 14].

- Tiene un objetivo principal, que generalmente será el de ganar dinero.
- Contiene procesos. Estos pueden ser los procesos físicos de fabricación habituales (corte, taladrado, soldadura...), pero también se incluyen otros procesos que soportan y apoyan a los procesos directos de fabricación o transformación de los productos (gestión de pedidos, expediciones, mantenimiento...).
- Las entidades no incluyen solamente las piezas o productos fabricados, sino que también la información que se emplea para controlar el sistema.
- El flujo de entidades a través del sistema describe como se procesan los materiales y la información. La gestión de este flujo es la tarea más importante de un responsable de producción.
- Es una red de partes que interactúan. La gestión de estas interacciones es tan importante como la gestión de los procesos o entidades individuales.

Los entornos manufactureros o productivos varían de una forma importante dependiendo de la estructura de sus procesos, es decir, de la manera en que los productos fluyen por la planta. Una posible clasificación genérica de los entornos manufactureros se refiere a la distinción de cuatro categorías principales [Texto 02, 03,04].

### **2.2.2. El sistema de producción ajustado**

También denominada como Lean Production o Lean Manufacturing. Surge en Japón tras la segunda guerra mundial y la firma que va adaptando este enfoque es



en un inicio Toyota. Por aquel entonces la economía japonesa mostraba las siguientes particularidades en cuanto al sector de la automoción [Texto 05 y 06].

- Mercado doméstico de pequeño tamaño y demandando una amplia gama de vehículos.
- Buena posición de trabajadores y sindicatos en las negociaciones colectivas y no dispuestos a ser tratados como piezas intercambiables, tal y como ocurría con la Producción en Masa.
- Nula inmigración dispuesta a trabajar en condiciones desfavorables.
- Carencia de capital para proveerse de últimas tecnologías occidentales.
- Prohibición por parte del gobierno japonés de inversiones extranjeras directas.

Toyota, Nissan y otras marcas decidieron afrontar esta tesitura en base a producir coches con variedad de modelos nuevos bajo un enfoque diferente al imperante en el mundo occidental. Taiichi Ohno, ingeniero de Toyota y uno de los artífices del proyecto, denominó al nuevo enfoque Sistema de Producción Toyota (TPS) [Texto 3, 07, 08 y 18].

La implantación plena del TPS derivó en las mejoras de la cadena de suministro, ingeniería de producto, demanda del consumidor, trato con los clientes.

Hay que tener claro que la solución óptima para cada sistema productivo o logístico, provendrá de un análisis detallado de las variables de entrada, los procesos del sistema y de sus parámetros [URL 01].

Los principios de la producción ajustada son:

#### **A) El principio de reducción de costos**

Los clientes tienen constantemente a las compañías bajo presión para reducir los costos y los tiempos de entrega; así como para tener la más alta calidad. El

pensamiento tradicional dicta que el precio de venta es calculado por el costo más el margen de utilidad que se desea. Pero en el ambiente económico de hoy eso es un problema. El mercado es tan competitivo que hay alguien siempre listo para tomar su lugar. Los clientes pueden marcar el precio y usted no tendrá la ganancia que espera. Bajo estas circunstancias, el único camino para obtener una ganancia es eliminando desperdicios de sus procesos, y por lo tanto reduciendo los costos [Texto 19].

Determinando el precio que el cliente está dispuesto a pagar, y restando el costo, se puede determinar cuál será su ganancia. Los clientes frecuentemente establecen el precio y también demandan la disminución de éstos. Por eso es tan importante la eliminación de desperdicios, ya que es la base para maximizar las ganancias.

### **B) Valor agregado**

Cuando se aplica el sistema de producción ajustado, se inicia analizando los procesos de manufactura desde el punto de vista del cliente. La primera pregunta siempre es: ¿Qué es lo que el cliente espera de este proceso? Esto se define como valor. A través de los ojos del cliente, puede observarse un proceso y separar los pasos que agregan valor de los que no. Se puede aplicar en cualquier proceso (manufactura, información o servicio) [Texto 20].

Los operadores realizan muchos pasos pero generalmente sólo un pequeño número de éstos agrega valor. Pero, algunos de los que no agregan valor son necesarios. El punto es minimizar el tiempo que se gasta en operaciones que no agregan valor mediante el acomodo de herramientas, equipos y materiales tan cerca como sea posible dentro del proceso [Texto 20].

### **C) Desperdicios**

Se han identificado siete tipos de desperdicios que no agregan valor al proceso de manufactura (sobreproducción, espera, transporte, sobre procesamiento o procesamiento incorrecto, inventario, movimiento, productos defectuosos o retrabajos). Esto también se puede aplicar dentro del desarrollo de un producto, en la oficina y un servicio. El objetivo principal de la producción ajustada es minimizar el desperdicio. Muda (palabra japonesa cuyo significado es

desperdicio), es todo aquello que no agrega valor y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar [Texto 20].

Dentro de estas categorías, existen muchos otros tipos de desperdicios más específicos; pero para definir desperdicio y entender como asignarlo, es de gran ayuda pensar en tres niveles. El nivel uno de es para los grandes desperdicios, el nivel dos es sobre los desperdicios de procesos y métodos; y, en el nivel tres están los desperdicios menores dentro del proceso [Texto 20].

### **2.2.3. Categorías y principios de la producción ajustada**

La producción ajustada consta de 14 principios, los cuales están organizados en 4 categorías [Texto 21]:

#### **A) Categoría 1: Filosofía a largo plazo.**

**Principio 1:** Basa tus decisiones administrativas en una filosofía a largo plazo, aún a costa de los objetivos financieros a corto plazo.

- Hay que tener una filosofía que sea más importante que cualquier decisión que cualquier decisión a corto plazo.
- Toda la organización debe trabajar, crecer y alinearse por una meta que sea más importante que el dinero.
- Comienza a generar valor para el cliente, la sociedad y la economía.
- Sé responsable. Procura decidir por ti, actúa con confianza en ti mismo y en tus habilidades, acepta tus responsabilidades por tu conducta; mejora las habilidades que te permiten producir valor agregad.

#### **B) Categoría 2: Los procesos correctos van a producir los resultados correctos.**

**Principio 2:** Crea tu flujo continuo en los procesos para hacer que los problemas salgan a la luz.

- Rediseña los procesos para lograr un flujo continuo con un alto agregado y que el material y la información se muevan, con el fin de ligar los procesos y la gente.
- La clave para tener procesos y desarrollo de personal que generen una mejora continua es hacer que el flujo sea algo evidente en la cultura de la organización.

**Principio 3:** Utiliza sistemas de “jalar” (Pull System).

- Provee a tus clientes con lo que necesitan, cuando ellos lo requieren y en la cantidad que lo ocupan.
- Minimiza los inventarios y el trabajo en proceso guardando sólo pequeñas cantidades de cada producto y reabasteciendo frecuentemente, basándose en lo que el cliente consume.
- Hay que responder diariamente a los cambios en la demanda, en vez de confiar en pronósticos de computadoras y sistemas que crean inventarios.

**Principio 4:** Nivelas la carga de trabajo (heijunka). (Trabaja como la tortuga, no como la liebre).

- Elimina los desperdicios, la sobrecarga de trabajo de las personas, de los equipos y las fluctuaciones en los planes de producción. Esto es tan importante como eliminar desperdicios.

**Principio 5:** Crea una cultura en la que la gente se detenga para arreglar los problemas, para así alcanzar la calidad adecuada desde la primera vez (jidoka).

- La calidad para el cliente es algo que agrega valor.
- Haz que tu equipo sea capaz de detectar problemas y de detenerse por sí mismo. Desarrolla un sistema visual para alertar cuando una máquina o proceso necesite ayuda.
- Crea en la organización sistemas de apoyo para resolver problemas y tomar medidas al respecto.

**Principio 6:** La estandarización de tareas es la base para la mejora continua y el empowerment de los empleados.

- Usa métodos estables y repetitivos para mantener y ser predecible en los tiempos y las entregas de tus procesos.
- Mejora los procesos y después actualiza los estándares con esas mejoras: Permite la creatividad y las expresiones individuales para lograr esto.

**Principio 7:** Utiliza el control visual para que ningún problema se pueda esconder.

- Utiliza indicadores visuales sencillos para ayudar a la gente, además de apoyar el flujo y el sistema de jalar.
- Evitar utilizar pantallas de computadoras, si estas hacen que la atención del trabajador se desvíe del lugar de trabajo.
- Reduce tus reportes a una hoja de papel, aún para las decisiones financieras más importantes.

**Principio 8:** Utiliza solamente tecnología confiable y probada que ayude que ayude a tu proceso y tu gente, no para reemplazarla.

- Un proceso ya probado que funciona, es mejor que una nueva tecnología no probada.
- Rechaza o modifica tecnología que vaya en contra de la cultura de la organización.
- Motiva a tu gente a que consideren nuevas tecnologías cuando estén buscando opciones para realizar un trabajo.

**C) Categoría 3: Agregar valor a la organización por medio del desarrollo de tu gente y tus socios.**

**Principio 9:** Desarrolla líderes que comprendan el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a los demás.

- . Desarrolla líderes dentro de la organización, en vez de contratarlos fuera. Deben de ser modelos de la filosofía de la compañía y entender cada detalle del trabajo diario, para que puedan ser los mejores maestros de la filosofía de la compañía.

**Principio 10:** Desarrolla gente y equipos excepcionales que sigan la filosofía de tu empresa.

- Crea una cultura fuerte y estable, en la que los valores y creencias de la compañía se vivan y se compartan.
- Entrena a individuos y utiliza equipos multifuncionales para trabajar juntos y lograr resultados excepcionales.

**Principio 11:** Respeta a tu red de socios y proveedores.

- Tráталos como una extensión de tu negocio.
- Reta a tus socios de negocios externos a crecer y a desarrollarse.
- Ponles objetivos retadores y ayúdalos alcanzarlos.

**D) Categoría 4: Resolver continuamente problemas de raíz impulsa el aprendizaje de la organización.**

**Principio 12:** Ve a ver por ti mismo para comprender la situación (genchi genbutsu).

- Resuelve los problemas y mejora los procesos buscando la causa raíz, observando personalmente y verificando los datos, en vez de basarte en lo que otra gente o la computadora te diga.

- Hasta los ejecutivos del más alto nivel deben ir y ver las cosas por ellos mismos.

**Principio 13:** Toma las decisiones lentamente y por consenso; impleméntalas rápidamente (nema-washi).

- No tomes una decisión hasta que hayas considerado todas las alternativas. Cuando tomes la decisión, impleméntala rápida, pero cuidadosamente.
- Nemawashi es el proceso de discutir los problemas y sus soluciones potenciales con todos los que se ven afectados por ellos, recopilando sus ideas y acordando un camino a seguir.

**Principio 14:** Conviértete en una organización que persigue el aprendizaje por medio de la reflexión (hansei) y la mejora continua (kaizen).

- Protege la base del conocimiento organizacional desarrollando personal estable, ascensos lentos, un sistema de sucesión de puestos muy cuidadoso y utiliza las herramientas de mejora continua.
- Utiliza hansei (reflexión) en los puntos clave y después de terminar un proyecto; identifica todo lo que le faltó. Desarrolla medidas para evitar los mismos errores.

#### **2.2.4. Los tres niveles para la aplicación de la producción ajustada.**

Las herramientas de la producción ajustada se pueden agrupar dentro de tres niveles, que son: demanda, flujo y nivelación [Texto 20].

##### **A) Demanda**

Lo que permite la existencia y permanencia de una empresa en el mercado es poder satisfacer la demanda que tiene el cliente sobre un determinado artículo o servicio. Por ello, para seguir existiendo es vital entender la demanda del cliente, incluyendo las características de calidad, tiempos de entrega (lead time) y precio. Saber eliminar los desperdicios y mantener el precio de venta competitivo, ayudará hasta cierto punto a una empresa a cumplir con tiempos de entrega cada

vez más cortos y con exigencias de calidad más altas, además de brindar un precio más competitivo. De ahí la importancia de las herramientas que se presentarán a continuación [Texto 20].

- **Takt time**

De la información que se tenga sobre la demanda del cliente, se debe determinar el takt time, o el ritmo de producción que marca el cliente. Entonces esto quiere decir que el takt time marca el ritmo de lo que el cliente está demandando, al cual la compañía requiere producir su producto con el fin de satisfacerlo. Producir con el takt time significa que los ritmos de producción y de ventas están sincronizados, que es una de las metas de lean manufacturing [Texto 20].

- **Pitch (lote controlado)**

El estado ideal de cualquier sistema de jalar consiste en la eliminación de todos los desperdicios y en crear un flujo de una pieza a través de todo el sistema de producción, desde la materia prima hasta embarques. Comúnmente el cliente no ordena muchas veces un solo producto, pero, por lo general, se le empacan paquetes estándar en algún tipo de contenedor. Cuando esto sucede es necesario convertir el takt time en un tipo de unidad llamada pitch [Texto 20].

Pitch es una cantidad de pieza por unidad de tiempo, basada en el takt time requerido para que las operaciones realicen unidades que formen paquetes con cantidades predeterminadas de trabajo en proceso. En consecuencia el pitch es el producto del takt time y la cantidad de unidades en el paquete.

- **Takt Image: visualizando el flujo de una pieza**

Es la visión de un estado ideal en el cual se tienen que eliminar todos los desperdicios y mejorar en los puntos en donde se lleva a cabo el flujo de una pieza basándose en el takt time. El takt image reta a la organización entera para alcanzar el más alto nivel [Texto 20].

- **Inventario amortiguador y de seguridad (Buffer and safety inventories)**

El inventario amortiguador es usado cuando la demanda del cliente repentinamente se incrementa y el proceso de producción no es capaz de alcanzar



al takt time. El inventario de seguridad, por otro lado, ayuda a protegerse de los problemas internos (problemas de calidad, confianza en los equipos, etc.) con el fin de alcanzar la demanda [Texto 19].

- **Andon**

Es una herramienta visual que muestra el estado actual de las operaciones, sólo con pasar por el lugar de trabajo. Básicamente este sistema consiste de un tablero en una parte alta del área con indicador de la estación. En cuanto una luz se enciende es señal de que hay un problema; esta alarma o señal puede ser producida en forma manual o automática. La señal sirve para que se genere una ayuda inmediata, o bien para que se tenga una retroalimentación [Texto 20].

Se utilizan los siguientes colores:

- Rojo : Máquina descompuesta
- Azul : Pieza defectuosa
- Blanco : Fin de lote de producción
- Amarillo : Esperando por cambio de modelo
- Verde : Falta de Material
- No luz : Sistema operando normalmente

Los beneficios son: aumenta la calidad en los productos de la línea de trabajo, alerta al personal de las anomalías presentadas en el trabajo, generando menores tiempos de respuesta ante las dificultades; indica claramente las condiciones en los diferentes puntos de la planta de producción.

- **Paro del sistema en una posición fija (fixed position stop system)**

Este sistema es un método para direccionar los problemas en la línea de producción, las cuales son detenidas en una posición fija mientras se termina el tiempo de ciclo de trabajo. El problema debe ser detectado y resuelto durante el tiempo de ciclo [Texto 20].

- **Mapeo del proceso (value stream mapping)**

Se presenta como una técnica relacionada con la Producción Ajustada que sirve como pivote y base para el rediseño de los sistemas productivos bajo un enfoque lean [Texto 18, 22, 23].

Es una técnica gráfica que, mediante el empleo de iconos normalizados integra en una misma figura flujos logísticos de materiales y de información. Ésta, comenzó a emplearse en Toyota bajo el epígrafe de “mapeado del flujo de materiales y de información” y fue finalmente desarrollada por Rother y Shook en su libro “Learning to see” [Texto 18].

## **B) Flujo**

El flujo como lo definen Womack y Jones, es el mejoramiento progresivo de las actividades a través de toda la cadena de valor, desde los procedimientos del diseño hasta el lanzamiento del producto, desde ordenar hasta entregar, y desde la materia prima hasta las manos del cliente sin paros, desperdicios o rechazos [Texto 16].

- **Flujo continuo**

Se puede resumir en un simple enunciado: “mover uno, hacer uno”. Entender el flujo continuo es crítico para la producción ajustada y para asegurarse de que las operaciones nunca harán más de lo que se haya demandado. De esta forma, nunca se producirá más de lo que el cliente pida [Texto 19].

- **Células de Manufactura**

Una manera de mejorar el flujo es la reconfiguración de las operaciones dentro de una célula de trabajo. Una célula de trabajo es una unidad que incluye operaciones que agregan valor al proceso. La organización de una célula involucra equipos y personal, en una secuencia de producción e incluye todas las operaciones requeridas para elaborar un producto [Texto 20].

- **Balaceo de línea**

Es un proceso a través del cual, con el tiempo, se van distribuyendo los elementos de trabajo dentro del proceso en orden para que alcancen el takt time. El balanceo de línea ayuda a la optimización del uso del personal. Al balancear la carga de trabajo, se evitará que algunos trabajen de más y que otros no hagan nada [Texto 20].

- **Trabajo estandarizado**

Es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso. La hoja de trabajo estandarizado ayuda a ilustrar la secuencia de operaciones dentro del proceso, incluyendo el tiempo del ciclo. Esta hoja debe colocarse en el área de trabajo [Texto 20].

- **Cambios rápidos (Smed)**

Los cambios de útiles en minutos de un solo dígito se conocen popularmente como el sistema SMED. El término se refiere a la teoría y técnicas para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos. Aunque cada preparación en particular no pueda literalmente completarse en menos de diez minutos, este es el objetivo del sistema [Texto 24].

- **Mantenimiento autónomo**

Es un elemento básico del mantenimiento productivo total (TPM son sus siglas en inglés). El mantenimiento autónomo se enfoca en mantener en óptimas condiciones al equipo con el fin de prevenir pérdidas de equipo relacionadas con paros, pérdida de velocidad y defectos de calidad mediante el direccionamiento de condiciones anormales que trabajan con tales pérdidas: inadecuada o falta de producción [Texto 20].

- **Mantenimiento productivo Total (TPM)**

Se refiere a un pequeño grupo de actividades que requieren para su implementación del involucramiento total de los empleados, así como de los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería de la planta, con el fin de maximizar la productividad. En otras palabras, TPM es una estrategia que se adopta por todo el personal, quienes son involucrados directamente con

producción para lograr cero accidentes, cero defectos y cero interrupciones [Texto 20].

- **Jidoka**

Esencialmente, Jidoka significa construir un sistema que muestre los problemas y defectos. También se refiere al diseño de las operaciones y equipos que no detengan a los operadores y así estos estén libres para que hagan trabajo que agregue valor [Texto 21].

Jidoka consiste en instalar un mecanismo en las máquinas que les permita detentar defectos y también un mecanismo que detenga la línea o la máquina cuando ocurren los defectos. Estas máquinas agregan valor a la producción sin necesidad de contar con un operador [Texto 20].

Los beneficios son: inspección al 100% de los productos lo que garantiza la calidad de sus componentes y del producto terminado como tal, se reducen tiempos de fabricación debido a la integración de la inspección con la línea de producción, se reducen inventarios de seguridad y pueden disminuir también el número de inspectores de calidad, aumenta la productividad.

- **Justo a tiempo (JIT)**

Justo a tiempo significa producir el artículo indicado en el momento requerido y en la cantidad exacta. Todo lo demás es desperdicio (muda).

JIT es un conjunto de principios, herramientas y técnicas que permiten a la compañía producir y entregar los productos en pequeñas cantidades, con tiempos de entrega cortos, para satisfacer las necesidades del cliente [Texto 20].

Esta filosofía está orientada a reducir o eliminar buena parte las mudas en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio de manufactura, a fin de mejorar continuamente dichos procesos y la calidad del producto o servicio correspondiente.

Para lograr el objetivo de eliminación del desperdicio se utilizan los tres componentes básicos: Calidad, flujo y la intervención de los empleados.

Los beneficios son: disminuye las inversiones para mantener el inventario, aumenta la rotación del inventario, reduce las pérdidas de material, genera menos mudas, mejora la productividad global, disminuye los costos financieros, genera ahorros en los costos de producción, los racionaliza, menor espacio de almacenamiento, se evitan problemas de calidad, cuello de botella. Problemas de coordinación, proveedores no confiables etc.; toma de decisiones en el momento justo, cada operación produce sólo lo necesario para satisfacer la demanda, no existen procesos aleatorios ni desordenados, los componentes que intervienen en la producción llegan en el momento de ser utilizados.

- **Sistemas de kanban**

Kanban significa “tarjeta” o “señal”. Se refiere al uso de tarjetas para el control de los inventarios en el sistema a jalar. También se usa como sinónimo para referirse al desarrollo de un sistema de control de inventarios para usarlo dentro del sistema de producción [Texto 20].

Tiene como objetivos controlar la producción y mejorar los procesos. Los beneficios son reducir los niveles de inventario, facilitando el control de materiales; dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo; prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y que se genere exceso de papeleo innecesario; reducir el WIP (Work in Process); proveer información rápida y precisa y priorizar la producción, el Kanban con más importancia se pone primero que los demás.

- **Primeras entradas primeras salidas (FIFO: First in, first out)**

Es un método de inventario controlado que se usa para asegurarse de que el inventario con más tiempo (primeras entradas) sea el primero en ser usado (primeras salidas). Es útil en situaciones en las que se tiene una variedad de productos en el proceso. Se encuentran antes de personalizar los productos y antes de las operaciones de lotes grandes en donde partes diferentes vayan a operaciones comunes, tales como soldadura, estampado o pintura [Texto 20].

- **5 S (Separar innecesarios, situar necesarios, suprimir suciedad, señalar anomalías, seguir mejorando).**

Las 5 S forman una parte esencial para la implantación de cualquier programa de producción ajustada pues implica sumar esfuerzos para lograr beneficios, manteniendo un lugar de trabajo bajo condiciones tales que logre contribuir a la disminución de desperdicios y reprocesos, así como mejorar la moral del personal. Su importancia radica en mantener un buen ambiente de trabajo, que es crítico para lograr encaminar a una organización hacia la calidad, bajos costos, entregas inmediatas.

Además de que la clasificación, organización, limpieza, disciplina y estandarización son aspectos que representan una necesidad importante en cualquier organización [Texto 20].

La implementación de una estrategia de 5S puede generar efectos en diferentes áreas, algunos de los beneficios que genera son: mayores niveles de seguridad, mayor aseguramiento de la calidad, tiempos de respuesta más cortos, aumento en la vida útil de los equipos, genera cultura organizacional, reducción en producción de defectos, lo que a su vez disminuye gastos.

- **Fabrica y administración visual**

La fábrica y la administración visual es un sistema de comunicación y control usado en toda la planta. El funcionamiento correcto de fábrica visual es el nivel más alto dentro del concepto de las 5S, ya que se genera un control total que puede ser apreciado por todos [Texto 20].

- **Poka Yoke**

Los errores humanos usualmente lo son por distracción. Los mecanismos poka yoke nos ayudan a evitar los defectos, incluso aunque inadvertidamente se comentan errores. Los poka yoke ayudan a fabricar la calidad en el proceso.

Poka yoke apunta a alcanzar cero defectos, y eventualmente, eliminar la inspección de control de calidad [Texto 20].

Tiene como objetivos eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presentan lo antes posible. Para esto, los sistemas Poka Yoke poseen dos funciones: hacer la inspección del 100% de las partes producidas y dar retroalimentación en la ocurrencia de anomalías y generar acciones correctivas.

Poka Yoke utiliza los métodos de control y de advertencia.

Los beneficios son: se asegura la inspección del 100% de los productos elaborados, disminuye la cantidad de defectos que se generan en la línea de producción y genera advertencias y facilita la toma de medidas correctivas para problemas de la producción.

- **Kaizen**

Es el proceso para hacer mejoras incrementalmente, no importa lo pequeñas que sean y alcanzar las metas de Lean de eliminar todos los desperdicios que generan un costo sin agregar valor. Kaizen enseña a trabajar efectivamente a los individuos en grupos pequeños, a solucionar problemas, documentando y mejorando los procesos, recolectando y analizando datos y a manejarse por sí mismo [Texto 20].

- **Hoshin kanri**

Hoshin kanri o administración por directrices (APD) es el sistema nervioso de la manufactura. Este es un sub sistema inmerso dentro del Sistema de control de calidad total (CTC) que permite a una organización planear y ejecutar innovaciones estratégicas a través del desarrollo de planes de implementación apropiados a cada nivel jerárquico a través de toda la organización. El hoshin kanri es el sistema administrativo de una empresa para lograr la supervivencia a través de la satisfacción de las necesidades del cliente [Texto 20].

### **C) Nivelación**

La nivelación es distribuir uniformemente el trabajo, por volumen y variedad, para reducir el inventario en proceso e inventario final, lo que permitirá a los clientes pedir órdenes en pequeñas cantidades. Sin lugar a dudar este es uno de los aspectos más importantes y delicados de todo el proceso, ya que aquí se buscará

distribuir durante el turno, el día o la semana, el trabajo requerido en la célula o línea de producción para satisfacer la demanda del cliente [Texto 20].

- **Heijunka (nivelación de carga)**

Heijunka es un sofisticado método para planear y nivelar la demanda del cliente a través del volumen y variedad a lo largo del turno o del día. Heijunka puede ser la clave para establecer un verdadero sistema de jalar en una fábrica. Para implementarlo se requiere de un sentido de comprensión de lo que es la demanda del cliente y de los efectos de esta en el proceso [Texto 20].

- **Caja heijunka**

La caja heijunka o caja de nivelación, es un dispositivo físico usado para administrar la nivelación del volumen y la variedad de la producción sobre un período específico de tiempo. La carga es nivelada considerando el uso más eficiente del equipo y de las personas. Las tarjetas kanbans son colocadas en el espacio de la caja según corresponda el incremento del pitch en los productos que deben elaborarse para embarcarse y rellenarse subsecuentemente [Texto 20].

Se debe tomar en cuenta los siguientes puntos clave:

- Una caja heijunka debe tener un renglón para uno de los clientes o producto (o por cada color).
- La caja debe tener una columna por cada lapso e pitch.
- No debe tenerse más de una tarjeta u orden kanban por casilla dentro de la caja heijunka.
- Los niveles de los renglones sobre la caja deben incluir las piezas por producto.
- Revisar el pitch para tenerlo conforme a la demanda; se debe evitar pensar que sólo con calcularlo una vez es suficiente.

- **El runner**

Es el camino hacia una transformación ajustada, durante el balanceo de línea, se descubre que se elimina un operador del proceso y se asigna a otra área.



A veces se puede asignar un trabajador como un runner (materialista o manejador de materiales).

Los runner juegan un papel importante en la solución de problemas, porque ellos continuamente monitorean el funcionamiento del pitch (takt time) en la línea o la célula. Los runners están involucrados en que tan bien cumple el mapa de valor con los requerimientos del cliente. Normalmente cuando los problemas ocurren, un operador inmediatamente notifica al líder del equipo o al supervisor y el problema es direccionado después de haber ocurrido. El runner es la única persona que ayuda a prevenir los pequeños problemas antes de que se conviertan en grandes e interrumpan el flujo del proceso [Texto 20].

- **Medibles de la manufactura ajustada** [Texto 20].

Los medibles son una herramienta para rastrear el progreso de la compañía y son clave para el mejoramiento continuo. La mayoría de compañías ven los medibles como una herramienta para un control de costos a corto tiempo; la administración es quien no entiende el significado real.

Lo que recomienda como primer paso es eliminar todos los medibles que no sean ajustados, que son un verdadero caos. El siguiente paso es medir una variedad de puntos enfocados al mapa e valor desde el tiempo de entrega (lead time) hasta los niveles de inventarios, así como la calidad de la primera vez y tratar estos medibles con tal seriedad como la productividad y otros medibles de costos a largo plazo.

Existen muchas maneras y puntos de vista que permiten elegir los medibles indicados para cada tipo de proceso dependiendo del giro de la empresa.

Para establecer los medibles se deben seguir los siguientes pasos:

- Reunirse en equipo para definir los objetivos.
- Hacer una evaluación de la producción ajustada. Los medibles ajustados siempre se basan en los siete tipos de desperdicios: Para encontrar los medibles que mejor encajen dentro del mapa de valor, se requiere hacer una evaluación

de la producción ajustada (por ejemplo una evaluación rápida de la planta). Esta evaluación dará una idea de en qué nivel de la producción ajustada se encuentra el área, proceso o planta.

- Determinar los medibles de la producción ajustada. Establecer los medibles que sean los indicados para la organización depende en gran medida de las circunstancias de la situación. Los medibles claves son:

Throughput (partes por operario hora), calidad a la primera (eficiencia de primera vez), entregas a tiempo, seguridad (osha), valor agregado (porcentaje, por persona, por trabajo directo, por hora), vueltas de inventarios, equipo usado con base en la demanda, efectividad global del equipo (overall equipment effectiveness – OEE) y tiempo de ciclo.

- La administración debe comprometerse los medibles, usando el proceso de catchball entre el equipo y la administración para llegar a un acuerdo sobre los medibles a utilizar.
- Calcular la base de los medibles. Obtener cada medible para determinar el punto de partida. También se requiere decidir: quien será el responsable de hacer las medidas, que tan frecuente se medirá, las formas utilizadas para recolectar datos, como serán reportados los datos, el tipo de gráfica que se usará y en donde se mostrará.
- Seleccionar los objetivos de cada medible y definir nuevas metas.
- Hacer que los medibles sean visuales. Practicar “la democracia en la información”. Muestre los medibles para que todos los vean. Los medibles deben hacer sólo una cosa: proveer información, porque la información, porque la información que no se comparte se vuelve inútil. Mostrar la información provoca que la gente la vea y use.
- Continuar midiendo y mostrar los resultados, además de ir definiendo nuevas metas.

Si se desea tener una visión completa de toda la compañía. Se pueden medir 4 puntos críticos: a) ventas, producción y administración de inventarios, b) como la organización se compromete con el concepto, c) administración de la calidad total y d) técnicas de la manufactura ajustada.

Es importante tener en cuenta que se tienen muchas herramientas que medir, pero en la habilidad de identificar cuáles son las indicadas, está la clave dentro del proceso de implementación de. Los puntos a medir son: son mapa del proceso, takt time, flujo de una pieza, sistema jalar, SMED, velocidad del flujo, productividad, trabajo estándar, jidoka, TPM, valor agregado, balanceo de línea, reducción del manejo de materiales, entre otros.

### **2.2.5. Efectividad global del equipo OEE (Overall equipment Effectiveness)**

Efectividad Global de los Equipos (OEE), también denominada ECE (Eficacia Compuesta de Equipo) es una métrica de la eficiencia comúnmente utilizada, que permite comparar el rendimiento de las plantas, líneas y equipos de producción. El OEE combina los conceptos de disponibilidad y rendimiento de los equipos y la calidad del producto en una métrica sencilla y fácil de comprender. El total del rendimiento desde una máquina hasta la totalidad de una fábrica, puede ser explicado como el impacto acumulado (producto) de tres factores distintos expresados como porcentajes [URL 08].

- La Disponibilidad
- El Ratio de Rendimiento (velocidad de la máquina)
- El Ratio de Calidad

Se trata sin duda del mejor patrón para conocer la productividad real de las plantas y localizar potenciales áreas de mejora en un entorno de fabricación. Los factores de los que se compone este producto: Disponibilidad (Availability) x Rendimiento (Performance) x Calidad (Quality) proporcionan una medida fehaciente de las instalaciones, proporcionando una medida a partir de la cual se puedan definir todas y cada una de las causas de pérdidas de tiempo definiendo la productividad real de planta [URL 08].

Este indicador es posiblemente el más efectivo para conocer el grado de competitividad de una planta industrial ya que se trata del punto de unión entre la toma de decisiones financiera y el rendimiento operativo. Permittiéndonos identificar las barreras que bloquean la mejora de la efectividad, el concepto de OEE reúne eficacia y calidad bajo una métrica común y proporciona una única medición del rendimiento, relacionando directamente costes de operación, pérdidas y cuellos de botella del proceso, permitiendo justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones.

Por otro lado, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual.

La OEE está fuertemente relacionada con el estado de conservación y productividad del equipo mientras está funcionando, indica cuántas piezas han salido como producto correcto funcionando la máquina a la velocidad nominal y sin averiarse.

En este concepto están incluidas todas las fuentes de ineficiencia existentes en cualquier proceso de fabricación (6 grandes pérdidas) que muestra las pérdidas reales de los equipos medidas en tiempo:

- Pérdidas de tiempo del Mantenimiento (averías de equipo).
- Pérdidas de tiempo de la Disponibilidad (arranques, paradas, otras paradas).
- Pérdidas de pequeñas paradas y funcionamiento en vacío.
- Pérdidas de reducción de la velocidad y micro paradas).
- Pérdidas de tiempo de la Calidad (no conformes).
- Pérdidas de tiempo de retrocesos.

**Tabla N° 02.** Las seis grandes pérdidas reales de los equipos.

<b>Criterio</b>	<b>Principales Pérdidas</b>	<b>Categoría OEE</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Tiempo Perdido Por</b>	Grandes Averías	Pérdidas de Disponibilidad	En ocasiones es difícil encontrar el criterio para discernir entre una AVERIA que se encuadre en esta pérdida o en las de Rendimiento
	Puesta en Funcionamiento y Cambios de útiles.	Pérdidas de Disponibilidad	Incluye cambios de reglajes o Configuraciones
<b>Producción Perdida Por</b>	Pequeñas Paradas	Pérdidas de Rendimiento	Se incluyen paradas de tiempo inferior a 5 minutos y no precisan de la intervención del personal de mantenimiento.
	Reducción de Velocidad	Pérdidas de Rendimiento	Debido a que no se quiere producir al máximo rendimiento (Intencionada). Debido a que se aminora la velocidad por algún motivo específico. (Malfuncionamiento, Atasco...)

<b>Producción Perdida Por</b>	Defectos de Inicio de Fabricación	Pérdidas de Calidad	Productos defectuosos que se producen cuando una línea se pone en funcionamiento.
	Defectos de Producción	Pérdidas de Calidad	Productos defectuosos producidos en una línea operativa.

Fuente: [URL 08].

Cada uno de estos parámetros del OEE representa pérdidas que pueden hacerse corresponder a una pérdida de Tiempo Operativo de Producción. Comenzamos a partir de un Tiempo Total Disponible y restamos los tiempos definidos por las pérdidas de Disponibilidad (Paradas), Rendimiento (Velocidad) y Calidad (Rechazadas/Reprocesadas). Muy rápidamente se pueden ver los efectos de esas pérdidas en el tiempo productivo. Claramente, el Tiempo Productivo se convierte en una fracción del Tiempo Total Disponible a través de los siguientes tres factores [URL 08]:

**Disponibilidad:** Mide las pérdidas de disponibilidad de los equipos debido a paros no programados.

**Disponibilidad = Tiempo operativo/Tiempo neto disponible**

En donde:

Tiempo neto disponible = Tiempo extra + Tiempo total programado + Tiempo de paro permitido

Tiempo operativo = Tiempo neto disponible – Tiempo de paros de línea

**Rendimiento:** Mide las pérdidas por rendimiento causadas por el mal funcionamiento del equipo, no funcionamiento a la velocidad y rendimiento original determinada por el fabricante del equipo o diseño.

**Eficiencia = N° unidades realizadas/ N° unidades teóricas**

En donde:

Tiempo operativo x velocidad real / tiempo operativo x velocidad teórica

**Calidad a la primera (FTT):** Estas pérdidas por calidad representan el tiempo utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde, ya que el producto se debe destruir o reprocesar.

**FTT = Unidades conformes a la primera/ Unidades totales**

En donde:

Total de piezas no conformes: Piezas defectuosas + Piezas no conformes

Las cifras que componen la OEE nos ayudan a orientar el tipo de acciones TPM (Mantenimiento Productivo Total) y la clase de instrumentos que debemos utilizar para el estudio de los problemas y fenómenos. Este indicador responde a las acciones realizadas tanto de mantenimiento autónomo, como de otros pilares TPM. Una buena medida inicial de OEE ayuda a identificar potenciales áreas de mejora justificando delante de la alta dirección sobre la necesidad de ofrecer el apoyo de recursos necesarios para el proyecto y para controlar el grado de contribución de las mejoras logradas en la planta [URL 09].

**La métrica OEE permite:**

- El índice global, OEE, informa sobre la eficiencia del proceso productivo con respecto a la capacidad ideal disponible.
- La categorización de los factores, D, R e Q, y el análisis de pérdidas informa de donde se encuentran las pérdidas de productividad.

**La métrica OEE es la mejor herramienta disponible para:**

- Los Departamentos de Producción y Mantenimiento.
- El Departamento de Planificación.

**La OEE está relacionada directamente con los costes de operación.**

A partir de una previsión de la OEE para el próximo año se pueden estimar los Costes de operación, necesidades de Personal, etc., para el plan de anual.

Es una herramienta imprescindible para tomar decisiones **basadas en el ROI** acerca de reformas, instalación de nuevos equipos, modificaciones, etc.

### **2.3. Marco conceptual**

**5S.-** Cinco palabras que empiezan por la letra ese en japonés, utilizadas para crear un entorno de trabajo adecuado para el control visual y la producción esbelta.

**A:**

**Andon.-** Sistema de control visual situado en el área de fabricación, compuesto de un tablero electrónico a base de luces, que informa de la situación de las operaciones de producción y alerta a los miembros del equipo de los problemas que surgen.

**B:**

**Balanceo de línea.-** Un proceso en el cual los elementos del trabajo son gradualmente distribuidos dentro del Value Stream para alcanzar el takt time.

**Benchmarking.-** Método estructurado para identificar un proceso de clase mundial, para entonces compartir información relevante y aplicarla dentro de la organización para mejorar los procesos que sean similares.

**C:**

**Caja heijunka (Heijunka Box).-** La caja heijunka o caja de nivelación es un dispositivo físico usado para administrar la nivelación del volumen y la variedad de la producción por un período específico de tiempo.



**Cambios rápidos (SMED).**- Los cambios de útiles en minutos de un solo dígito se conocen popularmente como el sistema SMED, acrónimo de la expresión inglesa “Single-Minute Exchange of Die”. El término se refiere a la teoría y técnicas para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos.

**Catchball.**- Método de comunicación y retroalimentación, que promueve el libre flujo de ser libremente en varias direcciones, especialmente de arriba-abajo y de abajo-arriba, entre los trabajadores y los gerentes. El sistema catchball es el corazón de un sistema de mejoramiento en donde el trabajador utiliza el sistema de jalar (Pull).

**Células de trabajo (“U” –shaped cells).**- Una layout en forma de “U”, orientada a productos, que permita que una operación o más se produzcan y se tenga flujo de una pieza a la vez o un pequeño lote.

**Clasificación (de las 5S).**- Distinguir lo innecesario de lo necesario para trabajar productivamente.

#### **D:**

**Demanda/ demanda del cliente.**- La cantidad de partes requeridas por el cliente.

**Desperdicios.**- Es todo aquello que no agrega valor, y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar. Los siete tipos de desperdicios son: sobreproducción, espera, transporte, sobre procesamiento o procesamiento incorrecto, inventario, movimiento, productos defectuosos o retrabajos.

**Disciplina (de las 5S).**- Es el apego a un conjunto de leyes o reglamentos que rigen a una comunidad, empresa o a nuestra propia vida. Orden y control personal.

#### **E:**

**Empresa esbelta (Lean Enterprise).**- Una organización que entiende completamente, comunica, implementa y mantiene los conceptos de la Manufactura esbelta en todas y cada una de sus operaciones, así como en las áreas que la conforman.

**Empowerment.-** Es el hecho de delegar poder, autoridad y responsabilidad a los subordinados o asociados y de conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo. Además es una herramienta que provee los elementos para fortalecer los procesos que llevan a las empresas a su desarrollo, como son programas de calidad, mantenimiento, mejora continua, Lean Manufacturing.

**Estandarización (de las 5S).-** Regularizar, normalizar o figurar especificaciones sobre algo, a través de normas, procedimientos o reglamentos.

**Evento kaizen.-** Un equipo toma un tiempo con el fin de implementar rápidamente un método de la Manufactura esbelta en un área en particular en un período de tiempo corto.

**F:**

**Familia de productos.-** Un grupo de partes que tienen en común el uso de cierto equipo y atributos de procesamiento.

**Fixed Position Stop System (Paro del sistema en una posición fija).-** Este sistema es un método para direccionar los problemas en las líneas de producción. Estos son detenidos en una posición fija mientras se termina el tiempo de ciclo de trabajo. El problema de ser detectado y resuelto durante el tiempo de ciclo.

**Flujo.-** El tercer principio del pensamiento esbelto. La realización progresiva de todas las tareas a lo largo del flujo de valor.

**Flujo continuo (Continuos Flow).-** Se puede resumir en un simple enunciado: “mover uno, hacer uno”(o “mover un pequeño lote, hacer un pequeño lote”).

**Flujo de una pieza a la vez (One Piece Flow).-** Se refiere básicamente a tener un flujo de una pieza entre procesos.

**G:**

**Gráfica del balance de operadores (Operator Balance Chart, OBC).-** Un display que muestra los elementos de trabajo, tiempos y operadores de cada operación dentro del mapa del proceso. La gráfica de balanceo de operadores es

usada para mostrar las oportunidades de mejora mediante la visualización de los tiempos de cada operador en relación al tiempo de ciclo total y el takt time.

#### **H:**

**Heijunka o nivelación de la carga.-** Es un sofisticado método para planear y nivelar la demanda del cliente a través del volumen y variedad a lo largo del turno o del día.

**Hoshin kanri.-** Es un subsistema inmerso dentro del sistema del CTC, que permite a una organización planear y ejecutar innovaciones estratégicas, a través del desarrollo de planes de implantación apropiados a cada nivel jerárquico y llevándolos a través de toda la organización.

#### **I:**

**Indicador de ubicación.-** Área de trabajo visual que muestra en dónde va cada artículo. Líneas, flechas, etiquetas y señalamientos son, todos, ejemplos de indicadores de ubicación.

**Inventario amortiguador (Buffer Inventory).-** Los productos terminados están disponibles para alcanzar la demanda del mercado cuando el cliente hace órdenes extraordinarias o varían mucho.

**Inventario de seguridad (Safety Inventory).-** Los productos terminados están disponibles para alcanzar la demanda del mercado cuando se tienen restricciones internas que interrumpen el flujo del proceso.

#### **J:**

**Jalar.-** El cuarto principio del Pensamiento esbelto, el cual significa que nadie debe producir un bien o servicio hasta que el cliente lo requiera.

**Jidoka.-** El segundo pilar del Sistema de producción Toyota. Un método basado en el uso práctico de la automatización a prueba de errores, con el fin de detectar los defectos y liberar a los trabajadores para que hagan múltiples actividades dentro de la célula. En otras palabras jidoka usa la automatización de tal manera que promueve el flujo.

## **K:**

**Kaizen.-** Pequeñas mejoras diarias hechas por todos. Kai significa tomar una parte y zen significa hacerlo bien. El punto de la implementación del kaizen es la eliminación total del desperdicio. También significa mejoramiento continuo que involucra a todos (gerentes y trabajadores por igual).

**Kanban.-** Un sistema de tarjetas que controlan el inventario; es el corazón del sistema jalar. Las tarjetas son el medio para comunicar a los procesos qué es lo que se requiere y cuándo se necesitan.

**Kanban de producción.-** Tarjeta que indica el número de partes que se deben producir para rellenar lo que ha sido tomado del supermercado.

## **L:**

**Lean.-** Abreviatura de Lean Manufacturing (Manufactura esbelta). Paradigma basado en minimizar los desperdicios y aumentar el flujo.

**Limpieza (de las 5S).-** Significa quitar la suciedad de todo lo que conforma la estación de trabajo.

## **M:**

**Mantenimiento autónomo.-** Es un elemento básico del mantenimiento productivo total (TPM). Se enfoca en mantener en óptimas condiciones al equipo con el fin de prevenir pérdidas de equipo relacionadas con paros, pérdidas de velocidad y defectos de calidad.

**Mantenimiento productivo total (TPM).-** Este mantenimiento está dirigido a la maximización de la efectividad del equipo durante toda la vida del mismo. El TPM involucra a todos los empleados de un departamento y de todos los niveles; motiva a las personas para el mantenimiento de la planta a través de los grupos pequeños y actividades voluntarias, y comprende elementos básicos como el desarrollo de un sistema de mantenimiento, educación en el mantenimiento básico, etc.

**Mapa de procesos (Value Stream Mapping).-** Es la representación visual del flujo de información y materiales de una familia de productos en específico.

**Mapa del valor.-** Es el segundo principio del pensamiento esbelto, el cual es un conjunto de actividades requeridas para brindarle a un producto en específico a través de las tres actividades gerenciales críticas de cualquier negocio: resolver problemas, información administrativa y aspectos de transformación.

**Marcapaso.-** Es cualquier proceso de la línea de producción que marca el ritmo del proceso completo y es muy importante que no se confunda con lo que se conoce como los “cuellos de botella”, ya que estos son una restricción para los procesos anteriores causada por una falta de capacidad.

**Medibles de la Manufactura esbelta.-** Esto es una herramienta para rastrear el progreso de la compañía y son una herramienta clave para el mejoramiento continuo.

**Muda.-** Ver desperdicio.

**N:**

**Nivelación.-** distribuir uniformemente el trabajo, por volumen y variedad, para reducir los inventarios y el WIP y para permitir a los clientes generar órdenes pequeñas.

**O:**

**Organización (de las 5S).-** Consiste en ordenar los diversos artículos que se poseen de modo que estén disponibles para su uso en cualquier momento.

**Operación.-** Una o más actividades realizadas sobre un producto por una sola máquina.

**P:**

**Pensamiento esbelto.-** Es un sistema cuyo enfoque es la eliminación del desperdicio, además de proveer una forma de hacer mas y mas con menos y menos- menos personal, menos equipo, menos tiempo, menos espacio- mientras se hacen más corto el tiempo que tardan en brindarla al cliente lo que exactamente desea.

**Perfección.-** El quinto y último elemento del pensamiento esbelto. La eliminación completa de todo el desperdicio para que todas las actividades en un flujo creen valor.

**Pitch.-** Es una cantidad de tiempo –basado en el takt time- requerida para que las operaciones realicen unidades que formen paquetes con cantidades predeterminadas de trabajo en proceso (WIP).

**Pizarrón.-** Lugar asignado con el fin de publicar toda la información clave dentro de la implementación de la Manufactura esbelta.

**Plazo de entrega (Lead Time).-** Plazo de tiempo que debe esperar un cliente para recibir un producto después de haber formalizado un pedido.

**Poka yoke.-** Es una técnica para evitar los simples errores humanos en el trabajo.

**Primeras entradas, primeras salidas (FIFO).-** Es un método de inventario controlado usado para asegurarse de que el inventario con más tiempo (primeras entradas) sea el primero en ser usado (primeras salidas).

**Proceso.-** Una serie de operaciones individuales necesarias para diseñar un producto, completar un pedido o fabricar un producto.

**Producción justo a tiempo.-** Es el primer pilar del sistema de producción Toyota; un paradigma de la producción que se asegura de que el cliente reciba solamente lo que necesita, justo cuando lo requiere y en la cantidad exacta que solicitó. Fue diseñada y perfeccionada en Toyota por Taiichi Ohno, específicamente para medir el desperdicio de producción.

**R:**

**Retiro constante (Paced Withdrawl).-** Es un sistema para mover sólo pequeñas cantidades de producción de una operación o proceso a otro, en intervalos de tiempo iguales para el pitch.

**Runner.-** persona que monitorea el funcionamiento de las líneas o células así como el pitch (o el takt time). Además es quien está en contacto directo para que

se cumplan con los requerimientos y el proceso logre satisfacer las expectativas del cliente.

**Ruta lechera (Milk Run).**- Itinerario de un vehículo de entrega o recolección que realiza múltiples servicios de entrega o recolección en puntos distintos.

**S:**

**Señal Kanban.**- Tarjeta que indica el número de partes que se requiere producir en la operación para surtir lo que se ha tomado del supermercado.

**Sistema jalar (Pull System).**- Un sistema de producción y entrega en cascada que va desde el final del flujo del producto (hacia atrás) hacia su inicio (hacia delante), en el que nada se fabrica por el proveedor ubicado en el inicio, hasta que el cliente, ubicado al final, expresa una necesidad. Se contrapone a empujar (push).

**Supermercado.**- Es un sistema usado para el envío de partes que almacenan un cierto nivel de productos y son rellenos según son jaladas para cumplir con las órdenes de los clientes.

**T:**

**Takt image.**- Es la visión de un estado ideal en el cual se tienen que eliminar los desperdicios y mejorar la actuación del proceso para los puntos en donde se tiene que llevar a cabo el flujo de una pieza basándose en el takt time.

**Takt time.**- Es el ritmo de producción que marca el cliente. Se calcula dividiendo en tiempo de producción disponible (o el tiempo disponible de trabajo por turno) entre la cantidad total requerida (o la demanda de cliente por turno).

**Takt time operacional.**- Este tiempo es mucho más rápido que el takt time. Se usa para balancear la línea y tener un espacio cuando se presenta una falla crónica, como equipo caído, ausentismo o cambios inesperados de la demanda.

**Tarjetas rojas.**- Etiquetas usadas en la implementación de 5S para identificar los artículos que no son necesarios o que están en el lugar equivocado.

**Tiempo de ciclo (Cycle time).**- Es el lapso que transcurre desde que inicia un proceso u operación hasta terminarla.

**Tiempo de ciclo total.-** Es el total del tiempo de ciclo para cada operación o célula en el value stream. En el tiempo de ciclo total de un producto, lo ideal es que éste debe ser igual al tiempo total de valor agregado.

**Trabajo en proceso.-** Cantidad de artículos o piezas, localizadas entre procesos, los cuales no son productos terminados y están esperando turno para ser procesados.

**Trabajo estandarizado.-** Es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso.

**V:**

**Valor.-** El punto crítico de inicio para el pensamiento esbelto es el valor. El valor lo puede definir solamente el consumidor final. El valor lo crea el fabricante.

**Value Stream.-** Son todas las acciones (tanto las que agregan y como las que no agregan valor) requeridas actualmente para brindar un producto a través de flujos esenciales para cualquier producto.

**W:**

**WIP.-** Siglas para abreviar Work in Process, que significa trabajo en proceso.



## CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

### 3.1. Lineamientos Generales de la Empresa

Barrick Gold Corporation, es la minera multinacional dedicada a la extracción de oro más grande del mundo. Su sede principal está ubicada en la ciudad de Toronto, Canadá. Posee más de 26 minas operativas en varios países entre ellos Estados Unidos, Canadá, Australia, Perú, Chile, Argentina y Tanzania.

Inicialmente, la Compañía creció mediante adquisiciones en América del Norte. Mención especial merece la compra de Goldstrike (en 1987), que en ese entonces era una modesta operación con lixiviación en pilas. Barrick pagó \$62 millones de dólares y fue criticada por este gasto sobredimensionado, pero se creía que las reservas se podían duplicar a 1,2 millones de onzas. A comienzos de 2006, las reservas y la producción de Goldstrike sumaban, aproximadamente, un total de 45 millones de onzas y seguían aumentando.

Más tarde, en 1994, con la compra de Lac Minerals Ltd, y Arequipa Resources Ltd. en 1996, la compañía se expandió hacia Sudamérica. La compra de Lac Minerals Ltd. dio a Barrick el control de El Indio en Chile y un interés del 40% en el proyecto Veladero en Argentina. Arequipa Resources aportó propiedades de exploración en Perú, incluyendo Pierina.

Ya en los primeros cuatro meses en Pierina, Barrick confirmó reservas de 6.5 millones de onzas de oro. En un plazo de 2 años, Barrick ya tenía una nueva mina en producción.

En ese entonces, la compañía seguía metódicamente las tres estrategias complementarias que marcan su éxito hasta el día de hoy: inversión permanente en exploración y desarrollo; un enfoque de desarrollo basado en distritos para así optimizar reservas en franjas de oro que parecen ser muy buenos prospectos; y adquisiciones y fusiones disciplinadas.

En 1999, Barrick compró Sutton Resources, cuyas propiedades mineras en Tanzania incluían el depósito Bulyanhulu. Una vez más, Barrick actuó

rápidamente. Aumentó las reservas de oro de 3,8 a 10 millones de onzas en tan solo 18 meses, y la mina empezó su fase de producción en 2001. De acuerdo con su estrategia de desarrollo a nivel distrital, en el año 2000, Barrick compró Pangea Goldfields Inc., cuyas propiedades para exploración incluían Tulawaka en Tanzania.

La fusión con la compañía minera Homestake (en 2001) fue un paso importante. Agregó minas en América del Norte y del Sur y –lo que era nuevo para Barrick— en Australia. Además, ayudó a sentar las bases para el cambio organizacional del año 2003, cuando pasó de un modelo centralizado a una plataforma descentralizada, conformada por unidades regionales de negocios. En paralelo, Barrick estaba desarrollando un nuevo paquete de minas: Tulawaka (Tanzania), Lagunas Norte (Perú), Veladero (Argentina) y Cowal (Australia). Las 3 primeras comenzaron a operar en el año 2005 y la cuarta a principios del 2006.

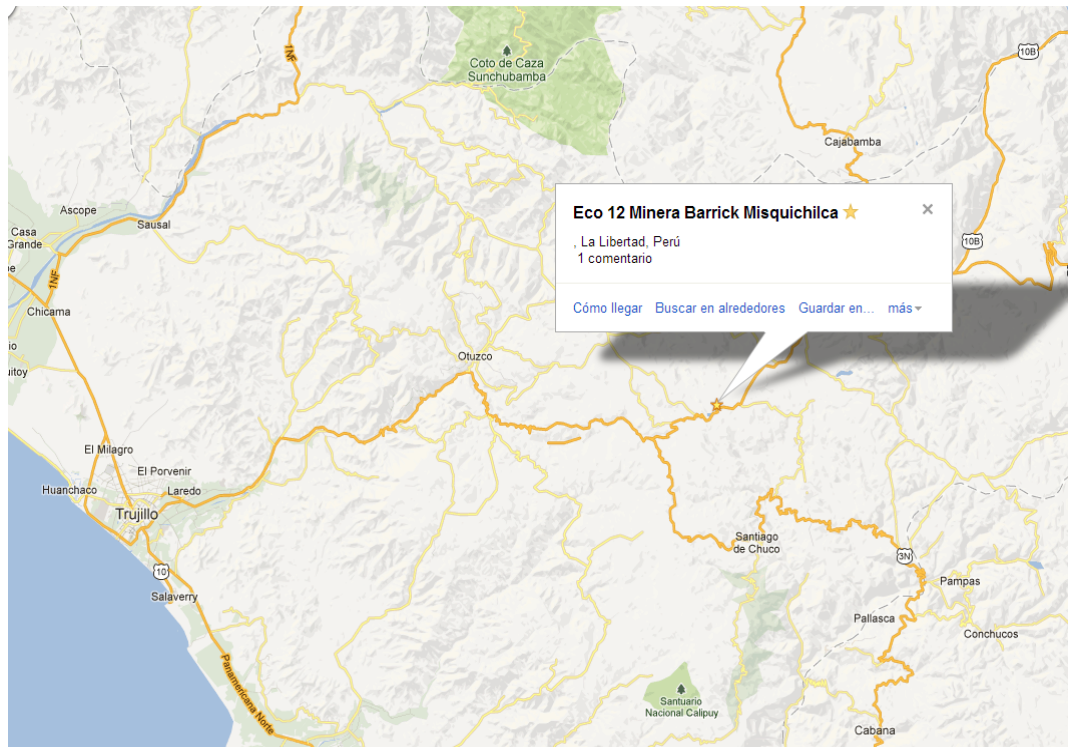
En enero de 2006, Barrick concluyó un acuerdo amigable con Placer Dome, una adquisición cuyos activos complementarios mejoraron posteriormente la posición de la empresa en América del Norte, Tanzania y Australia; agregaron activos cupríferos de clase mundial en Chile y ampliaron su presencia global a Papúa Nueva Guinea y Sudáfrica. Además, prácticamente duplicaron el tamaño de nuestro equipo a nivel mundial.

Esta transacción es el ejemplo más reciente del enfoque consistente de Barrick, orientado hacia el éxito de sus negocios: adquirir activos de calidad, valorar y formar personas al igual que yacimientos, seguir creciendo y prosperando en un sector demandante.

A lo largo de los años, Barrick ha mostrado otra importante consistencia: la responsabilidad social. Bob Smith incluyó la responsabilidad social como un componente clave de la cultura de Barrick a través de una profunda conexión con empleados y comunidades. Hoy en día, la declaración de la visión corporativa define “mejores” con criterios idénticos de rentabilidad y responsabilidad. Esto dice al mundo que Barrick es ambiciosa, basada en el negocio, y con sólidos principios éticos.

### 3.2. Ubicación Geográfica de la Concesionaria

La mina Lagunas Norte está localizada en el Alto Chicama al norte-central de Perú, 140 kilómetros al este de la ciudad costera de Trujillo, y 175 a kilómetros al norte de la mina Pierina, propiedad de Barrick. La propiedad reposa en el lateral oeste de Los Andes Peruanos, y se encuentra entre los 4,000 a 4,260 metros sobre el nivel del mar (figura N° 01).



**Figura N° 01.** Ubicación geográfica de la mina Lagunas Norte de la minera Barrick.

### 3.3. Antecedentes de la Empresa

En Perú, Barrick inició sus operaciones en el año 1998 con la mina Pierina, ubicada en la Cordillera Negra, en el distrito de Jangas, Huaraz, en la Región Ancash a 4.100 metros sobre el nivel del mar. En 2005, la empresa construyó Lagunas Norte, mina que se encuentra en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, en la Región La Libertad.

El yacimiento a tajo abierto comenzó sus operaciones el segundo trimestre del 2005 -antes de lo programado- y significó una inversión en su construcción de

US\$340 millones. En 2011, Lagunas Norte produjo 763.000 onzas de oro a un costo de caja total de \$269 por onza. Las reservas probadas y probables de oro al 31 de diciembre de 2011 eran 6,2 millones de onzas.

Se realizó un estudio de alcance en el 2011, sobre el potencial de los sulfuros profundos y se están efectuando trabajos metalúrgicos y geotécnicos en el proyecto como parte de un estudio de pre-factibilidad que, se estima, estará listo a fines de 2012. Un beneficio potencial de esta oportunidad de expansión es que la producción del período de vida de la mina comience pronto, el 2016.

Lagunas Norte contribuye con el desarrollo social y económico de La Libertad, no sólo por la creación de puestos de trabajos directos e indirectos sino también por el activo de programa de responsabilidad social que ejecuta en el marco de su compromiso por el desarrollo de las comunidades vecinas. Asimismo, sus altos estándares de seguridad, cuidado del medio ambiente y empleo de tecnología de última generación la han convertido en la mina aurífera más moderna del país.

### **3.4. Visión y Misión**

#### **3.4.1. Visión**

La visión de Barrick es ser la mejor compañía de oro del mundo, operando de manera segura, rentable y responsable.

#### **3.4.2. Misión (valores)**

##### **Integridad**

Actúa de manera honesta, confiable y ética, reconociendo que los accionistas, empleados y las jurisdicciones donde opera y son sus grupos de interés más importantes. Trata los activos de la compañía como si fueran suyos. Su credibilidad y reputación son vitales para su éxito. Reconoce que es esencial proteger la licencia social para operar.

### **Respeto y Comunicación Abierta**

Trata a los demás con respeto y fomentamos una cultura inclusiva que promueva el compromiso. Comunica su estrategia de negocio, colaboran y rompen barreras. Valora la diversidad y la valentía para discutir problemas y oportunidades.

### **Responsabilidad y Compromiso**

Acepta sus responsabilidades individuales, establecemos prioridades y actúa de acuerdo a ellas. Su gente está empoderada para decidir, enfocándose en entregar excelentes resultados de manera responsable. Evalúa los riesgos y toma medidas para mitigarlos. Adopta sus compromisos con la seguridad, el medio ambiente y las comunidades y los mantiene como valores personales y profesionales.

### **Trabajo en Equipo**

Trabajan de manera conjunta para alcanzar sus objetivos y celebrar su éxito, asegurándose de que sus metas individuales están alineadas con los objetivos del equipo y de la compañía. Se ayudan mutuamente a mejorar a través del desarrollo y el empoderamiento, generando confianza en las habilidades de cada uno. Colaboran entre las regiones y las áreas funcionales para alcanzar sus metas estratégicas.

### **Crear Valor para los Accionistas**

Se centran en generar ganancias superiores para los accionistas a través de un enfoque disciplinado de asignación de capital y administración del costo. Son responsables por las promesas que hacen y dirigen sus recursos para alcanzar sus objetivos financieros y operativos. Son emprendedores y ágiles, mejorando continuamente su desempeño del negocio para maximizar el valor que entregan a sus accionistas.

#### **3.4.3. Política de calidad**

El éxito de Barrick radica en su compromiso con los más altos estándares de gobierno corporativo e integridad profesional. Sus operaciones comerciales alrededor de mundo son dirigidas de manera ética, honesta y responsable y en conformidad con todas las leyes, reglas y normativas pertinentes. En Barrick valoran y están abocados a obrar con transparencia empresarial, consecuente con

lo que significa un buen gobierno corporativo y confidencialidad comercial. Su política es cumplir con todos sus compromisos contractuales.

### **Responsabilidad y Estructura de Gobierno corporativo**

El Directorio de Barrick es el encargado de dirigir la empresa y supervisar su gestión y otros aspectos de la misma; por otra parte, su gerencia superior es quien tiene a cargo la gestión y el día a día operacional de la empresa.

El Directorio está formado por 15 miembros, 10 de los cuales son independientes según lo mandan correspondientes normas de gobierno corporativo de Bolsa de Valores de Nueva York y las directrices de la Administración de Valores de Canadá. Respecto de materias de responsabilidad social corporativa, el Directorio cuenta con el respaldo de un Comité de Medioambiente, Salud y Seguridad quien tiene la responsabilidad de monitorear y revisar políticas y programas medioambientales, de salud y seguridad. Por su parte, la gerencia superior cuenta con la asesoría del Comité Ejecutivo de Medioambiente, Salud, Seguridad y Sostenibilidad (EHSS) a cargo de revisar tendencias y aspectos relacionados con el desempeño de la responsabilidad social corporativa, aprobar planes comerciales estratégicos de EHSS y establecer políticas corporativas.

Regularmente se programan auditorías de salud, seguridad y medioambiente en todas sus plantas para verificar el cumplimiento de todas las obligaciones y la idoneidad de sus sistemas de gestión. Para todos los resultados de las auditorías se implementan planes de acción correctiva.

El avance de estos planes de acción se reporta a la gerencia superior y al Comité de Medioambiente, Salud y Seguridad del Directorio.

Con el propósito de promover el buen funcionamiento del Directorio y su Comité, el primero de ellos ha adoptado una serie de principios de gobierno corporativa y mandatos formales que establecen el rol y responsabilidades del Directorio y Comités.

La visión de la empresa frente a la responsabilidad social se enmarca dentro de la Carta Constitutiva de Responsabilidad Social Corporativa.

## **Transparencia**

Barrick apoya el mejoramiento del gobierno corporativo mediante la publicación y verificación completa de los ingresos que generan las operaciones mineras al erario nacional. Barrick se adhiere a la Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas (EITI) y también es miembro de Transparencia Internacional – Canadá. Paga impuestos y royalties y publica esta información en su Informe Financiero Anual ([Link a Reportes](#)). No recibe ayuda financiera de ningún gobierno.

## **Participación en políticas públicas**

La minería es una industria sujeta a muchas reglamentaciones y Barrick mantiene un diálogo continuo con gobiernos y legisladores a todo nivel en relación con aspectos normativos y otros temas de índole comercial. Barrick pertenece a una amplia gama de asociaciones industriales y trabaja en estrecha relación con organizaciones internacionales y no gubernamentales para desarrollar normas y lineamientos adecuados para la industria. No participa en política partidaria ni entrega dinero a partidos políticos ni políticos individuales.

## **Código de conducta comercial y ética**

El Código de Conducta Comercial y Ética se aplica a todos los directores, ejecutivos y funcionarios de Barrick y establece su cometido, como empresa e individuos, se conduce según los más altos estándares de honestidad, integridad y comportamiento ético.

El Código estipula que Barrick y sus subsidiarias deben operar de acuerdo con todas las leyes, reglas y normativas en todas sus plantas a nivel mundial. El Código describe su obligación de evitar conflictos de interés, mantener la confidencialidad, proteger los bienes de la empresa y llegar a acuerdos justos con sus proveedores y competidores. Las políticas asociadas con el código incluyen su Política de Divulgación, Política de Uso de Información Privilegiada, Política de Negocios en el Extranjero y la Política Antifraude. Los empleados pueden, de manera anónima, denunciar infracciones al Código, expresar inquietudes y hacer consultas sobre aspectos éticos a través de su línea de denuncia confidencial,

disponible para todos sus funcionarios, incluso en lugares remotos y en el idioma de su elección.

### **Denuncia de ocurrencia de Fraude o Corrupción**

En cumplimiento de la Política Antifraude, y previa consulta al departamento jurídico de la empresa, Barrick puede entregar a la fuerza pública, autoridades normativas o aseguradores toda información relacionada con la denuncia de fraude y los resultados de cualquier investigación realizada. Según su Código de Conducta Comercial y Ética, los episodios de corrupción originan acciones disciplinarias que contemplan el finiquito. La política de la empresa es no hacer públicos los incidentes de corrupción excepto a su Directorio, como lo indica la ley.

### **Principios voluntarios sobre seguridad y derechos humanos**

Barrick no tolera las violaciones a los derechos humanos. Los lineamientos y estándares de seguridad de la empresa se basan en los Principios Voluntarios sobre Seguridad y Derechos Humanos. Estos principios guían a las empresas hacia la mantención de la protección y seguridad de sus operaciones dentro de un marco operacional que garantice respeto por los derechos humanos y libertades fundamentales. La implementación de los principios contempla, entre otros, conducir evaluaciones de riesgo y entrenamiento del personal de seguridad para garantizar respeto por los derechos humanos de nuestros empleados y sus vecinos.

### **Gestión de riesgo**

Barrick estima que, como parte de su responsabilidad de crear valor para sus accionistas, empleados y comunidades locales, debe llegar a comprender y manejar los riesgos asociados con su giro comercial. Con este fin, ha implementado una serie de programas para identificar, evaluar y abordar las situaciones que amenazan el logro de sus objetivos estratégicos o representan oportunidades de ventajas competitivas.

Utilizando métodos cualitativos y cuantitativos, es posible evaluar no sólo los riesgos como los que afectan la salud, la protección y seguridad de sus empleados, de sus comunidades vecinas y del entorno en el cual opera sino que también su



desempeño financiero y operacional; y, donde corresponda, se implementan las soluciones adecuadas. El personal de Barrick se hará responsable de evaluar y mitigar los riesgos ya sea que éstos ocurran en las primeras etapas de desarrollo del proyecto o en el proceso de sus transacciones financieras. Todos los funcionarios reciben capacitación en políticas y procedimientos de ética y anticorrupción.

Con el propósito de hacer una integración más profunda de la evaluación de riesgo en el proceso de toma de decisiones, nos encuentra diseñando una estructura general para homologar las diversas evaluaciones de riesgo, actividades de monitoreo y mitigación transversales a la institución. Todas sus plantas y operaciones han sido analizadas para detectar riesgos de corrupción. Sus acciones para manejar riesgos son validadas a través de amplios programas de aseguramiento que brindan prueba y confianza de su eficiencia y eficacia.

Barrick posee una de las más altas políticas de calidad, para ello adopta varios estándares internacionales como:

### **Pacto Global, Plan de acción de las Naciones Unidas**



El plan promueve, mediante la fuerza colectiva y el compromiso ético, que las empresas de todos los países suscriban los principios de la ONU como parte integral de su estrategia y de sus operaciones. Estas normas son aplicadas por Barrick en las áreas de Derechos Humanos, Normas Laborales, Medio Ambiente y

Anticorrupción. Más información en el sitio oficial del Pacto Global.

### **Código internacional para el manejo, transporte y uso del Cianuro en producción en oro**



Diseñado al alero del Programa para el Medio Ambiente de la ONU y del Consejo Internacional de Metales y Medio Ambiente, es

un programa voluntario que compromete a los productores de oro a cumplir con altos estándares de calidad en el manejo del cianuro, los relaves de molienda de cianidación y las soluciones de lixiviación, con el objetivo de ayudar en la protección de la salud humana y en la reducción de impactos ambientales.

### **Reconocimiento ISO 14001 en Sudamérica**



La gestión ambiental de Barrick en Sudamérica también ha sido reconocida: todas sus operaciones en Sudamérica han sido validadas por la ISO 14001 (Pierina y Lagunas Norte, en Perú; Veladero, en Argentina; y Zaldívar, en Chile). La ISO 14001 es internacionalmente aceptada como clave para poner en marcha sistemas de gestión ambiental efectivos. Se trata

de un reconocimiento de gran alcance, ya que valida internacionalmente la idoneidad y exigentes estándares del Sistema de Gestión Ambiental (SGA) de las operaciones de Barrick.

### **Índice de Responsabilidad Dow Jones**



El compromiso de Barrick con el desarrollo sustentable ha sido reconocido a nivel mundial, al ser incluida en el Índice Dow Jones de Sustentabilidad-Norteamérica. Este índice es un referente a nivel mundial que da cuenta del interés de las empresas por proyectar, en el largo

plazo, su preocupación por la protección del ambiente, la calidad de vida de sus trabajadores y el desarrollo armónico con la comunidad que se encuentran insertas.

### **Carbón Disclosure Project (CDP)**



En 2011 Barrick fue nombrada líder por de Carbón Disclosure Project (CDP), que analiza la

manera en que las mayores empresas del mundo reducen su huella de carbono. Durante los diez últimos años, el CDP se ha convertido en la plataforma de referencia desde la cual las compañías publican sus datos de carbono de manera creíble y eficaz.

### **3.5. Descripción del producto**

En Barrick - Lagunas Norte, el producto final obtenido son las barras de Doré (Barra que contiene Oro y Plata),

El Producto Final (Dore), es obtenido mediante los siguientes procesos:

#### **Minado**

Lagunas Norte está diseñada a tajo abierto con diseño tipo andenería con altura de bancos de 10 metros.

Una vez ubicadas las zonas donde existe la presencia de mineral, se inicia la etapa de minado, que consiste en realizar perforaciones al terreno para colocar el ANFO (mezcla de nitrato de amonio y emulsión), material que se usa en la voladura. Al detonar, la roca es fragmentada y expuesta a la superficie.

El material fragmentado y que contiene mineral es recogido por cargadores y transportado por volquetes hacia la chancadora primaria y el material que no contiene mineral, llamado también desmonte, es trasladado hacia los botaderos establecidos.

El material minado, es cargado por palas hidráulicas y transportado por camiones de 188 toneladas de capacidad hasta la estación de chancado. Diariamente se mueven más de 80.000 toneladas métricas entre mineral y estéril.

En todo momento camiones cisterna riegan la mina para evitar la generación de polvo en el ambiente.

#### **Chancado**

Una vez en la chancadora/trituradora primaria, la roca es reducida hasta menos de 15 centímetros. Más tarde, este material es trasladado a través de una correa o faja

transportadora hasta la segunda estación de chancado/trituración donde se reduce hasta un tamaño de menos de 4 centímetros.

### **Faja transportadora – Tolva de finos**

El mineral, ya reducido de tamaño, es depositado en una tolva, que permite dosificar el carguío de los camiones mineros que luego lo transportarán a las canchas de lixiviación para la siguiente etapa el proceso.

### **Lixiviación**

El mineral transportado es depositado en pilas en las canchas de lixiviación para luego aplicarles por goteo una solución lixivante de cianuro de sodio disuelta en agua para separar el oro y la plata contenidos en el mineral.

Mediante un sistema de tuberías, la solución rica en oro y plata es dirigida hacia la planta de procesos.

Las canchas de lixiviación son zonas especialmente diseñadas para trabajar con productos químicos y evitar la contaminación del suelo, ya que en su estructura tienen capas de material aislante (geomembrana), que les permite aislarlas del medio externo.

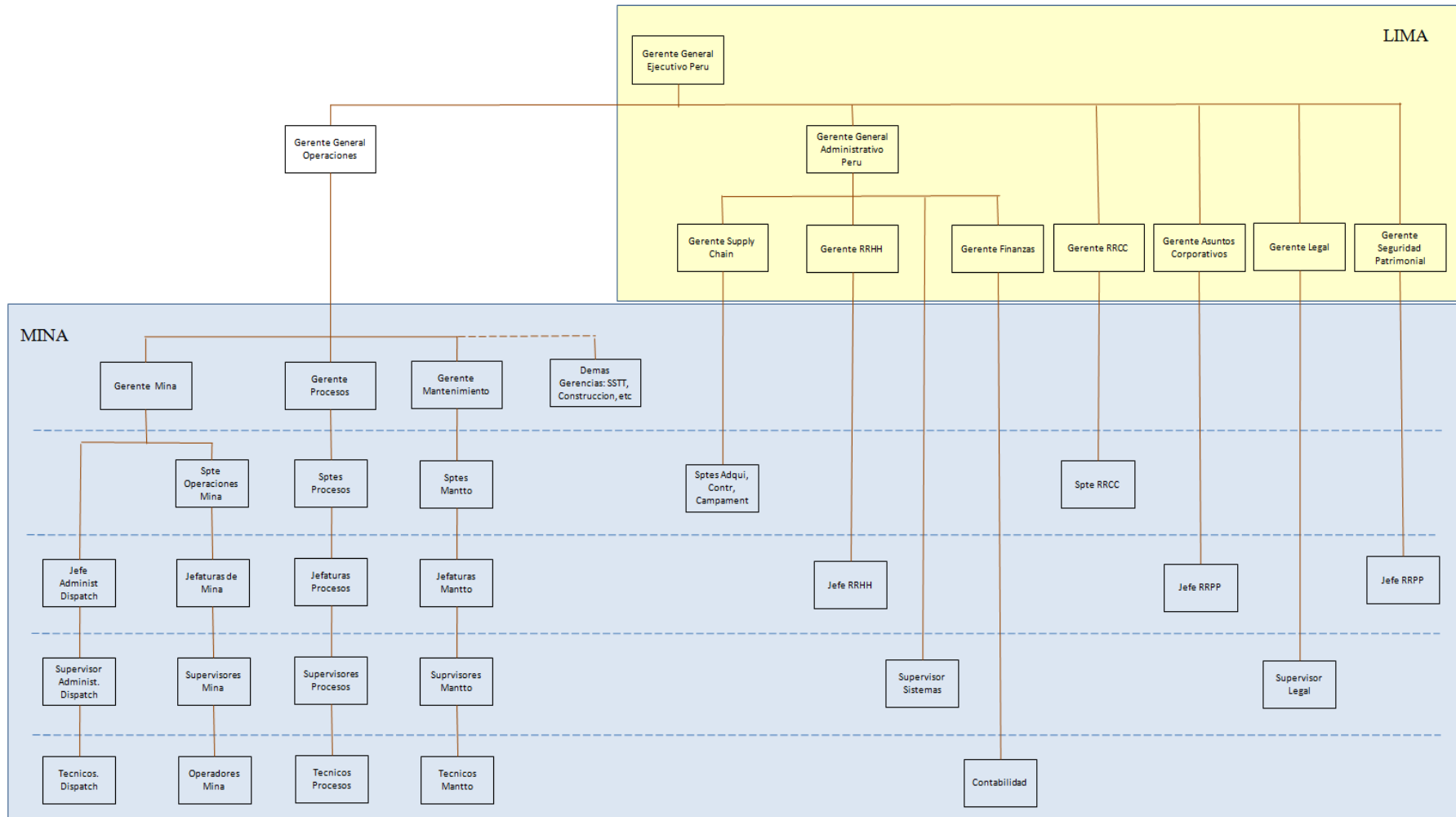
### **Planta de procesos**

La solución rica en oro y plata es filtrada, se le extrae el oxígeno y se le añade polvo de zinc para lograr la precipitación de los metales valiosos. El líquido sobrante es devuelto al proceso de lixiviación a través de un circuito cerrado. Este proceso no produce relaves ni emisiones al ambiente.

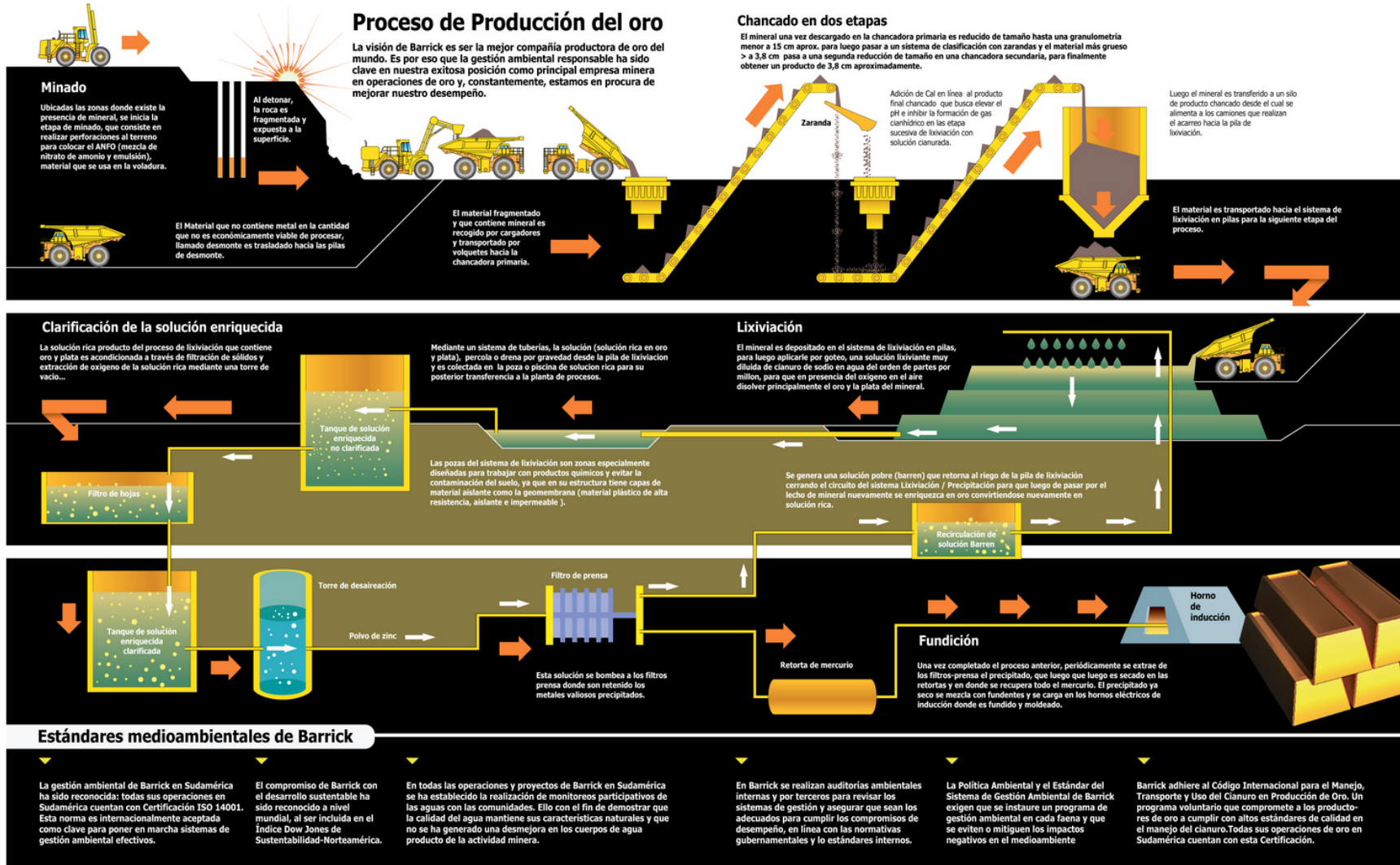
### **Fundición**

Una vez completado el proceso anterior, se extrae de los filtros-prensa el precipitado que luego es secado en las retortas. Una vez seco, se mezcla con fundentes y se carga en hornos donde es fundido y moldeado, obteniéndose así las barra de oro y plata (metal doré) que son empacadas para su embarque.

### 3.6. Organigrama de la Empresa (Minera Barrick Lagunas Norte 2013)



### 3.7. Flujograma del Proceso



### **3.8. Diagnóstico**

El diagnóstico del problema se enfoca en la etapa de perforación, el cual está dentro del proceso de minado. Desde que Lagunas Norte inicio operaciones en el año 2005, decidieron adquirir un sistema de signos vitales para las perforadoras RedDrill SKS12 (4 perforadoras), con el fin de recopilar data en tiempo real de profundidad perforada, velocidad de rpm, presión de torque, presión de pulldown, presión de aire y presión de agua. Este sistema permitiría tener control sobre los metros perforados, evitando caer en excesos de perforación, cuyo exceso ocasiona mayores costos en partes/insumos para la perforación y para la voladura. El sistema de signos vitales actualmente no funciona a un 100%, su operatividad actual es prácticamente de un 20% en cada perforadora, y ha existido largos periodos en que su operatividad era del 0%, es por ello que desde el 2005 se ha estado incurriendo en excesos en los metros perforados, lo cual está representando para la empresa altas sumas de dinero en partes/insumos y explosivos.

Así tenemos que, el reporte del año 2012, indica que el precio promedio de metro perforado por pozo por la SKS12 Reedrill es de \$17 (diecisiete dólares); sin embargo, se ha detectado que existe exceso de perforación por cada pozo entre a 0,2 m a 1.5m de profundidad, por la inoperancia de los signos vitales. Por lo tanto, si se tiene en cuenta que al mes se ejecutan 20 proyectos por cada perforadora; eso representa entre 500 a 1120 pozos mensuales que cada perforadora ejecuta, se puede calcular que las pérdidas anuales son de \$81,600 (exceso 0,2 m por pozo) y \$1'370,880 (exceso 1.5 m por pozo).

#### **3.8.1. Análisis de causa-efecto**

Para el análisis de causa-efecto, se formó un grupo de trabajo y análisis, luego se planteó el problema de manera específica; para la identificación de las posibles causas del problema, se solicitó al equipo realizar una lluvia de ideas, utilizando las herramientas Lean.

Luego del análisis se agruparon las causas y se categorizaron, determinándose que las causas que han originado que los signos vitales no funcionen apropiadamente, serían las siguientes:

## **a) Métodos y procedimientos**

### **Instalación original:**

- La instalación original careció de planificación, procedimientos y métodos ya comprobados, ya que no había precedentes de este tipo de sistemas instalados para las perforadoras Red Drill SKS12.
- Mala instalación con muy baja operatividad.

### **Métodos:**

- Falta de un sistema de gestión, asignación y seguimiento de trabajos (tickets de trabajos) para personal técnico de soporte.
- No existe métodos apropiados y estándares de trabajo para el soporte preventivo y/o correctivo de los signos vitales.
- No existe métodos apropiados y estándares de supervisión.

### **Procedimientos:**

- No existe procedimientos apropiados y estándares de trabajo para el soporte preventivo y correctivo de los signos vitales.
- Falta de Información del fabricante para realizar los procedimientos.

## **b) Partes y repuestos**

### **Stock:**

- Falta de un registro y control de inventarios de los repuestos y partes utilizados para la funcionalidad de los signos vitales.
- Falta un plan y/o programa de compras y reposición de stock.
- Falta de elaboración de un presupuesto anual para las compras de partes y repuestos.

### **Funcionalidad:**

- Baja funcionalidad y/o confiabilidad de los repuestos (Bajo tiempo de vida).



**Tiempo de entrega:**

Muy altos tiempos de entrega de las partes y repuestos por parte del proveedor.

**Obsolescencia:**

El proveedor ha puesto en obsolescencia la mayoría de los repuestos y no ofrecen otras alternativas.

**c) Personal****Supervisores:**

- Falta de supervisores dispatch que cubran todos los turnos y todos los días.
- Falta mayor frecuencia de inspecciones en campo de parte de la supervisión.

**Técnicos:**

- Falta personal técnico, que cubran todos los turnos y todos los días, sobre todo porque el soporte de los signos vitales demanda muchas horas de personal técnico.
- Falta de capacitación y entrenamiento al personal técnico, para lograr un grupo homogéneo de técnicos.
- Falta de confianza en la funcionalidad del sistema, por ello falta interés para dar prioridad y solución al sistema de signos vitales.

**Operadores**

Falta capacitación a los operadores de las perforadoras para que contribuyan en el soporte y funcionamiento de los signos vitales.

**d) Equipos y herramientas****Maletín de Herramientas**

Falta de maletines de herramientas, con herramientas idóneas para cada técnico, para un mejor y adecuado soporte de los signos vitales.

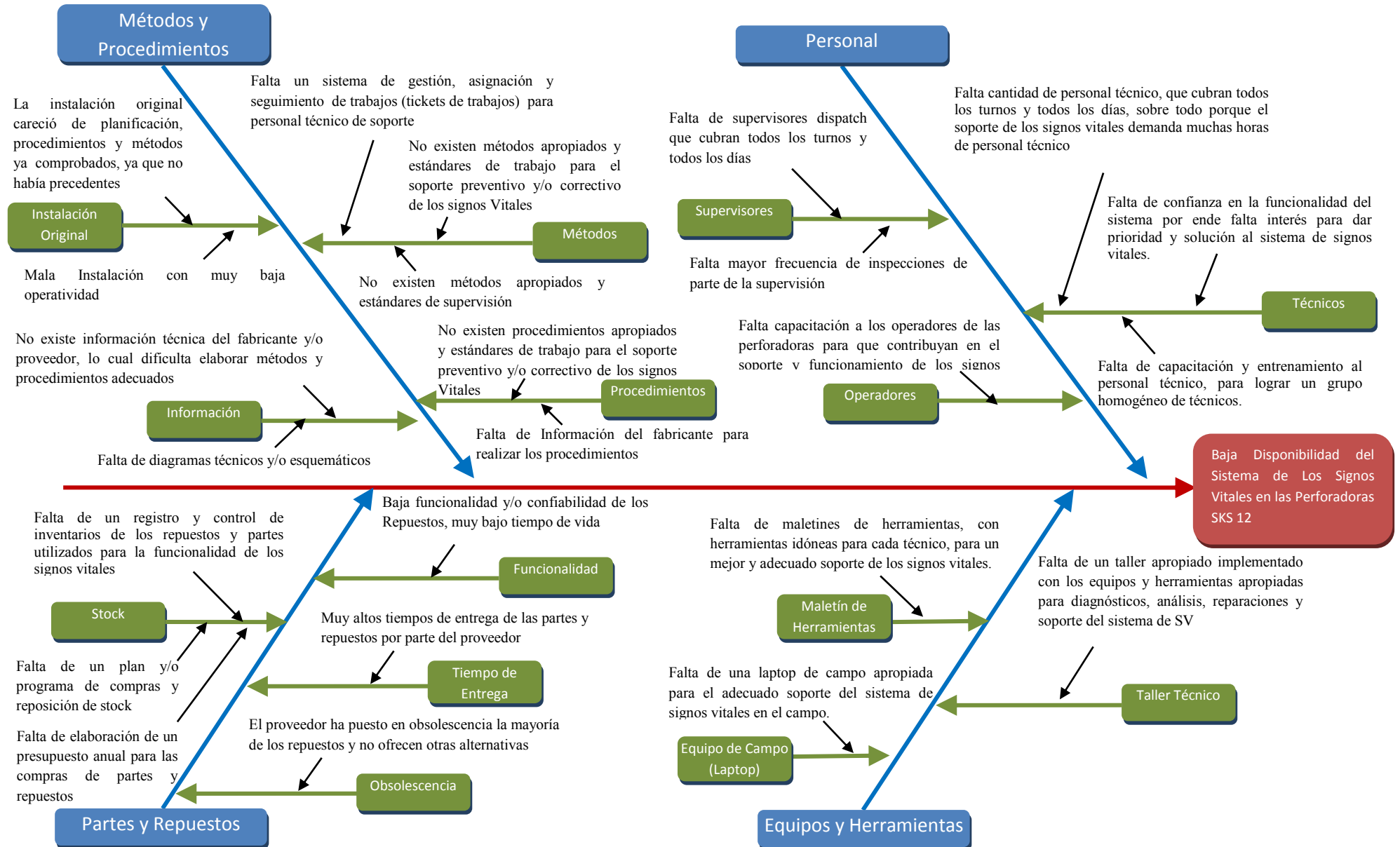
### **Taller Técnico**

Falta de un taller adecuado e implementado con los equipos, instrumentos y herramientas apropiadas para el diagnóstico, análisis, reparación y soporte del sistema de signos vitales.

### **Equipo de Campo (Laptop):**

Falta de una laptop de campo, sumamente necesaria para el adecuado soporte del sistema de signos vitales en el área de trabajo.

**Figura N° 02. DIAGRAMA DE ISHIKAWA**



### 3.8.2. Indicador Efectividad Global de los Equipos (OEE)

Para el diagnóstico de la OEE de las perforadoras Red Drill SKS12, se aplicará la siguiente fórmula:

$$OEE = \frac{\text{Neto Operativo}}{\text{Horas operativas}} \times 100\%$$

**Tabla N° 03.** Valores de la OEE para las cuatro perforadoras Red Drill SKS12.

Perforadora	Mes	OEE
<b>"Reedril SKS-12 #01 (P01)"</b>	Septiembre 2012	78.24%
	Octubre 2012	78.32%
	Noviembre 2012	63.78%
	Diciembre 2012	73.82%
	<b>Promedio</b>	<b>73.54%</b>
<b>"Reedril SKS-12 #02 (P02)"</b>	Septiembre 2012	79.22%
	Octubre 2012	78.74%
	Noviembre 2012	71.60%
	Diciembre 2012	76.97%
	<b>Promedio</b>	<b>76.63%</b>
<b>"Reedril SKS-12 #03 (P03)"</b>	Septiembre 2012	77.24%
	Octubre 2012	74.32%
	Noviembre 2012	73.24%
	Diciembre 2012	74.22%
	<b>Promedio</b>	<b>74.76%</b>
<b>"Reedril SKS-12 #04 (P04)"</b>	Septiembre 2012	76.65%
	Octubre 2012	74.09%
	Noviembre 2012	67.89%
	Diciembre 2012	76.70%
	<b>Promedio</b>	<b>73.83%</b>

Fuente: Anexo N° 01.

OEE promedio para las 4 perforadoras = **74.69%**

En la tabla N° 03, se observa que el valor promedio del indicador OEE, para el período de evaluación es de 72.04% para la perforadora Reedrill SKS-12 #01 (P01); de 76.62% para la perforadora Reedrill SKS-12 #02 (P02); de 74.75% para la perforadora Reedrill SKS-12 #03 (P03) y de 73.83% para la perforadora "Reedrill SKS-12 #04 (P04). Si los valores obtenidos de la OEE los comparamos con la escala: OEE < 65% Inaceptable; 65% < OEE < 75% Regular; 75% < OEE < 85% Aceptable. Continuar la mejora para superar el 85 %; 85% < OEE < 95% Buena. Entra en Valores World Class. Y OEE > 95% Excelencia. Valores World Class. Excelente competitividad).

Se puede indicar que la OEE de las perforadoras Reedrill SKS-12 #01, #3 y #4 tienen un nivel regular y será aceptable sólo si se está en proceso de mejora; ya que ocasionan pérdidas económicas y tienen una baja competitividad. Con respecto a la perforadora Reedrill SKS-12 #02, se observa que alcanza un nivel aceptable mínimo, por lo tanto se debe continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class; tienen ligeras pérdidas económicas y competitividad ligeramente baja.

Sin embargo a pesar que la OEE se encuentra en un nivel aceptable con tendencia a la mejora, se debe resaltar que las pérdidas económicas que se están generando está en función de la operatividad de los signos vitales ver tabla N° 05 perforadora 04.

### **3.8.3. Análisis de holes, metros perforados en exceso y operatividad de los signos vitales de las perforadoras Reedrill SKS-12.**

Antes de iniciar el análisis, se debe indicar que el plan A, se refiere a los proyectos que se hacen antes de empezar la explotación del recurso, y está fundamentalmente sustentado en el perfil geológico del suelo, es decir en la prospección que realizan los geólogos y que luego es determinada en gabinete; como producto de este estudio los proyectos indican el número de holes (huecos) y la cantidad de metros de profundidad a perforar por hole; sin embargo, se puede apreciar en el plan B (total de metros reales perforados in situ) que los valores de metros perforados difieren de los del Plan A (tabla N°04).

También, se observa que la perforadora SKS-12 #01 durante el período de estudio se ha excedido en 3,994.39 metros con respecto al Plan A; la perforadora SKS-12 #02 se ha excedido en 3,841.16 metros; la perforadora SKS-12 #03 se ha excedido en 3,011.57 metros y la perforadora SKS-12 #04 se ha excedido en 2336.9 metros. Esta diferencia en porcentaje, puede fluctuar desde 0.90% para el mes de setiembre (perforadora SKS-12 #04) hasta 10.11% en el mes de enero (perforadora SKS-12 #04) (tabla N° 04).

Cuando se relaciona la operatividad de los signos vitales con los metros perforados en exceso, se puede observar que existe una relación inversa; es decir, a mayor horas de operatividad de los signos vitales, menor cantidad de metros perforados en exceso. Esto se puede apreciar en la perforadora SKS-12 #04, la cual ha tenido un 53.88% de operatividad de sus signos vitales durante el período de estudio, y como consecuencia sólo se ha excedido 2336.90 metros y ha generado un sobre costo de \$39,727.30; sin embargo, cuando los signos vitales prácticamente han estado inoperativos la perforadora SKS-12 #01 ha generado un sobre costo de \$67,904.63, la SKS-12 #02 de 65,299.79 y la SKS-12 #03 de \$51,196.65, existiendo una diferencia considerable con respecto a la perforadora SKS-12 #04; estos valores reflejan la importancia que cumplen los signos vitales instalados en las perforadoras Reedrill SKS-12, cuando están operativos (tabla N° 05).

**Tabla N° 04.** Análisis de holes, metros perforados en exceso para las perforadoras Reedrill SKS-12: Período setiembre 2012 – febrero 2013.

Perforadora	Mes	# Holes	Time Total (Hrs)	Time/Hole (Hrs)	Total Mts Perforados Plan. (A)	Total Mts Perforados Real (B)	Total Mts Perforados Exceso (B-A)	Total Mts Perforados Exceso (%)
Perforadora Reedrill SKS 12 - #01 (P01)	Sep-12	930	457.66	0.49	10224.00	10920.20	696.20	6.81%
	Oct-12	1122	507.39	0.45	12326.50	13158.08	831.58	6.75%
	Nov-12	815	404.87	0.50	8965.00	9588.65	623.65	6.96%
	Dic-12	964	478.33	0.50	10603.00	11320.72	717.72	6.77%
	Ene-13	678	349.08	0.51	7458.00	7969.65	511.65	6.86%
	Feb-13	499	296.17	0.59	5259.00	5872.59	613.59	11.67%
	<b>Total</b>		<b>5008</b>	<b>2493.50</b>	<b>0.50</b>	<b>54835.50</b>	<b>58829.89</b>	<b>3994.39</b>
Perforadora Reedrill SKS 12 - #02 (P02)	Sep-12	956	481.96	0.50	10511.00	10898.72	387.72	3.69%
	Oct-12	869	444.32	0.51	9552.00	10145.35	593.35	6.21%
	Nov-12	917	475.70	0.52	10066.20	10680.42	614.22	6.10%
	Dic-12	1097	529.09	0.48	12058.00	12809.72	751.72	6.23%
	Ene-13	932	438.14	0.47	10251.00	10879.72	628.72	6.13%
	Feb-13	830	430.82	0.52	8802.00	9667.43	865.43	9.83%
	<b>Total</b>		<b>5601</b>	<b>2800.03</b>	<b>0.50</b>	<b>61240.20</b>	<b>65081.36</b>	<b>3841.16</b>
Perforadora Reedrill SKS 12 - #03 (P03)	Sep-12	979	500.05	0.51	10697.00	10974.49	277.49	2.59%
	Oct-12	981	483.79	0.49	10659.46	10907.91	248.45	2.33%
	Nov-12	819	431.57	0.53	8906.80	9563.34	656.54	7.37%
	Dic-12	952	473.68	0.50	10440.00	11402.50	962.50	9.22%
	Ene-13	839	449.43	0.54	9198.00	9857.85	659.85	7.17%
	Feb-13	508	308.13	0.61	5515.00	5721.74	206.74	3.75%
	<b>Total</b>		<b>5078</b>	<b>2646.66</b>	<b>0.52</b>	<b>55416.26</b>	<b>58427.83</b>	<b>3011.57</b>
Perforadora Reedrill SKS 12 - #04 (P04)	Sep-12	863	449.00	0.52	9490.00	9575.47	85.47	0.90%
	Oct-12	845	453.93	0.54	9295.00	9435.84	140.84	1.52%
	Nov-12	688	394.82	0.57	7558.00	7701.55	143.55	1.90%
	Dic-12	826	463.28	0.56	9085.00	9980.68	895.68	9.86%
	Ene-13	580	314.54	0.54	6417.00	7065.67	648.67	10.11%
	Feb-13	412	211.81	0.51	4532.00	4954.69	422.69	9.33%
	<b>Total</b>		<b>4214</b>	<b>2287.37</b>	<b>0.54</b>	<b>46377.00</b>	<b>48713.90</b>	<b>2336.90</b>

Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte. El costo por metro perforado es de \$17

**Tabla N° 05.** Metros perforados en exceso, operatividad de los signos vitales y costos por metros de exceso en dólares para las perforadoras Reedrill SKS-12. Período setiembre 2012- febrero 2013.

Perforadora	Mes	Total Mts Perforados Exceso (B-A)	Operatividad Signos Vitales (Hrs)	Operatividad Signos Vitales (%)	Costos x Mts de Exceso en \$
Perforadora Reedrill SKS 12 - #01 (P01)	Sep-12	696.20	0.00	0.00%	11,835.40
	Oct-12	831.58	0.00	0.00%	14,136.86
	Nov-12	623.65	0.00	0.00%	10,602.05
	Dic-12	717.72	0.00	0.00%	12,201.24
	Ene-13	511.65	0.00	0.00%	8,698.05
	Feb-13	613.59	0.00	0.00%	10,431.03
	Total	3994.39	0.00	0.00%	67,904.63
Perforadora Reedrill SKS 12 - #02 (P02)	Sep-12	387.72	232.53	48.25%	\$6,591.31
	Oct-12	593.35	0.00	0.00%	10,086.95
	Nov-12	614.22	0.00	0.00%	10,441.74
	Dic-12	751.72	0.00	0.00%	12,779.24
	Ene-13	628.72	0.00	0.00%	10,688.24
	Feb-13	865.43	0.00	0.00%	14,712.31
	Total	3841.16	232.53	8.30%	65,299.79
Perforadora Reedrill SKS 12 - #03 (P03)	Sep-12	277.49	382.43	76.48%	4,717.40
	Oct-12	248.45	387.41	80.08%	4,223.60
	Nov-12	656.54	109.29	25.32%	11,161.23
	Dic-12	962.50	0.00	0.00%	16,362.48
	Ene-13	659.85	134.62	29.95%	11,217.38
	Feb-13	206.74	253.31	82.40%	3,514.57
	Total	3011.57	1267.66	47.90%	51,196.65
Perforadora Reedrill SKS 12 - #04 (P04)	Sep-12	85.47	439.09	97.79%	1,452.99
	Oct-12	140.84	417.91	92.06%	2,394.28
	Nov-12	143.55	346.29	87.71%	2,440.35
	Dic-12	895.68	11.04	2.38%	15,226.56
	Ene-13	648.67	0.00	0.00%	11,027.39
	Feb-13	422.69	18.19	8.59%	7,185.73
	Total	2336.90	1232.51	53.88%	39,727.30

Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.



### **3.8.4. Análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12 para el período setiembre 2012 – febrero 2013.**

El análisis de las 4 perforadoras en el período de estudio reporta que se han perforado 13,184.02 metros de exceso; la operatividad de los signos vitales ha sido de 26.72% valor excesivamente bajo para equipos de última generación; y se ha generado una pérdida económica de \$224,128.38 dólares americanos (tabla N° 06).

Analizando los promedios para el periodo de estudio se observa que la operatividad mensual de los de los signos vitales ha sido de 26.72%; y el costo promedio por mes ha ascendido a \$37,354.73 y si lo proyectamos a 12 meses las pérdidas serían de \$448.256.75 (tabla N° 06).

Por otro lado, cuando la operatividad mensual de los SV de las perforadoras es mínima tiene un valor de 0.57% y las pérdidas mensuales son de \$56,569.52 dólares; y si lo proyectamos a 12 meses las pérdidas serían de \$678,834.22. Pero cuando la operatividad mensual de los SV de las perforadoras es máxima tiene un valor de 55.81%, las pérdidas mensuales son de 24,597.10 dólares y si lo proyectamos a 12 meses las pérdidas serían de \$295,165.22 (tabla N° 06).

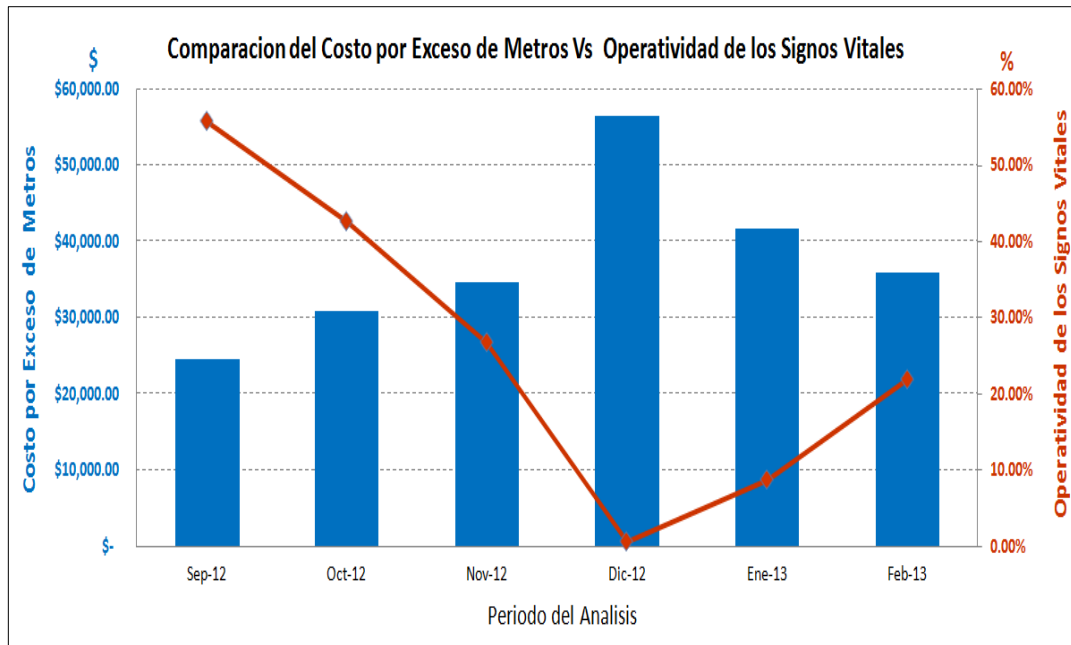
El diagnóstico anteriormente expuesto, refleja la importancia que tiene para la empresa Minera Barrick Misquichilca S.A. mantener operativo los signos vitales de las perforadoras Reedrill SKS-12, toda vez que este equipo reduce significativamente excesos en los metros perforados y como consecuencia ahorro en costos de perforación.

En ese sentido, después de haber analizado la problemática y haber encontrado que las pérdidas son considerables cuando los signos vitales están inoperativos o su operatividad es baja (tabla N° 06) de manera global para las cuatro perforadoras, el trabajo estará encaminado utilizando herramientas Lean a incrementar la operatividad de los signos vitales y con ello reducir los costos por exceso de metros perforados y mejorar la productividad de la empresa, toda vez que en la actualidad los precios de los metales en el mercado internacional están descendiendo.

**Tabla N° 06.** Análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12 para el período setiembre 2012 – febrero 2013.

Perforadora	Mes	# Holes	Total Mts Perforados Exceso (B-A)	Operatividad Signos Vitales (%)	Costos x Mts de Exceso en \$	
Todas las Perforadora Reedrill SKS 12	Sep-12	3728	1446.89	55.81%	24,597.10	
	Oct-12	3817	1814.22	42.62%	30,841.69	
	Nov-12	3239	2037.96	26.69%	34,645.37	
	Dic-12	3839	3327.62	0.57%	56,569.52	
	Ene-13	3029	2448.89	8.68%	41,631.06	
	Feb-13	2249	2108.45	21.82%	35,843.64	
	Total		19901	13,184.02	26.72%	<b>224,128.38</b>
<b>Costo Promedio mensual</b>				<b>26.03%</b>	<b>37,354.73</b>	<b>448,256.75</b>
<b>Costo Mínimo al mes</b>				<b>55.81%</b>	<b>24,597.10</b>	<b>295,165.22</b>
<b>Costo Máximo al mes</b>				<b>0.57%</b>	<b>56,569.52</b>	<b>678,834.22</b>

Fuente: Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.



**Figura N° 03.** Comparación del costo por exceso de metros versus operatividad de los signos vitales (Fuente: Tabla N° 06).

En la figura N° 03, se observa la relación inversa que existe entre la operatividad de los signos vitales y el costo por exceso de metros perforados. Es decir, si la operatividad de los signos vitales es mínima entonces el costo por exceso de metros perforado será máximo (no deseado); pero si la operatividad de los signos vitales es máxima el costo por exceso de metros perforados será mínima (ideal deseado u objetivo).

En la misma figura, se puede observar que la operatividad de los signos vitales es inestable (varía entre 0.57 a 55.81%), y como consecuencia el comportamiento del costo por exceso de metros perforados es inestable, llegando a alcanzar picos elevados (no deseado).

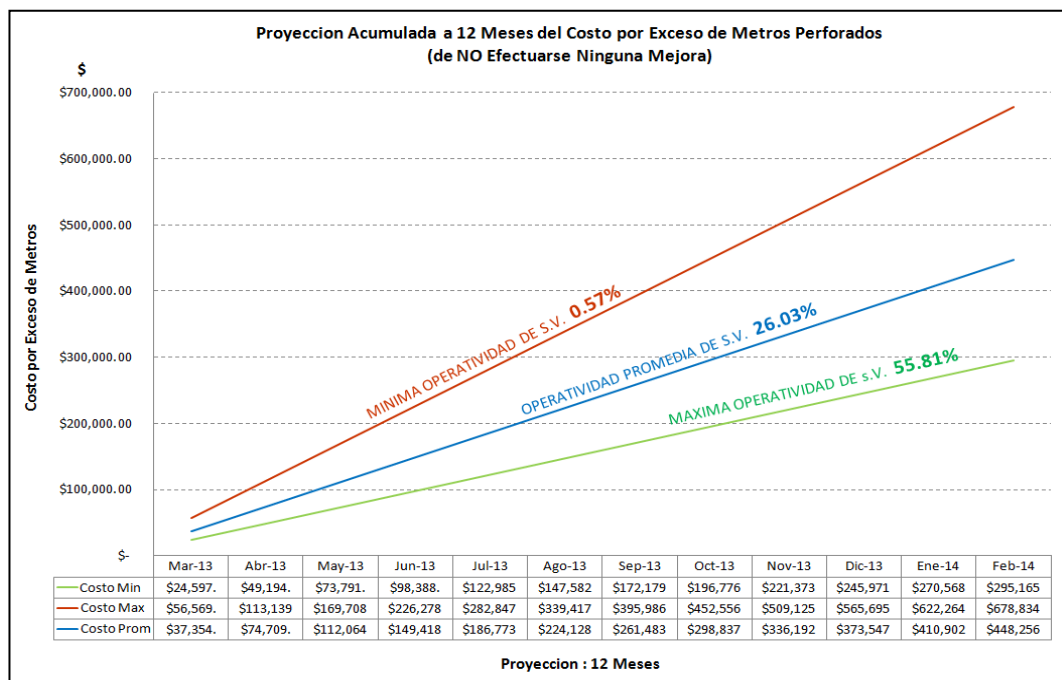
En ese sentido, se justifica la implementación de un programa de mejora continua utilizando herramientas lean para mantener su estabilidad en el tiempo, maximizando la operatividad de los signos vitales, y minimizar el costo por exceso de metros perforados.

Por otro lado, si se proyecta los valores , mínimos, máximos y promedios de la Tabla N° 06, para encontrar el costo en exceso total en que se incurriría a 12 meses y a 5 años, en el supuesto de no efectuarse ningún programa de mejora continua utilizando herramientas Lean (Tabla N° 07 y 08, Figuras 04 y 05).

**Tabla N° 07.** Proyección Acumulada a 12 Meses del Costo por Exceso de Metros, sin efectuarse ninguna mejora (Sin Lean)

Mes	Costos Acumulados - Proyección a 12 Año		
	Con SV a 55.81%	Con SV a 0.57%	Con SV a 26.03%
	Costo Mínimo	Costo Máximo	Costo Promedio
Mar-13	\$ 24,597.10	\$ 56,569.52	\$ 37,354.73
Abr-13	\$ 49,194.20	\$ 113,139.04	\$ 74,709.46
May-13	\$ 73,791.30	\$ 169,708.56	\$ 112,064.19
Jun-13	\$ 98,388.41	\$ 226,278.07	\$ 149,418.92
Jul-13	\$ 122,985.51	\$ 282,847.59	\$ 186,773.65
Ago-13	\$ 147,582.61	\$ 339,417.11	\$ 224,128.38
Sep-13	\$ 172,179.71	\$ 395,986.63	\$ 261,483.11
Oct-13	\$ 196,776.81	\$ 452,556.15	\$ 298,837.83
Nov-13	\$ 221,373.91	\$ 509,125.67	\$ 336,192.56
Dic-13	\$ 245,971.01	\$ 565,695.19	\$ 373,547.29
Ene-14	\$ 270,568.12	\$ 622,264.70	\$ 410,902.02
Feb-14	\$ 295,165.22	\$ 678,834.22	\$ 448,256.75

Fuente: Tabla N° 06



**Figura N° 04.** Proyección acumulada a 12 meses del costo por exceso de metros, sin efectuarse ninguna mejora (sin Lean) (Fuente: Tabla N° 07)

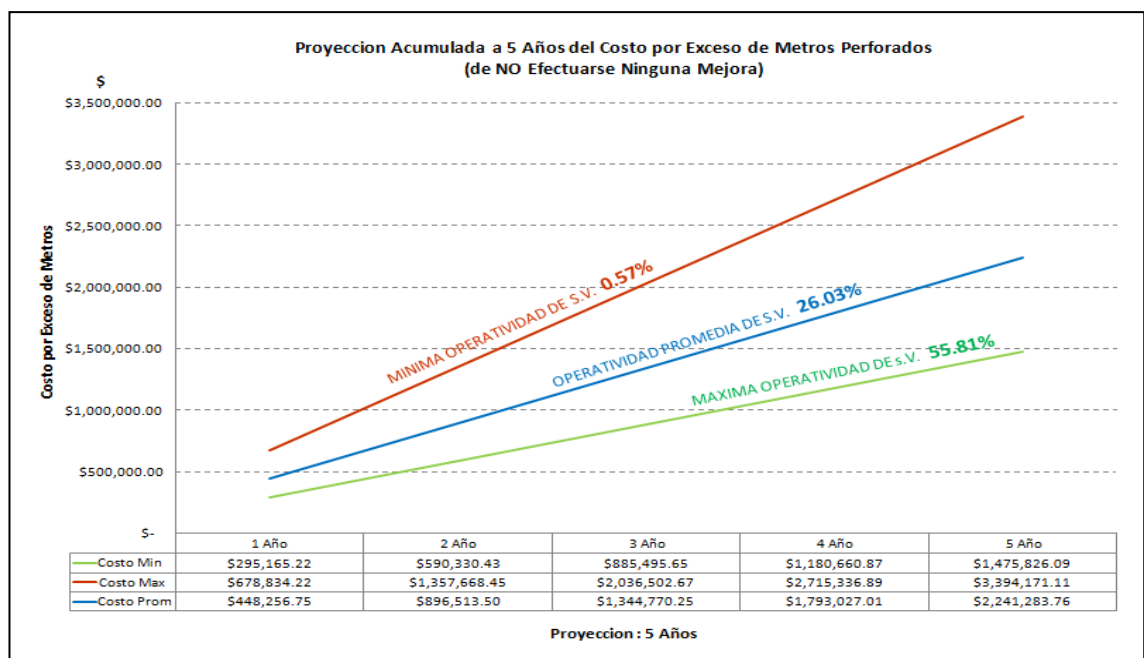
La figura N° 04, muestra que si no se efectúa ninguna mejora, en los siguientes 12 meses, el costo total acumulado por exceso de metros perforados puede oscilar

entre un mínimo de \$ 295,165.22 y un máximo de \$ 678,834.22, y un promedio de \$ 448,256.75.

**Tabla N° 08.** Proyección acumulada a 5 Años del costo por exceso de metros, sin efectuarse ninguna mejora (sin Lean)

Año	Costos Acumulados - Proyección a 5 Año		
	Con SV a 55.81%	Con SV a 0.57%	Con SV a 26.03%
	Costo Mínimo	Costo Máximo	Costo Promedio
1	\$ 295,165.22	\$ 678,834.22	\$ 448,256.75
2	\$ 590,330.43	\$ 1,357,668.45	\$ 896,513.50
3	\$ 885,495.65	\$ 2,036,502.67	\$ 1,344,770.25
4	\$ 1,180,660.87	\$ 2,715,336.89	\$ 1,793,027.01
5	\$ 1,475,826.09	\$ 3,394,171.11	\$ 2,241,283.76

Fuente: Tabla N° 06



**Figura N° 05.** Proyección acumulada a 5 años del costo por exceso de metros, sin efectuarse ninguna mejora (sin Lean) (Fuente: Tabla N° 08)

En la figura N° 05, se observa que si no se efectúa ninguna mejora, en los siguientes 5 años, el costo total acumulado por exceso de metros perforados puede oscilar entre un mínimo de \$ 1,475,826.05 y un máximo de \$ 3,394,171.11 , y un promedio de \$ 2,241.283.76.

Estas proyecciones serán de mucha utilidad, para poder compararlas con los resultados obtenidos luego de implementar el programa de mejora continua utilizando herramientas Lean y mediante esta comparación se podrá medir el impacto que se ha logrado, en favor de la disminución del costo en que se incurre por exceso en metros perforados. Así mismo, también serán útiles para él para el cálculo del VAN y TIR en desarrollo del análisis económico.

## CAPÍTULO IV: SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución propuesta tuvo como finalidad poner en operatividad los signos vitales de las perforadoras; y hacer de este sistema un sistema confiable y con alta disponibilidad, con el propósito de alcanzar los objetivos para los cuales fue adquirido hace más de 5 años (reducción de costos, mejoramiento de la fragmentación, diseño de proyectos, etc.). Este sistema fue considerado por más de 5 años ineficiente; sin embargo, luego de varios meses de trabajo se ha podido mejorar su operatividad.

Inicialmente, el Supervisor y Líder del equipo de profesionales del área de Dispatch, convocó a una primera reunión para plantear de qué manera se podría para iniciar con la solución del problema de los signos vitales; debido a que los signos vitales representaba un problema de alta complejidad era necesario el aporte de todos los integrantes del equipo Dispatch para encontrar la solución o las soluciones más eficaces.

Como producto del aporte de todo el equipo Dispatch, se planteó como propuesta utilizar Herramientas Lean para dar solución definitiva al problema de los signos Vitales. Luego de se procedió a seleccionar las Herramientas Lean que permitirían dar solución a la problemática planteada; finalmente con el consenso de todo el equipo se determinó que las Herramientas Lean a implementar serían : 5s, Trabajo Estandarizado, Equipo de Alto Rendimiento, Herramientas de Resolución de Problemas, Manejo de Inventario, Tecnología Confiable y TPM.

### 4.1. 5 S

Las 5 S forman parte esencial para la implantación de cualquier programa de Lean manufacturing, pues implica sumar esfuerzos para lograr beneficios, manteniendo un lugar de trabajo bajo condiciones tales que logre contribuir a la disminución de desperdicios y reproceso, así como mejorar la moral del personal. Su importancia radica en mantener un buen ambiente de trabajo, que es crítico para lograr encaminar a una organización hacia la calidad, bajos contos, entregas inmediatas. Además de que la clasificación, organización, limpieza, disciplina y

estandarización son aspectos que representan una necesidad importante en cualquier organización.

Se pudo observar que la instalación original de los signos vitales fue muy desordenado, es decir no se utilizó ningún estándar de instalación. Es por ello que se aplicó las 5s en los signos vitales, haciendo una nueva instalación clasificada, ordenada, limpia, estándar, de fácil acceso, más seguro y ergonómico.

#### 4.1.1. Anterior a las 5 S

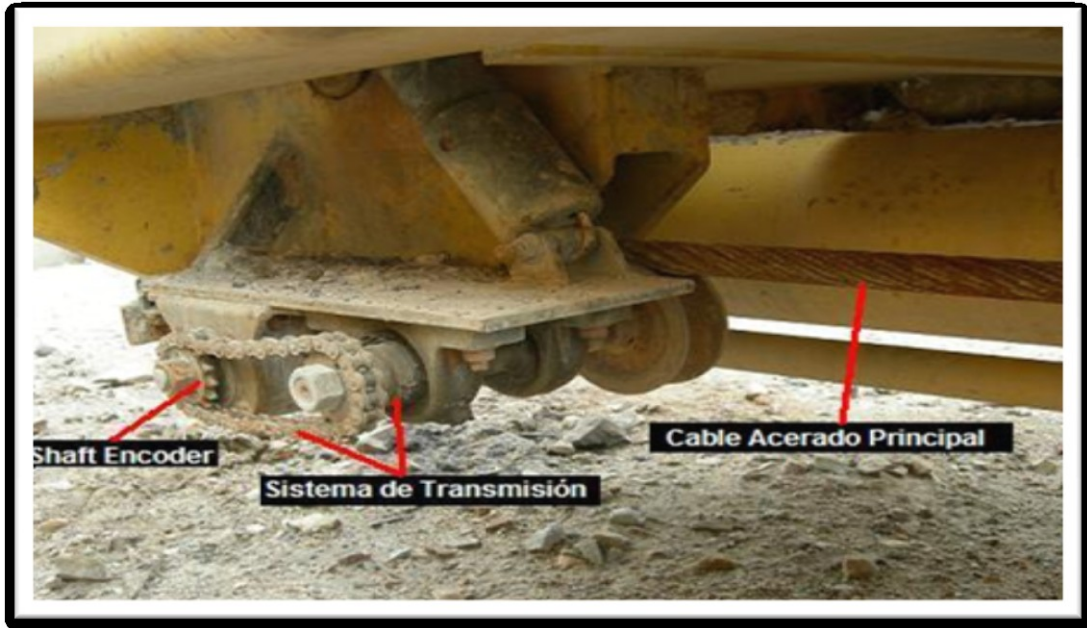
En la figura N° 06, se puede observar que las cajas nemas que contienen los módulos electrónicos del sistema están ubicados en el techo de la perforadora. Este lugar es muy reducido, con mucho polvo y de difícil acceso.



**Figura N° 06.** Cajas de nemas ubicadas en el techo de la perforadora Reedrill SKS-12

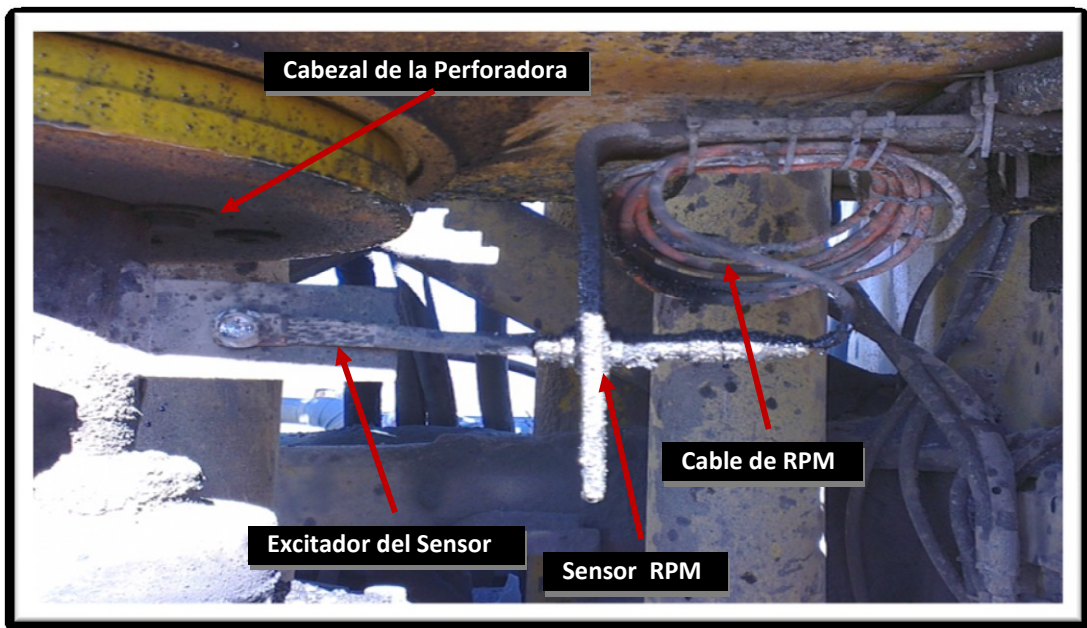
Con respecto al Sensor de Profundidad (Shaft Encoder), el diseño inicial no funcionaba bien, se cubría fácilmente de polvo, barro, grasa y agua; la cadena se salía constantemente, la mantención de este sensor era muy difícil y demandaba mucho tiempo (Figura N° 07).





**Figura N° 07.** Sensor de Profundidad (Shaft Encoder) de la perforadora Reedrill SKS-12

El Sensor del RPM, constantemente se malograba, se llenaba de polvo, barro, grasa y agua; el cableado eléctrico deficiente, ocasionaba cortos circuitos constantemente (figura N° 08).



**Figura N° 08.** Sensor del RPM de la perforadora Reedrill SKS-12

La instalación original del PLC de los signos vitales estaba mal ubicado, de difícil acceso y mantención, cableado desordenado, problemas de ergonomía para realizar el soporte, caja nema con poca protección hermética, permitiendo el filtrado de excesiva humedad y polvo al interior de caja, generando cortos circuitos y deterioro del PLC. Su ubicación, demandaba mucho tiempo cuando se realizaba el soporte técnico (figura N° 09).



**Figura N° 09.** PLC de los signos vitales de la perforadora Reedrill SKS-12

#### **4.1.2. Después de las 5 S**

Se realizó la re-instalación y/o re-ubicación de los módulos: PLC, HUB y GSP, en una sola caja nema de mayor grado de protección hermética contra polvo y agua; mucho más grande y ubicada en posición vertical; esto permitió orden y limpieza, además de rápido y fácil acceso, de manera segura y ergonómica. Su instalación, se ha estandarizado para todas las perforadoras (figura N° 10).



**Figura N° 10.** Caja nema reinstalada conteniendo los módulos: PLC, HUB y GSP de la perforadora Reedrill SKS-12.

La reinstalación y/o reubicación del sensor de profundidad (Shaft Encoder), ha permitido mayor orden y limpieza, ya que su nueva ubicación evita que se llene de grasa, barro y/o polvo, es de rápido y fácil acceso, de manera segura y ergonómica. Esta nueva ubicación del shaft encoder ha sido estandarizado en todas las perforadoras (figura N° 11).



**Figura N° 11.** Reubicación del sensor de profundidad (Shaft Encoder) de la perforadora Reedrill SKS-12.

Finalmente, se ordenó y mejoró la instalación del sensor de RPM, siendo en la actualidad mucho más limpio, debido a que evita que se llene de grasa, barro y/o polvo; esta mejora del RPM ha sido estandarizado en todas las perforadoras (figura N° 12).



**Figura N° 12.** Reinstalación del sensor RPM de la perforadora Reedrill SKS-12.

#### **4.2. Trabajo estandarizado**

La importancia del trabajo estandarizado radica en que todos hagan el mismo trabajo de la misma manera, a través de un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso.


Como responsable del personal técnico encargado del monitoreo, soporte, mantención y reparación de los signos vitales; debía de implementar para todo ello un estándar de trabajo. Esto era sumamente necesario, ya que los técnicos no tenían los mismos conocimientos, habilidades, rapidez y métodos de trabajo estandarizado.

En ese sentido, se construyó un procedimiento estándar de trabajo al cual se le denominó mantenimiento de los signos vitales, con este procedimiento se ha

logrado estandarizar los trabajos de soporte, mantención y reparación de los signos vitales.

Los resultados de la elaboración de este procedimiento de trabajo estandarizado ha sido excepcionalmente notorio. La operatividad y/o disponibilidad de los signos vitales ahora es aceptable.

El procedimiento estándar de trabajo elaborado se describe a continuación:

 <b>BARRICK</b> <b>REGIÓN SUDAMÉRICA</b>				
<b>CÓDIGO</b> OMI -PLN - 017	<b>REVISIÓN</b> 00	<b>PÁGINAS</b> 13	<b>VIGENCIA</b> 31 / Dic /13	<b>PROX. REVISION</b> 31 / Sep /13
<b>ALCANCE:</b> Lagunas Norte				
 <b>PROCEDIMIENTO</b> <b>MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES</b>				
<b>Índice</b>		<b>Nº Página</b>		
1. OBJETIVOS .....		02		
2. ALCANCE Y APLICACIÓN .....		02		
3. DOCUMENTOS O NORMAS DE REFERENCIA .....		02		
4. DEFINICIONES .....		02		
5. ÁREAS INVOLUCRADAS Y RESPONSABLES .....		02		
6. DESCRIPCION DEL PROCESO .....		02		
7. SALUD OCUPACIONAL.....		06		
8. OBSERVACIONES .....		07		
<b>PARTICIPANTES</b>		<b>AREA</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
<b>APROBADO POR</b>	Angel Vera	Operaciones Mima		
<b>REVISADO POR</b>	Carlos Aguilar	Prevención de Riesgos		
<b>ELABORADO POR</b>	Edman Cardozo Ruiz	Operaciones Mima		
<b>BITÁCORA DE CAMBIOS</b>				
<b>REVISION</b>	<b>FECHA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE CAMBIOS Y/O MODIFICACIONES</b>		

Revisión N° 000	Código	
<b>PROCEDIMIENTO</b> MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES	Fecha de Aprobación	
	Fecha de Vigencia	
	Página	2 de 13

### 1. OBJETIVOS

Dar mantenimiento ya sea preventivo y/o correctivo a los signos vitales de las perforadoras Red Drill SKS-12

### 2. ALCANCE Y APLICACIÓN

El alcance de este trabajo compete al área de Mantenimiento Dispatch y su aplicación beneficia a las áreas de Operaciones Mina, Servicios Técnicos y Mantenimiento Mina

### 3. DOCUMENTOS Y NORMAS DE REFERENCIA

Se hace referencia a los siguientes documentos:

- Drill Management System Installation Guide (MMS)
- Esquemático de conexión de los signos vitales
- Manual de configuración y calibración de los signos vitales

### 4. DEFINICIONES

**Signos Vitales:** Sistema de monitoreo que utiliza sensores para detectar parámetros de la perforadora como: profundidad perforada a tiempo real, velocidad de rpm, presión de pulldown, presión de torque, presión de aire, y velocidad de penetración.

**Shaft Encoder:** Sensor de profundidad o lector de profundidad

**Rpm:** Revoluciones por Minuto; para el caso de los Signos Vitales se refiere a la velocidad de rotación de la barra de perforación. Se utilizó un sensor inductivo de alta velocidad para registrar este parámetro

**Presión de PullDown:** Es la presión hidráulica requerida para generar la fuerza de empuje hacia abajo necesaria en la barra de perforación. Es la presión hidráulica requerida para generar el torque necesario en la barra de perforación. Se utiliza un sensor de presión o transductor de presión para registrar este parámetro.

**Presión de Torque:** Es la presión hidráulica requerida para generar el torque necesario en la barra de perforación. Se utiliza un sensor de presión o transductor de presión para registrar este parámetro.

**Presión de Aire:** Es la presión neumática requerida para generar la presión de aire requerida en la barra de perforación. Se utiliza un sensor de presión o transductor de presión para registrar este parámetro

Revisión N° 000	Código	
<b>PROCEDIMIENTO</b> MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES	Fecha de Aprobación	
	Fecha de Vigencia	
	Página	3 de 13

- **PLC:** Sus siglas vienen de: Circuito Lógico Programable. es un equipo o modulo electrónico al cual se le programa para realizar diversas funciones, en este caso se ha programado para registrar, almacenar, contabilizar y procesar toda la información de los signos vitales.

**GSP:** Sus siglas vienen de: Procesador Serial Genérico. es un equipo o modulo electrónico al cual se le programa para realizar diversas funciones, en este caso se programa para que trabaje conjuntamente con el PLC, para el procesamiento de la información de los signos vitales.

**Equipos electrónicos:** Es todo equipo que para su funcionamiento requiere energía eléctrica alterna (110/220V) o continua (12,24..48VDC u otros), compuestos por componentes eléctricos y/o electrónicos cuyo funcionamiento es acorde al uso y utilidad para el cual fue fabricado, ejemplo de un equipo electrónico son las fuentes estabilizadoras de tensión.

## 5. ÁREAS INVOLUCRADAS Y RESPONSABLES

### Gerente Operaciones Mina:

- Controla y coordina con superintendente de Mina el correcto cumplimiento del procedimiento.

### Superintendente de Operaciones Mina:

- Controla y coordina el correcto cumplimiento del procedimiento con el Jefe del Sistema Control Dispatch.

### Jefe del Sistema Control Dispatch:

- Controla y coordina con el Supervisor Administración Dispatch el Correcto cumplimiento del procedimiento.

### Supervisor Administración Dispatch:

- Controla, Coordina y Verifica con los técnicos Dispatch el cumplimiento del procedimiento.
- Verifica la documentación generada por personal técnico

### Técnico Dispatch:

- Cumplir con el procedimiento y realizar el trabajo y mantenimiento de los Signos Vitales
- Llenar el formato o checklist de mantenimiento de Wap
- Realizar el pre-uso del vehiculo que transporta el Wap
- Realizar la ERNG

**PROCEDIMIENTO**  
MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES

Revisión N° 000

Código

Fecha de Aprobación

Fecha de Vigencia

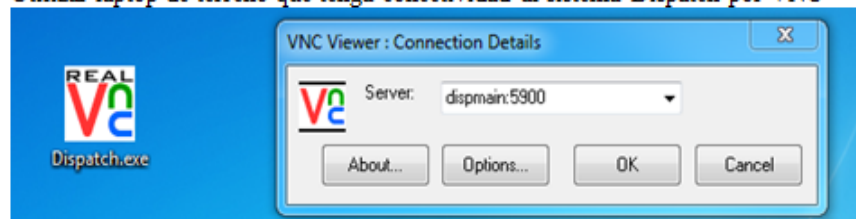
Página

4 de 13

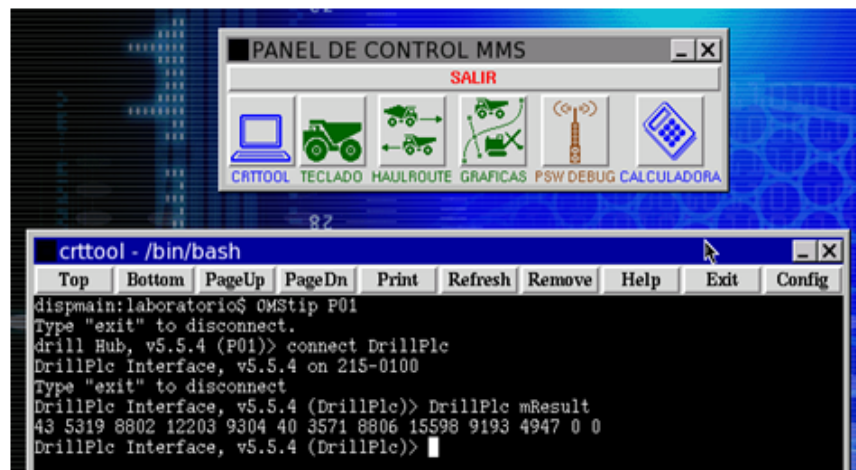
## 6. DESCRIPCION DEL PROCESO

### 6.1 VERIFICACION Y DIAGNOSTICO EN TIEMPO REAL DEL ESTADO DE LOS SIGNOS VITALES POR CONEXION REMOTA AL EQUIPO:

- Utilizar laptop de terreno que tenga conectividad al sistema Dispatch por VNC



- Una vez dentro del sistema Dispatch y travez de una pantalla **crtool**, conectarse a la perforadora a la que desea verificar y/o diagnosticar sus signos vitales utilizando el comando **OMStip**. En este caso como ejemplo Perforadora1 (P01)
- Una vez conectado a la perforadora, conectarse al GSP de los signos vitales utilizando el comando: **connect DrillPlc**.
- Una vez dentro del DrillPlc, hacer el comando: **DrillPlc mResult**. la siguiente imagen muestra la secuencia hasta este punto.





## PROCEDIMIENTO

### MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES

Revisión N° 000

Código

Fecha de Aprobación

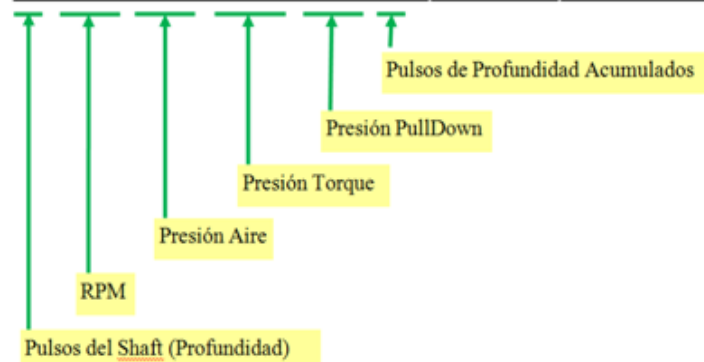
Fecha de Vigencia

Página

5 de 13

- Identificar los segmentos numéricos del mResult.

```
DrillPlc Interface, v5.5.4 (DrillPlc)> DrillPlc mResult
43 5319 8802 12203 9304 40 3571 8806 15598 9193 4947 0 0
```



- Verificar el segmento numérico correspondiente a Pulsos de Shaft (Profundidad), este valor varía a razón de 32pulsos por metro de profundidad. Si este valor no varía o marca cero, significa que la etapa de censado de profundidad (Shaft Encoder) está fallando y habrá que revisar esta etapa.
- Verificar el segmento numérico correspondiente al RPM, Si este valor no varía o marca cero, significa que la etapa de censado del RPM está fallando y habrá que revisar esta etapa.
- Verificar el segmento numérico correspondiente al Presión de Aire, Si este valor no varía o marca cero, significa que la etapa de censado de la Presión de Aire está fallando y habrá que revisar esta etapa.
- Verificar el segmento numérico correspondiente al Presión de Torque, Si este valor no varía o marca cero, significa que la etapa de censado de la Presión de Torque está fallando y habrá que revisar esta etapa.
- Verificar el segmento numérico correspondiente al Presión de PullDown, Si este valor no varía o marca cero, significa que la etapa de censado de la Presión de PullDown está fallando y habrá que revisar esta etapa.
- Si al ejecutar el comando mResult, no se visualiza nada y solo se ve una línea vertical, significa que existe un problema de comunicación entre el modulo del PLC y el modulo GSP, y se deberá de revisar dicha conectividad.

```
DrillPlc Interface, v5.5.4 (DrillPlc)> DrillPlc mResult
└
```

**PROCEDIMIENTO**  
MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES

Revisión N° 000

Código

Fecha de Aprobación

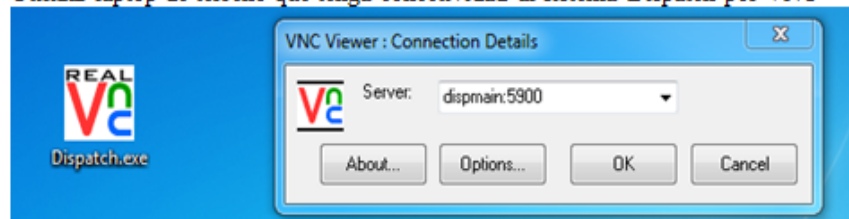
Fecha de Vigencia

Página

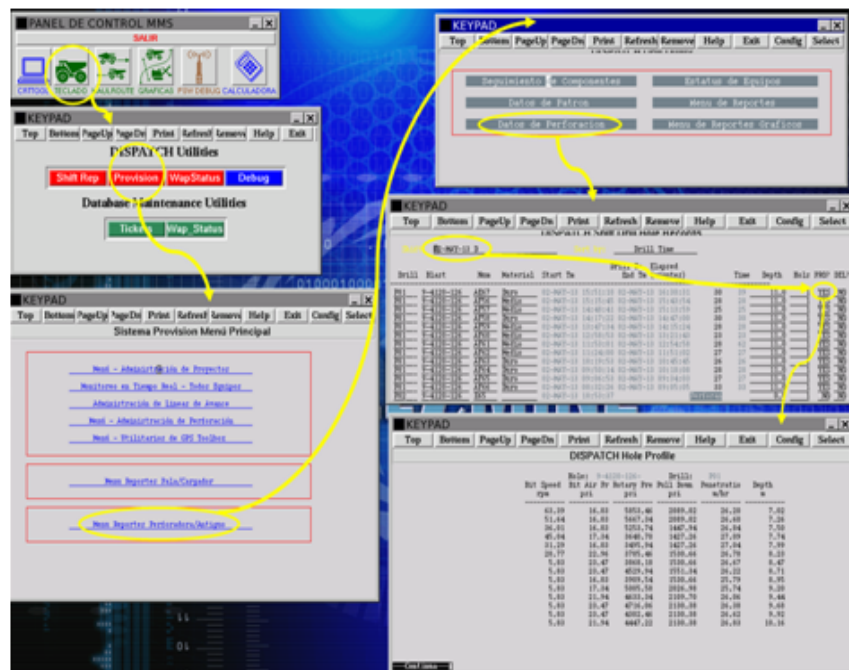
6 de 13

• 6.2 VERIFICACION Y DIAGNOSTICO ESTADO DE LOS SIGNOS VITALES, INGRESANDO A LA BASE DE DATOS DE PERFORACION

- Utilizar laptop de terreno que tenga conectividad al sistema Dispatch por VNC



- Una vez dentro del sistema Dispatch, en el **Panel Control** seleccionar **Teclado**, luego seleccionar **Provisión**, Luego seleccionar **Menú Reportes Perforadora/Antiguo**, Luego seleccionar **Datos de Perforación**, luego indicar la **Fecha** que se desea verificar, se listara todos los pozos perforados ordenados por perforadoras. Elegir la perforadora y el pozo a verificar, hacer clip en el "yes" del pozo y perforadora elegida, luego de ello aparecerá una ventana mostrando las columnas de información de los signos vitales para el pozo y perforadora elegidos, la siguiente imagen muestra la secuencia:



**PROCEDIMIENTO**  
MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES

Revisión N° 000

Código

Fecha de  
AprobaciónFecha de  
Vigencia

Página

7 de 13

- Identificación de la información de la ventana de signos vitales. En esta ventana encontrarán seis columnas de información de signos vitales: RPM, Presión de Aire, Rotación o Torque, PullDown, y la columna de la profundidad, como se ve en la imagen:

PageDn	Print	Refresh	Remove	Help	Exit	Config
<b>DISPATCH Hole Profile</b>						
Hole: 9-4120-126-		Drill: P01				
Bit Speed rpm	Bit Air Pr psi	Rotary Pre psi	Pull Down psi	Penetratio m/hr	Depth m	
63.39	16.83	5853.46	2089.02	26.20	7.02	
51.64	16.83	5667.34	2089.02	26.60	7.26	
36.01	16.83	5253.74	1447.94	26.84	7.50	
45.04	17.34	3640.70	1427.26	27.09	7.74	
31.29	16.83	3495.94	1427.26	27.04	7.99	
28.77	22.96	3785.46	1530.66	26.78	8.23	
5.83	23.47	3868.18	1530.66	26.67	8.47	
5.83	23.47	4529.94	1551.34	26.22	8.71	
5.83	16.83	3909.54	1530.66	25.79	8.95	
5.83	17.34	5005.58	2026.98	25.74	9.20	
5.83	21.94	4633.34	2109.70	26.06	9.44	
5.83	23.47	4716.06	2130.38	26.38	9.68	
5.83	23.47	4302.46	2130.38	26.62	9.92	
5.83	21.94	4447.22	2130.38	26.83	10.16	

- Verificar que en la columna de rpm exista datos, si este dato no varía o marca solo cero, significa que la etapa de censado del RPM está fallando y necesita ser revisado.
  - Verificar que en la columna de presión de aire exista datos, si este dato no varía o marca solo cero, significa que la etapa de censado de la presión del aire está fallando y necesita ser revisado.
  - Verificar que en la columna de presión de rotación o torque exista datos, si este dato no varía o marca solo cero, significa que la etapa de censado de la presión de rotación o torque está fallando y necesita ser revisado.
  - Verificar que en la columna de presión PullDown exista datos, si este dato no varía o marca solo cero, significa que la etapa de censado de la presión de PullDown está fallando y necesita ser revisado.
  - Verificar que en la columna de profundidad exista datos, si este dato no varía o marca solo cero, significa que la etapa de censado de profundidad está fallando y deberá revisarse.

**PROCEDIMIENTO**  
MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES

Revisión N° 000

Código

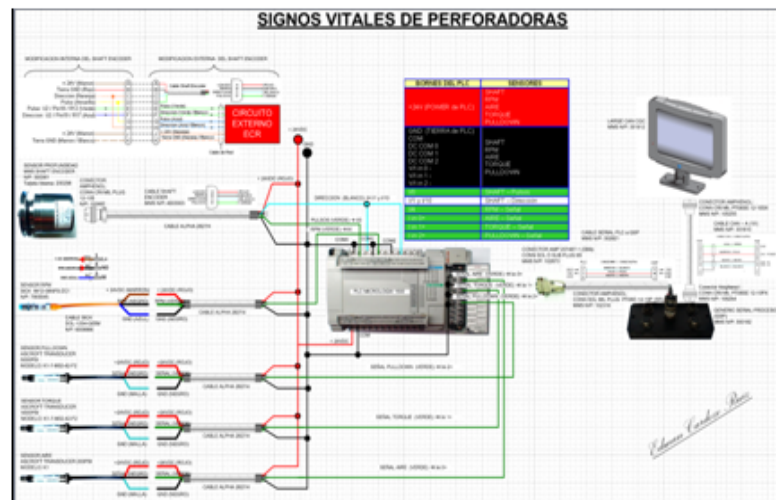
Fecha de  
AprobaciónFecha de  
Vigencia

Página

8 de 13

• 6.3 **MANTENIMIENTO Y/O REPARACION DE LOS SIGNOS VITALES EN LA PERFORADORA**

- Una vez diagnosticado las fallas utilizando las herramientas antes mencionadas, se procede con la revisión y reparación de los signos vitales en la misma perforadora. Para ello se tiene que utilizar el esquemático electrónico como se muestra a continuación:



- Con ayuda del esquemático electrónico y con ayuda de un multímetro, se debe comprobar la continuidad de las conexiones de los sensores y los voltajes según se indica en el esquemático. de esta forma al encontrar una mala conexión o voltaje nos revelaría donde está el problema.
- El problema mas común en los signos vitales se relaciona con problemas en el cableado, conexión, ajuste y/o limpieza (falsos contactos y/o desajustes, sensores engrasados), es por ello que se debe en primer lugar prestar mucha atención en la revisión del cableado y la conectividad, ya que si no se puede se pierde mucho tiempo revisando otras posibles fallas.
- Con el esquemático de ayuda verificar y constatar que las conexiones del PLC y GSP, estén bien fijadas. que no exista falso contacto. Verificar que el nivel de voltaje al PLC sea 24VDC.
- Revisar la conectividad entre el PLC y GSP, verificar y constatar que el cable serial entre le PLC y GSP este en buen estado, probar continuidad de este

Revisión N° 000	Código	
<b>PROCEDIMIENTO</b> MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES	Fecha de Aprobación	
	Fecha de Vigencia	
	Página	9 de 13

- cable ayudándose con el esquemático electrónico, si el cable esta en mal estado, proceder con la reparación de este cable y/o cambio del mismo.
- Si la etapa de censado de la profundidad está fallando, y ya se ha descartado que el cableado y conectividad del mismo está bien, solo queda cambiar el sensor de profundidad por uno en buen estado, luego de hacer el cambio se tiene que hacer pruebas de funcionamiento.
- En las etapa de profundidad también se debe constatar que el cable acerado que hace girar el shaft encoder este en buen estado, que no esté flojo, de ser necesario cambiar el cable acerado. También en la etapa de profundidad se debe constatar que las poleas estén en buen estado de ser necesario cambiar las poleas.
- Si la etapa de censado de RPM está fallando, y ya se ha descartado que el cableado y conectividad del mismo está bien, solo queda cambiar el sensor de RPM por uno en buen estado, luego de hacer el cambio se tiene que hacer pruebas de funcionamiento.
- También en la etapa del RPM, es usual que el problema sea un simple acercamiento del sensor rpm magnético y a la plancha excitadora, para solo deberá desajustar el rpm y acercarlo mas a la plancha excitadora, teniendo en cuenta que la distancia máxima de trabajo del sensor RPM es de 10mm.
- Si la etapa de censado de presión de Aire esta fallando, y ya se ha descartado que el cableado y conectividad del mismo está bien, solo queda cambiar este sensor por uno en buen estado, luego de hacer el cambio se tiene que hacer pruebas de funcionamiento.
- Si la etapa de censado de presión de Rotación o Torque está fallando, y ya se ha descartado que el cableado y conectividad del mismo está bien, solo queda cambiar este sensor por uno en buen estado, luego de hacer el cambio se tiene que hacer pruebas de funcionamiento.
- Si la etapa de censado de presión de PullDown esta fallando, y ya se ha descartado que el cableado y conectividad del mismo está bien, solo queda cambiar este sensor por uno en buen estado, luego de hacer el cambio se tiene que hacer pruebas de funcionamiento.
- Si todo lo anterior esta bien y aun sigue fallando los signos vitales, significa que hay un problema de configuración y programación, el cual se vera en el siguiente punto.

Revisión N° 000	Código	
<b>PROCEDIMIENTO</b> MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES	Fecha de Aprobación	
	Fecha de Vigencia	
	Página	10 de 13

• **6.4 PROGRAMACION, CONFIGURACION Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SIGNOS VITALES**

- Para que los signos vitales funcionen y que los valores sean correctos y que se guarde bien en la base de datos de sistema, todos los módulos (HUB, GOIC, GSP y PLC) deben estar correctamente programados y/o configurados.
- El HUB debe ser programado con la siguiente línea de programación:
 

**net/Hub/All CLASS=Drill  
OPTIONS=Gps/Topcon,HpDrill,PlcDrill,MineCare  
INCLINOMETER=rieker DEVICE=P0X ID=19X**

donde X, puede ser 1,2,3 o 4, dependiendo el numero de perforador
- El GOIC debe ser programado con la siguiente línea de programación:
 

**net/GOIC/All CLASS=Drill LANGUAGE=Spanish  
OPTIONS=HpDrill,LGCGauges,NewPS,PS/Perforadora DEVICE =P0X  
ID=19X**

donde X, puede ser 1,2,3 o 4, dependiendo el numero de perforador
- El GSP debe ser programado con la siguiente línea de programación:
 

**net/GSP/All OPTIONS=DrillPlc ID=19X**

donde X, puede ser 1,2,3 o 4, dependiendo el numero de perforador
- El PLC debe ser programado con el Lader estandar, a través de la aplicación RsLink y RsLogix500. para ello primero colocar el PLC en modo programación y luego de la programación regresarlo al modo run.
- La primera prueba de funcionamiento es poner la perforadora operativa, y hacer que esta comience a perforar un pozo del proyecto, en la pantalla del dispatch o GOIC, se debe visualizar todos los valores de los signos vitales en tiempo real. como se aprecia en la siguiente imagen.

## PROCEDIMIENTO MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES

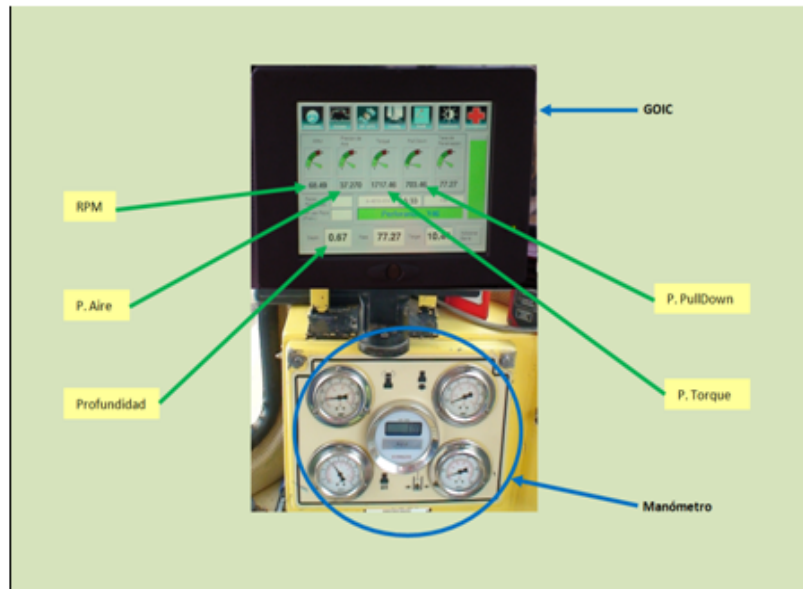
Revisión N° 000

Código

Fecha de  
AprobaciónFecha de  
Vigencia

Página

11 de 13



- Los valores de los signos vitales que se visualizan en el Goic, deben de coincidir o ser cercanos a los valores indicados en los manómetros de la perforadora.
- La segunda prueba de funcionamiento en tiempo real es a través de la conexión directa al equipo y utilizar el comando **mResult**, este proceso esta explicado en el punto 6.1
- La tercera prueba de funcionamiento es a través de la verificación de los signos vitales en la base de datos de perforación, este proceso esta explicado en el punto 6.2.
- Se recomienda verificar con 2o tres pozos que los signos vitales están trabajando en forma correcta.
- El seguimiento del funcionamiento de los signos vitales se debe realizar todos los días al principio del turno y al final del turno, utilizando los métodos de verificación señalados en el punto 6.1 y 6.2.

Revisión N° 000

Código

Fecha de  
Aprobación**PROCEDIMIENTO****MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES**Fecha de  
Vigencia

Página

12 de 13

ETAPAS DEL TRABAJO	EVENTOS INDESEADOS	CONTROLES
<p>Verificación y Diagnóstico en Tiempo Real el estado de los Signos Vitales, por conexión remota al equipo.</p>	<p>Choques, voladuras, posibles fallas mecánicas</p>	<p>Programa de Mantenimiento Preventivo Proceso de trabajo Manejo Defensivo Manejo en Tajo Piso y planta Conducción a 60km/hora</p>
<p>Verificación y Diagnóstico del Estado de los Signos Vitales, a Traves de la base de datos de Perforación.</p>	<p>Golpes en los dedos, quemaduras por fricción</p>	<p>Evaluación de Riesgos a Nivel Personal Tres puntos de apoyo</p>
<p>Mantenimiento y/o Reparación de los Signos Vitales en la Perforadora</p>	<p>Daños lumbares</p>	<p>Realizar el trabajo con un computador de apoyo</p>
<p>Inspección del Problema en la misma perforadora</p>	<p>Derrame de hidrocarburos.</p>	<p>Mantenimiento preventivo Kit para derrames</p>
<p>Preparación y Coordinaciones previas</p>	<p>Caidas al mismo nivel, resbalón golpes, torceduras.</p>	<p>Evaluación de riesgos a Nivel Personal, uso de EPPs</p>
<p>Mantenimiento y Reparación de los Signos Vitales</p>	<p>Daño a los paneles solares</p>	<p>Coberturas con liner</p>
<p>Programación, configuración y Pruebas de Funcionamiento</p>	<p>No contar con equipos para pruebas</p>	<p>Laptop, multímetro, energía</p>
<p>Entrega de la Perforadora con los Signos Vitales Operativos</p>	<p>Fatiga y trabajo repetitivo</p>	<p>Pausas activas, trabajo entre 2</p>
<p></p>	<p>Soldadura para los Signos Vitales</p>	<p>Laptop, multímetro, energía</p>
<p></p>	<p>Tormenta eléctrica</p>	<p>Parar la actividad y refugiarse en la cisterna con las lunas arriba</p>



Revisión N° 000

Código

**PROCEDIMIENTO**  
MANTENIMIENTO DE SIGNOS VITALES

Fecha de Aprobación

Fecha de Vigencia

Página

13 de 13

•

**EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

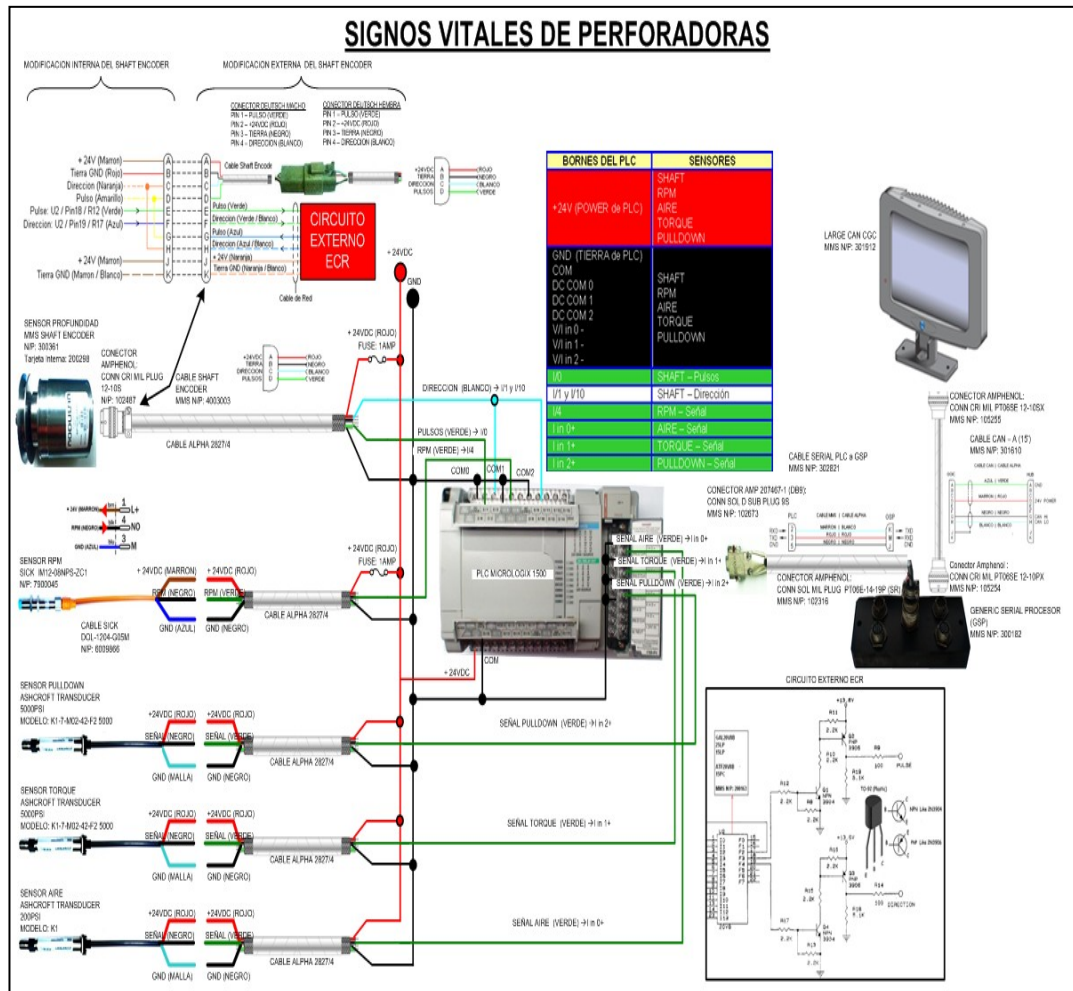
IMPLEMENTOS REQUERIDOS DE SEGURIDAD							

- Casco de Seguridad
- Lentes de seguridad
- Zapatos de seguridad
- Tapones para oídos y/o orejeras
- chaleco reflectivo
- Guantes de seguridad de badana y/o látex
- Tyvex y/o impermeable
- Bloqueador.

**LEYENDA DE EVENTOS INDESEADOS Y CONTROLES**

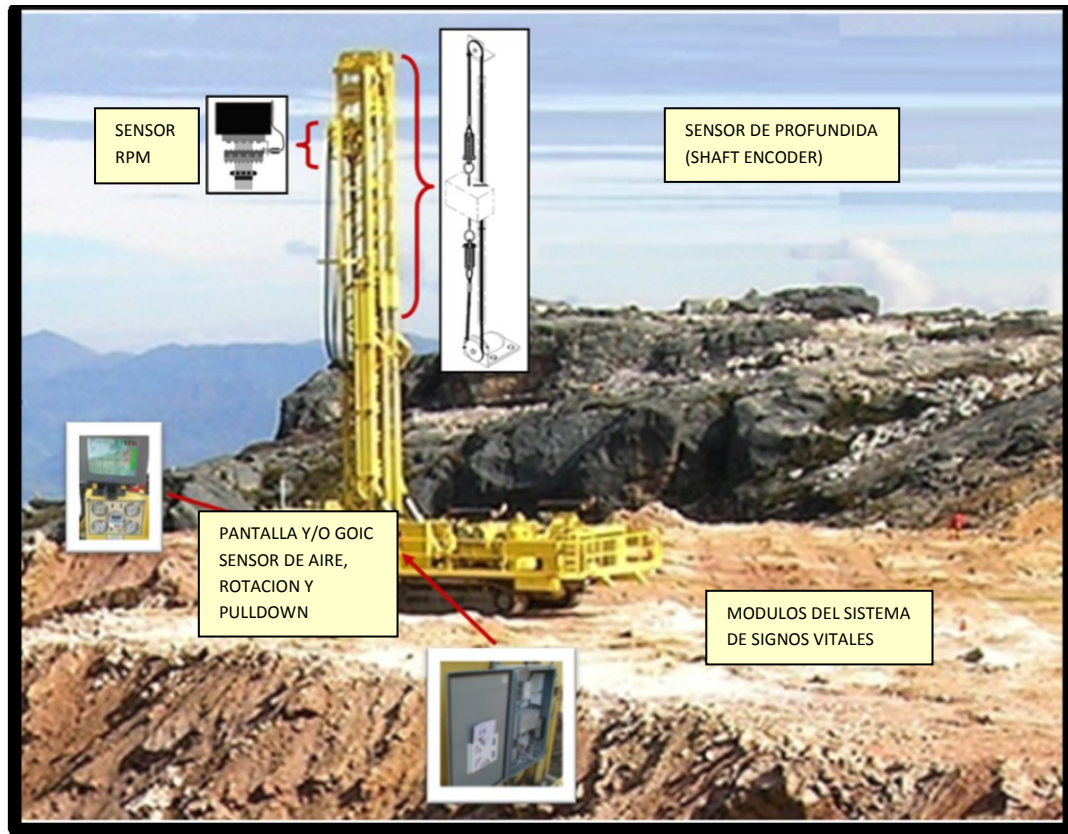
	Evento a la SALUD		Evento a la PERSONA		Evento al MM. AA.		Evento a EQUIPOS
---	-------------------	---	---------------------	---	-------------------	---	------------------

Adicionalmente al procedimiento estándar de trabajo, se elaboró el esquemático y/o plano eléctricos estándar de la instalación de los signos vitales como se observa en la figura N° 13:



**Figura N° 13.** Plano eléctricos estándar de instalación de los signos vitales de la perforadora Reedrill SKS-12.

Así mismo, se elaboró el diagrama de instalación estándar de los signos vitales, como se observa en la figura N° 14:



**Figura N° 14.** Diagrama de instalación estándar de los signos vitales de la perforadora Reedrill SKS-12.

### 4.3. Equipo de alto rendimiento

Otra herramienta Lean sumamente necesaria fue capacitar y fortalecer al equipo de técnicos para que lleguen a ser un equipo de alto rendimiento y así puedan cumplir el objetivo trazado: la más alta operatividad y/o disponibilidad de los signos vitales.

Para ello el supervisor y líder del equipo organizó dos charlas para entrenar y capacitar al equipo técnico, en donde también se dio a conocer los nuevos estándares implementados como el procedimiento de mantención de los signos vitales, esquemáticos y diagramas. El registro de la asistencia de dos charlas de entrenamiento y capacitación se puede observar en la figura N° 15:

**BARRICK**  
Minería Responsable

## REGISTRO DE ASISTENCIA

CHARLA  CURSO  TALLER  CONFERENCIA  SEMINARIO  REUNION DE TRABAJO  CONGRESO

Otros  Especifique \_\_\_\_\_

FECHA: 15 / May / 13 LUGAR: OFICINA DISPATCH INTERNA  EXTERNA

TEMA 1 Nombre: Charlas de capacitación en el soporte de los sistemas vitales para técnicos dispatch Duración: 2 Hrs Total h/h: \_\_\_\_\_

Instructor (es): EDMAN CARDOZO RUIZ Firma: [Firma] Empresa: MINERA BARRICK

TEMA 2 Nombre: \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_ Total h/h: \_\_\_\_\_

Instructor (es): \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_ Empresa: \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO / AREA CAPACITADA:				TEMA 1	TEMA 2	CALIFICACIÓN	
Nº	CÓDIGO ó DNI	AREA / EMPRESA	APELLIDOS Y NOMBRES	Firma	Firma	NOTA (0-20)	
						TEMA 1	TEMA 2
1	50676	MBM	Montol de la Cruz, Edgar	[Firma]			
2	50753	MBM	Norueco Fernández Georg	[Firma]			
3	300528	MBM	Ludena, Loayza, Willy Richard	[Firma]			
4	15325	MBM	Sanchez Hojaruna Rojas, José A.	[Firma]			
5							

**BARRICK**  
Minería Responsable

## REGISTRO DE ASISTENCIA

CHARLA  CURSO  TALLER  CONFERENCIA  SEMINARIO  REUNION DE TRABAJO  CONGRESO

Otros  Especifique \_\_\_\_\_

FECHA: 01 / May / 13 LUGAR: OFICINA DISPATCH INTERNA  EXTERNA

TEMA 1 Nombre: CHARLA DE CAPACITACIÓN EN EL SOPORTE DE LOS SISTEMAS VITALES PARA TÉCNICOS DISPATCH Duración: 2 Hrs Total h/h: \_\_\_\_\_

Instructor (es): EDMAN CARDOZO RUIZ Firma: [Firma] Empresa: \_\_\_\_\_

TEMA 2 Nombre: \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_ Total h/h: \_\_\_\_\_

Instructor (es): \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_ Empresa: \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO / AREA CAPACITADA:				TEMA 1	TEMA 2	CALIFICACIÓN	
Nº	CÓDIGO ó DNI	AREA / EMPRESA	APELLIDOS Y NOMBRES	Firma	Firma	NOTA (0-20)	
						TEMA 1	TEMA 2
1	50676	MBM	Montol de la Cruz, Edgar	[Firma]			
2	50753	MBM	Norueco Fernández Georg	[Firma]			
3	300528	MBM	Ludena Loayza, Willy Richard	[Firma]			
4	15325	MBM	Sanchez Hojaruna Rojas, José A.	[Firma]			
5							

Figura N° 15. Registro de asistencia a las charlas de capacitación.

#### 4.3.1. Módulo de Tickets de trabajo

Como parte de la formación de equipos de alto rendimiento, se consideró indispensable crear una herramienta de gestión de Tickets de trabajo; el cual permite en la actualidad reportar los problemas a tiempo, asignar los trabajos, dar prioridades, generar informes y/o reportes estadísticos (tiempos empleados en la solución del problema; conocer qué es lo que más falla y con qué frecuencia; datos o información que no se reportaba anteriormente) ; toda esta información tiene mucho valor para la administración de recursos y en la toma de decisiones. Por ello, se genera dentro del sistema Dispatch el Modulo de Tickets de Trabajo, el cual se describe a continuación.

#### Sistema de Tickets de Trabajo en el Sistema Dispatch:

Dentro de Sistema Dispatch, ingresar a la opción teclado, luego ingresar a la opción tickets (figura N° 16).

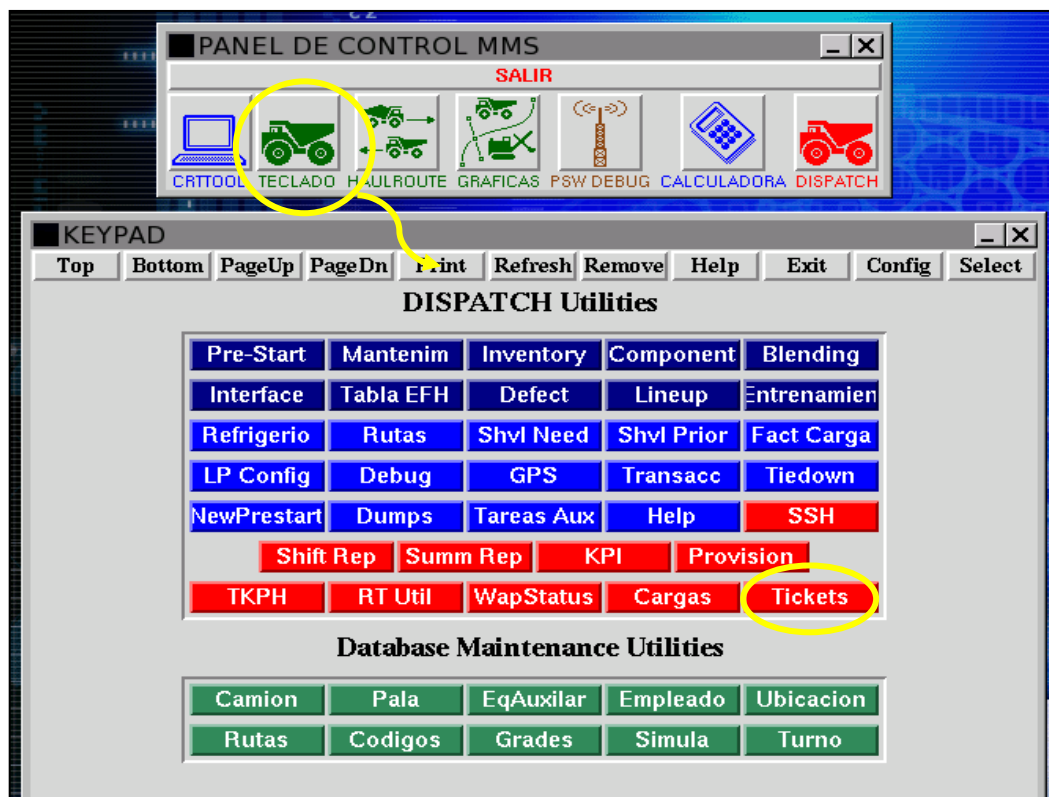
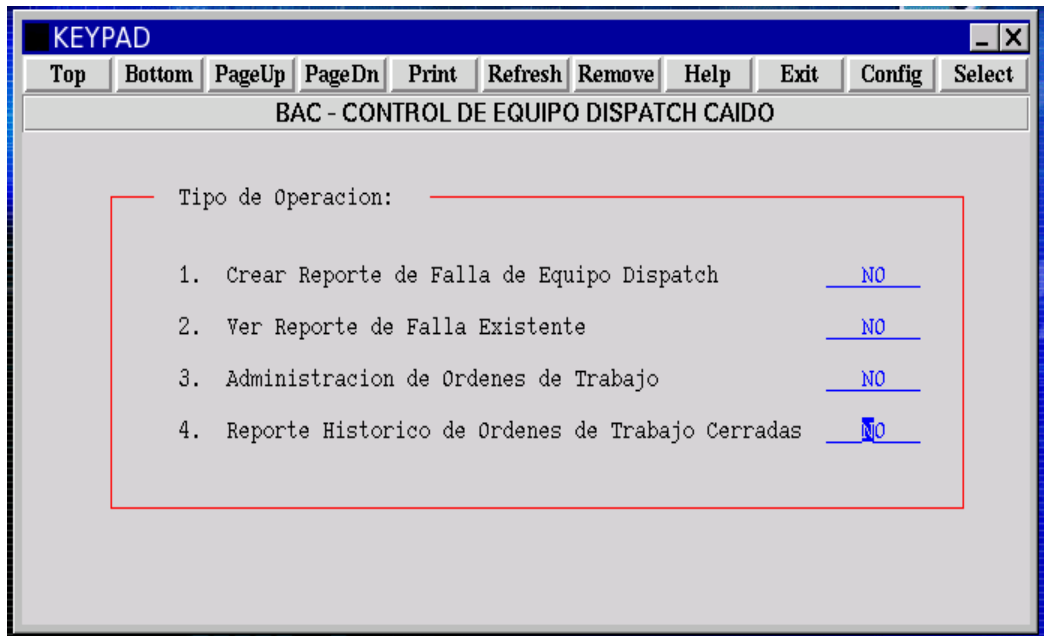


Figura N° 16. Ingreso a la opción tickets en el sistema Dispatch,

Luego se displaya la ventana de creación de Tickets y visualización de reportes, para crear un ticket nuevo hacer clip sobre "NO" de la opción 1; Para visualizar los tickets ya existentes hacer clip sobre "NO" de la opción 2; para administrar los tickets hacer clip sobre "NO" de la opción 3; para visualizar el historial de tickets hacer clip sobre "NO" de la opción 4 (figura N° 17).



**Figura N° 17.** Ventana de creación de Tickets y visualización de reportes.

A continuación se muestra un ejemplo de los tickets de trabajo creados y/o existentes para ser atendidos por el personal técnico. En el ejemplo se observa dos tickets de trabajo por reparación de los signos vitales para la perforadora 3 y perforadora 4, ambos son prioridad 1 y deben ser atendidos por los técnicos a la brevedad posible. Esta pantalla de tickets de trabajo también se visualiza en un monitor en el área de trabajo de los técnicos; es decir que los técnicos siempre están pendientes de todos los tickets de trabajo que se crean para ser atendidos por ellos (figura N 18). Así mismo, se puede visualizar la ventana de reportes de los tickets ya atendidos en el mes de Junio 2013; en este caso se observa que los tickets de los signos vitales fueron atendidos oportunamente (figura N° 19).

KEYPAD										
Top	Bottom	PageUp	PageDn	Print	Refresh	Remove	Help	Exit	Config	Select
BAC - REGISTRO DE EQUIPO DISPATCH CAIDO										
25-JUN-13 09:55:32										
ID	TIPO EQUIPO	F. INICIO	DURACION	UBICACION	ESTADO	RAZON	PRIOR	DESCRIPCION FALLA	COMENTARIO	ACCION
T18	Komatsu 730	12:00:55	21.9 h	S01	Operativo	PRODUCCION	1	Otras reparaciones	PROGRAMAR GSP DE SISTEMA PTX	<a href="#">Ord. Trab</a>
P04	Perforadora	09:24:32	31.0 h	1-09-4110-119	Demora	ESPERANDO MANTENIM	1	Signos Vitales	REPARAR SIGNOS VITALES	<a href="#">Ord. Trab</a>
P03	Perforadora	09:54:31	1.0 h	1-07-4090-088	Malogrado	EVALUANDO MANTENIM	1	Signos Vitales	REPARAR SIGNOS VITALES	<a href="#">Ord. Trab</a>
S01	Komatsu PC4000-6	09:55:29	0.1 h	1-09-4110-113	Operativo	PRODUCCION	1	Instalacion de Componentes	DIPPER SWITCH	<a href="#">Ord. Trab</a>

Figura N° 18. Tickets de trabajo creados y/o existentes para ser atendidos por el personal técnico.

KEYPAD												
Top	Bottom	PageUp	PageDn	Print	Refresh	Remove	Help	Exit	Config	Select		
BAC - CONTROL DE EQUIPO DISPATCH CAIDO												
<b>REPORTE DE ORDENES DE TRABAJO CERRADAS</b> Minera Barrick - Lagunas Norte Año/Mes : 13 / 06 Filtrar por día : <input type="text"/>												
FECHA	EQUIPO	F. EMISION	F. FIN	PRIOR.	FALLA	DIAGNOSTICO	T. ESPERA	T. REPARAC.	SOLUCIONADO	ELIMINAR		
03-ABR-13	DISPA	11:20:48	17:01:49	1	Instalacion de Compone		20.2 h	9.1 S		No		
04-ABR-13	P03	07:32:15	17:02:10	1	Signos Vitales		9.1 S	0.1 m		No		
04-ABR-13	P04	07:32:40	17:02:23	1	Signos Vitales		9.1 S	0.1 m		No		
04-ABR-13	DISPA	07:36:17	07:43:30	2	Reparacion en Laborato	TERMINO DE REPRACION 4	2.0 d	0.0 m	JIMMY	No		
06-JUN-13	DISPA	17:12:35	12:06:26	1	Instalacion de Compone	SE INSTALO REPETIDOR E	21.7 h	4.9 d	GEORGE Y EDG	No		
06-JUN-13	DISPA	17:19:31	18:14:37	1	Instalacion de Compone	SE PROGRAMAO CISCO 130	53.9 m	1.2 m	EDGAR	No		
06-JUN-13	T19	17:20:57	17:42:00	2	Instalacion de Compone		21.0 m	0.1 m		No		
06-JUN-13	DISPA	17:46:40	12:07:42	1	Instalacion de Compone	LO INSTALARA OPMINA	5.8 d	0.4 m	GEORGE Y ED	No		
06-JUN-13	DISPA	17:53:17	18:29:28	2	Instalacion de Compone		36.1 m	0.1 m		No		
06-JUN-13	P01	17:56:53	17:59:19	2	Signos Vitales		2.4 m	0.0 m		No		
06-JUN-13	P02	17:57:37	18:00:36	2	Signos Vitales		3.0 m	0.0 m		No		
06-JUN-13	P03	17:58:17	18:00:52	2	Signos Vitales		2.5 m	0.1 m		No		
06-JUN-13	P04	17:58:43	18:01:00	2	Signos Vitales		2.3 m	0.0 m		No		
06-JUN-13	P01	18:00:11	18:01:11	2	Signos Vitales		1.0 m	0.0 m		No		
06-JUN-13	P01	18:02:05	08:45:16	1	Signos Vitales	SIGNOS VITALES OPERATI	1.1 S	0.6 m	GEORGE Y EDG	No		
06-JUN-13	P02	18:03:54	08:46:01	1	Signos Vitales	SIGNOS VITALES OPERATI	1.1 S	0.6 m	GEORGE Y EDG	No		
06-JUN-13	P03	18:04:23	12:05:05	1	Signos Vitales	SE REPARARON LOS SIGNO	20.9 h	4.9 d	GEORGE Y EDG	No		
06-JUN-13	P04	18:05:06	12:04:13	1	Signos Vitales	SE REPARO SIGNOS VITAL	5.7 d	0.4 m	EDGAR Y GERO	No		
06-JUN-13	DISPA	18:30:15	18:31:53	1	Instalacion de Compone		1.6 m	0.1 m		No		
06-JUN-13	DISPA	18:32:43	06:54:04	1	Instalacion de Compone	TERMINO DE CONEXION CO	1.5 S	0.0 m	JIMMY Y WILL	No		
12-ABR-13	T01	21:10:14	17:07:38	1	Sin comunicacion		7.8 S	0.1 m		No		
Durante el Mes : Tiempo de Espera							62.3 S	Tiempo de Reparacion				43.6 S

Figura N° 19. Ventana de reportes de los tickets atendidos oportunamente.

#### 4.4. Herramientas de resolución de problemas

Otra herramienta Lean que se implementó y se viene utilizando con muy buenos resultados son las herramientas de resolución de problemas. Para ello se ha seguido el estándar de resolución de problemas de Barrick denominado Método de Resolución de Problemas en 3 pasos (Anexo N° 02):



**Paso1:** Revisar/Diagnosticar el Problema.

**Paso2:** Planear/Generar Ideas de Solución.

**Paso3:** Hacer/Implementar las soluciones

#### 4.5. Manejo de inventario

Otra herramienta Lean necesaria implementada fue el manejo de inventarios, debido a que no existía un control de inventario real (stock y faltantes) y ordenado de los repuestos e insumos necesarios para el soporte de los signos vitales.

El control de inventarios y existencias de partes y repuestos para los signos vitales, permitió determinar el stock actual y planificar compras futuras de los mismos. Actualmente existe un responsable directo de mantener este inventario y de solicitar a logística que se realicen las compras necesarias para mantener siempre disponible un stock mínimo para los signos vitales, procedimiento que anteriormente nadie realizaba (tabla N° 09 y anexo N° 03).



**Tabla N° 09. Inventario de partes y repuestos de los signos vitales**

INVENTARIO DE PARTES Y REPUESTOS DE LOS SIGNOS VITALES - 2013															
Codigo	Descripcion Tecnica	Stock Min	EXISTENCIAS												Uso
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
SV-001	300361 - Kit Shaft Encoder, Incluye: Kit Install Drill Loop Rev B, Kit Install	2	0	0	2		3	3							1
SV-002	301912 - ASSY COMP ML LCGC 1KNIT CAN 16-32VR-G	1	1	1	0	0	0	1							1
SV-003	302236 ASSY COMP ML MOB HUB 24V W/ TPS GPS rC	1	0	0	0	0	1	1							0
SV-004	300182 - ASSY COMP ML GSP DUAL CAN R-H	2		3	3	2	2	1							2
SV-005	Sensor inductivo marca: SICK, Modelo: IM2-10MPS-ZC1	10	6	24	22	17	15	13							13
SV-006	Conector hembra marca: Sick, Modelo: DCL-1204-G02M	5	2	8	8	8	6	6							2
SV-007	ASHCROFT TRANSDUCER 5000 PSI, Model: K1-7-M02-42-F2 5000	1	0	0	1	1	0	0							1
SV-008	ASHCROFT TRANSDUCER 1000 PSI, Model: K1-7-M02-42-F2 1000	1	0	0	1	1	0	0							1
SV-009	ASHCROFT TRANSDUCER 500 PSI, Model: K1-7-M02-42-F2 500	1	0	0	1	1	1	1							0
SV-010	ASHCROFT TRANSDUCER 200 PSI, Model: K1-7-M02-42-F2 200	1	0	0	0	1	1	1							0
SV-011	Marca: Allen Bradley --- Nro Parte: 1764LPP --- Descripción: ML 1500	2		3		2	4	3							3
SV-012	Marca: Allen Bradley --- Nro Parte: 176428XKB --- Descripción: ML 1500	2		3		2	4	3							3
SV-013	Marca: Allen Bradley --- Nro Parte: 1769IF4 --- Descripción: COMPACT MD	2		3		2	4	3							3
SV-014	Marca: Allen Bradley --- Nro Parte: 1769ECR --- Descripción: RIGHT END CAP.	2	0	2		2	4	3							2
SV-015	Manufacturer Part No: 282714 WH001 - Manufacturer: ALPHA WIRE - Newark	1	1	1	1	1	0	0							1
SV-016	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT06SE-12-10S-SR	2	15	14	14	12	12	12							3
SV-017	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT01SE-12-10P-SR	2	13	13	13	10	10	10							3
SV-018	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT06SE-14-19P-SR	2	17	17	17	17	16	16							1
SV-019	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT01SE-14-19S-SR	2	8	8	7	7	7	7							1
SV-020	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT06SE-12-10PX-SR	2	8	6	6	6	6	6							2
SV-021	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT06SE-12-10SX-SR	2	11	9	9	9	9	9							2
SV-022	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT06SE-10-6P-SR	2	9	9	9	8	8	8							1
SV-023	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT06SE-10-6PW-SR	2	3	3	3	3	2	2							1
SV-024	Conector marca: Amphenol, Number Part: PT06SE-10-6SW-SR	2	3	3	3	3	3	2							1
SV-025	Conector marca: Amphenol, Number Part: 31-5677, RP-TNC Plug w/ socket	5	0	0	5	5	4	4							1
SV-031	Conector marca: Amphenol, Number Part: 122452, RF TNC BULKHEAD JACK 316IU	5	0	0	0	0	0	0							0
SV-026	Conectores marca: Times Microwave Systems , Part Number: TC-195-TM	5	23	23	23	21	17	17							6
SV-027	Conectores marca: Times Microwave Systems , Part Number: EZ-400-TM	5	27	25	25	25	23	23							4
SV-028	Conectores marca: Times Microwave Systems , Part Number: TC-195-NM	5	25	25	25	23	22	22							3
SV-029	Conectores marca: Times Microwave Systems , Part Number: EZ-200-NMH-D	5	21	21	21	21	21	20							1
SV-030	Conectores marca: Times Microwave Systems , Part Number: EZ-400-NMH-D	5	24	22	22	21	20	20							4
SV-031	Adaptador marca: Johnson / Emerson Connectivity Solutions , Part Numer: 138-4901-407	5	20	20	17	17	16	16							4
SV-032	Adaptador marca: Pomona, Part Number: 3841, Descripción: Adaptadores RF -	5	11	10	9	9	8	8							3
SV-033	MULTICOMP - E1012-L-RED - TERMINAL, FERRULE, CRIMP, RED, 18AWG, Pack of 100	1	1	1	1	1	1	1							0
SV-034	WEIDMULLER - 900429 - TERMINAL, FERRULE, CRIMP, WHITE, 18AWG, Pack of 500	1	1	1	1	1	1	1							0
SV-035	WEIDMULLER - 900435 - TERMINAL, FERRULE, CRIMP, BLK, 16AWG, Pack of 500	1	1	1	1	1	1	0							1
SV-036	Sistema de poleas en acero inoxidable 316 de 3" de diámetro,	2	0	0	0	0	2	2							0
SV-037	Vinyl Coated Wire Rope Cable, 1/8" coated to 3/16" x 250', MODELO #7000497	4	6	6	5	5	4	4							2
SV-038	Crosby Clip 1/8" G-450 Red-u-bolt Wire Rope	5	24	24	22	22	20	19							3
SV-039	Manufacture: LIQUATITE, Model #: LT-11, Description: Liquid Tight Conduit, Size 1/2 Inch,	2	4	4	2	2	2	1							3
SV-040	Manufactured: STAUFF, Model #: SP 321, 3PP DP AS, Description: PIPE CLAMPS KIT	10	37	36	35	34	34	33							4
SV-041	Manufacture: Raco, Mfr. Model #: 3512, Description: Insulated Liquidtight Conduit Fitting,	2	5	5	4	4	4	3							2
SV-042	Manufacture: Raco, Mfr. Model #: 3542, Description: Insulated Liquidtight Conduit Fitting	2	9	9	9	9	7	7							2
SV-043	Manufacture: Raco, Mfr. Model #: 3562, Description: Insulated Liquidtight Conduit Fitting	2	7	6	6	5	5	5							2
SV-044	Eyebolt, Welded Closed, 316SS, 3/8-16 x 6 In, Manufactured: GRANGER APPROVED VENDOR	5	21	20	19	17	17	15							6
SV-045	Loos Thimble, Stainless Steel, Size 1/8	2	4	4	4	4	3	3							1
SV-046	Gardner Spring 378 - 1.875 X 0.2500 X 8.5 SAFETY DRAWBAR EXTENSION	5	11	11	9	8	8	6							5
SV-047	American Terminal E-FDR250-100 16/14-Gauge Economy Vinyl Female Quick Disconnects	1	3	3	2	2	2	1							2
SV-048	American Terminal E-FDR250-100 22/18-Gauge Economy Vinyl Female Quick Disconnects	1	3	3	3	3	3	2							1

**Tabla N° 10.** Valores de la OEE para las cuatro perforadoras Red Drill SKS12  
Luego de la propuesta.

Perforadora	Mes	OEE
<b>"Reedrill SKS-12 #01 (P01)"</b>	Marzo 2013	81.23%
	Abril 2013	81.89%
	Mayo 2013	68.02%
	Junio 2013	76.67%
	<b>Promedio</b>	<b>76.95%</b>
<b>"Reedrill SKS-12 #02 (P02)"</b>	Marzo 2013	82.67%
	Abril 2013	83.57%
	Mayo 2013	75.68%
	Junio 2013	79.71%
	<b>Promedio</b>	<b>80.41%</b>
<b>"Reedrill SKS-12 #03 (P03)"</b>	Marzo 2013	81.55%
	Abril 2013	78.43%
	Mayo 2013	79.17%
	Junio 2013	78.03%
	<b>Promedio</b>	<b>79.30%</b>
<b>"Reedrill SKS-12 #04 (P04)"</b>	Marzo 2013	79.68%
	Abril 2013	80.17%
	Mayo 2013	74.16%
	Junio 2013	81.85%
	<b>Promedio</b>	<b>78.96%</b>

Fuente: Anexo N° 02.

OEE promedio para las 4 perforadoras después de la propuesta= **78.90%**

**Tabla N° 11:** Comparativa de la OEE, luego de la Propuesta:

OEE antes de la propuesta	74.69%
OEE después de la propuesta	78.90%
Mejora Obtenida en la OEE	<b>4.21%</b>

Fuente: Tablas 3 y 10

Esta mejora en la OEE de 4.21%, es consecuencia de las mejoras implementadas a través de las herramientas lean, y con ello se maximizó la operatividad de los signos vitales en las cuatro perforadoras

Se ha logrado mejorar la operatividad de los Signos Vitales en un 55.45%, Es decir se ha logrado pasar de una operatividad de los signos vitales de 26.72% a una operatividad de los signos vitales de 82.17%. esto se ve con mayor detalle en el capítulo de Resultados y Discusión.

**Tabla N° 12:** Comparativa de la operatividad de los Signos Vitales, luego de la Propuesta:

Operatividad de los SV antes de la propuesta	26.45%
Operatividad de los SV después de la propuesta	82.17%
Mejora de la Operatividad de los S.V.	<b>55.45%</b>

Fuente: Tablas 6 y 23

Como se observa, la mejora de la operatividad de los signos vitales en las cuatro perforadoras ha sido significativa, superando la expectativa del 80% de operatividad.

Podemos decir entonces que luego de la implementación de la propuesta de mejora a través de las herramientas Lean, se ha logrado maximizar la operatividad de los signos vitales a un 82.17%; con lo cual se ha obtenido como resultado una mejora en la OEE de 4.21%.

La mejora en la OEE puede ser no significativa, pero si es significativa la mejora en la operatividad de los signos vitales. Y este hecho está generando ahorros económicos y/o disminución de costos considerables en la compañía, algo que se vera en detalle en el capítulo de evaluación económica.

## CAPÍTULO V: EVALUACIÓN ECONÓMICA

### 5.1. Inversión inicial.

El sistema de Signos Vitales para las perforadoras está compuesto por una serie de Subcomponentes. El fabricante de este Sistema lo comercializa como un todo. Cada sistema de signos vitales por perforadora Costo US\$120,000.00 dólares Americanos. La empresa adquirió cuatro sistemas de los signos vitales para sus cuatro perforadoras en el año 2005; a continuación detallamos la composición de los signos vitales:

**Tabla N° 13:** Costo detallado de los Componentes de un Sistema de Signos Vitales para perforadora

Computador Principal (Hub)	\$ 35,000.00
Pantalla Touch-Screen (Goic)	\$ 26,000.00
Controlador Lógico Programable (PLC)	\$ 6,500.00
Procesador Serial Genérico (GSP)	\$ 7,000.00
Sensor de Profundidad (Shaft Encoder)	\$ 6,000.00
Sensores Inductivo de RPM	\$ 1,500.00
Transductores de Presión	\$ 2,200.00
Radio de comunicación de 2.4Ghz	\$ 3,500.00
Antena Omni de 2.4 Ghz	\$ 2,500.00
Antenas Gps de Alta Precisión	\$ 7,500.00
Cable Coaxial LMR	\$ 7,000.00
Cable de data Alpha	\$ 5,000.00
Conectores Militares	\$ 1,500.00
Cajas de Paso	\$ 1,000.00
Ducto corrugado	\$ 1,500.00
Bases metálicas	\$ 1,500.00
Cajas nema 4X	\$ 1,000.00
Otros Insumos	\$ 3,800.00
<b>Costo Total de Signos Vitales</b>	<b>\$ 120,000.00</b>

Fuente: Lista de precios del fabricante (precios aproximados)

Inversión Inicial por la adquisición de cuatro sistemas de signos vitales:

$$\text{\$ } 120,000.00 \times 4 = \text{\$ } 480,000.00$$

**Tabla 14:** Costo Fijo y Variable Inicial por implementación de Lean.

<b>Costo Fijo por Horas/Hombre:</b>				
Ítem	Descripción	Hrs/H.	Costo Hr./H.	Costo US \$
1	Supervisor Técnico - Implementación de Procedimientos - Implementación sistema Tickets - Asignación de Tickets - Capacitación a Técnicos - Implementación de Inventario - Supervisión de Campo, etc.	488	\$ 10.00	\$ 4,800.00
2	Personal Técnico - Capacitaciones - Trabajo de Campo - Programaciones y configuraciones	544	\$ 8.00	\$ 4,352.00
3	Soldador	8	\$ 6.00	\$ 48.00
4	Operador de Perforadora	4	\$ 6.00	\$ 24.00
<i>Sub-Total Fijo 1</i>				<b>\$ 9,304.00</b>
<b>Costo Fijo por Equipo y Herramientas:</b>				
Ítem	Descripción	Hrs	Costo	Costo US \$
1	Laptop	80	\$ 1.50	\$ 120.00
2	Camioneta	80	\$ 5.00	\$ 400.00
3	Herramientas	80	\$ 1.00	\$ 80.00
<i>Sub-Total Fijo 2</i>				<b>\$ 600.00</b>
<b>Total Costo Fijo por Implementación de Lean</b>				<b>\$ 9,904.00</b>
<b>Costos Variables:</b>				
Ítem	Descripción	Costo US \$		
1	Costos Por Repuestos Menores: - Cable Coaxial - Cable de data Alpha - Conectores, etc	\$ 1,200.00		
2	Costos Por Materiales e Insumos - Limpia contactos - Aire comprimido en aerosol - Trapos, etc	\$ 1,200.00		
<i>Sub-Total Variable</i>				<b>\$ 2,400.00</b>
<b>Costo Inicial para la Implementación de Lean para las cuatro perforadoras</b>				<b>\$ 12,304.00</b>

Fuente: Costos aproximados de la compañía

Como se puede observar el costo fijo de hora/hombre se ha estimado en base a las horas empleadas en la implementación del proyecto, y al sueldo por hora promedio de la supervisión, del personal técnico, de soldador y de operador de perforadora. En dicho costo está incluido las horas utilizadas en la implementación de procedimientos, capacitaciones, implementación de tickets, control de inventario, trabajos de campo, supervisión de campo, etc.

Por otro lado el costo fijo por equipo y herramientas se estimo en base a las horas utilizadas y al costo aproximado de alquiler por hora de dichos equipos y herramientas. La compañía paga esos costos aproximados tanto en alquiler de camionetas, equipos de computo y herramientas varias.

También se observa que los costos variables por la implementación del proyecto en las 4 perforadoras fue estimada en base a repuestos menores utilizados, ya que no se compro nuevos sistemas, se reutilizo todos los componentes que ya estaban instalados en las perforadoras; solo se hizo una mejor reinstalación de los mismos, y para eso se utilizo repuestos menores y algunos insumos, y estos costos son también aproximados.

Finalmente el costo inicial total, tanto por la adquisición de los cuatro sistemas de signos vitales para las cuatro perforadoras y la implementación del proyecto de mejora para lograr una máxima operatividad de los signos vitales es:

**Tabla 15:** Inversión Inicial Total

Adquisición de cuatro sistemas de Signos Vitales	\$ 480,000.00
Implementación de mejoras (herramientas Lean)	\$ 12,304.00
<i>Inversión Inicial Total</i>	<b>\$ 492.304.00</b>

Fuente: Tablas 13 y 14

## **5.2. Análisis de costos**

El presente análisis se basa en costos que la empresa ha incurrido para el soporte de los signos vitales de las 4 perforadoras Reedrill SKS-12.

Los costos fijos involucra las horas/hombre y los equipos y herramientas haciendo un total anual de \$20976.67 dólares americanos; los costos variables involucra los repuestos y materiales e insumos, haciendo un total anual de \$30944.00; si sumamos ambas cantidades el gasto total anual para el soporte de las cuatro perforadoras sería de \$51,920.67 (tabla N° 16).

Si hacemos una comparación entre \$ 448,256.75 (tabla N° 06) que viene a ser el promedio anual que ha estado generando en pérdidas por la inoperatividad de los signos vitales, con la inversión en soporte anual (\$51,920.67), la inversión esta económicamente justificada (Tabla N° 17).

**Tabla N° 16.** Resumen de costos para el soporte de los signos vitales de las 4 perforadoras Reedrill SKS-12.

**COSTOS FIJOS**

Ítem	DESCRIPCION	COSTO MENSUAL \$US	COSTO ANUAL \$US
1	COSTO POR HORAS/HOMBRE	\$ 830.00	\$ 9,960.00
2	COSTO POR EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	\$ 918.06	\$ 11,016.67
<b>TOTAL DE COSTOS FIJOS</b>		<b>\$ 1,748.06</b>	<b>\$ 20,976.67</b>

**COSTOS VARIABLES**

Ítem	DESCRIPCION	COSTO MENSUAL \$US	COSTO ANUAL \$US
1	COSTO POR REPUESTOS	\$ 2,216.67	\$ 26,600.00
2	COSTO POR MATERIALES E INSUMOS	\$ 362.00	\$ 4,344.00
<b>TOTAL DE COSTOS VARIABLES</b>		<b>\$ 2,578.67</b>	<b>\$ 30,944.00</b>
<b>TOTAL DE COSTOS DE LOS SIGNOS VITALES PARA 4 PERFORADORAS</b>		<b>\$ 4,326.72</b>	<b>\$ 51,920.67</b>



### 5.3. Beneficio económico y/o impacto económico

Para el cálculo del beneficio económico o impacto económico o reducción de costos a 12 meses en forma acumulada, vamos a tomar los valores promedios de la Tabla N° 07 (antes de Lean) y la Tabla N° 24 (después de Lean), esto sería:

**Tabla N° 17. Beneficio Económico y/o Impacto Económico Acumulado a 12 meses**

Mes	Costo por Exceso Antes de Lean	Costo por Exceso Después de Lean	Beneficio y/o Impacto Económico sin costos de Soporte	Costo Mensual x Soporte Técnico	Beneficio y/o Impacto Económico Final	Beneficio y/o Impacto Económico Final %
Mar-13	\$ 37,354.73	\$ 16,623.79	\$ 20,730.94	\$ 4,326.72	\$ 16,404.22	43.91%
Apr-13	\$ 74,709.46	\$ 27,791.09	\$ 46,918.37	\$ 8,653.44	\$ 38,264.92	51.22%
May-13	\$ 112,064.19	\$ 35,984.07	\$ 76,080.12	\$ 12,980.17	\$ 63,099.95	56.31%
Jun-13	\$ 149,418.92	\$ 41,332.95	\$ 108,085.97	\$ 17,306.89	\$ 90,779.08	60.75%
Jul-13	\$ 186,773.65	\$ 51,666.19	\$ 135,107.46	\$ 21,633.61	\$ 113,473.85	60.75%
Ago-13	\$ 224,128.38	\$ 61,999.42	\$ 162,128.95	\$ 25,960.33	\$ 136,168.62	60.75%
Sep-13	\$ 261,483.11	\$ 72,332.66	\$ 189,150.44	\$ 30,287.06	\$ 158,863.39	60.75%
Oct-13	\$ 298,837.83	\$ 82,665.90	\$ 216,171.93	\$ 34,613.78	\$ 181,558.16	60.75%
Nov-13	\$ 336,192.56	\$ 92,999.14	\$ 243,193.43	\$ 38,940.50	\$ 204,252.93	60.75%
Dic-13	\$ 373,547.29	\$ 103,332.37	\$ 270,214.92	\$ 43,267.22	\$ 226,947.70	60.75%
Ene-14	\$ 410,902.02	\$ 113,665.61	\$ 297,236.41	\$ 47,593.94	\$ 249,642.47	60.75%
Feb-14	\$ 448,256.75	\$ 123,998.85	\$ 324,257.90	\$ 51,920.67	\$ 272,337.23	60.75%

Fuente: Tabla N°07, 24

Para el cálculo del beneficio económico o impacto económico o reducción de costos a 5 Años en forma acumulada, vamos a tomar los valores promedios de la tabla N° 08 (antes de Lean) y la tabla N° 25 (después de Lean), esto sería:

**Tabla N° 18.** Beneficio Económico y/o Impacto Económico Acumulado a 5 Años

Mes	Costo por Exceso Antes de Lean	Costo por Exceso Después de Lean	Beneficio y/o Impacto Económico sin costos de Soporte	Costo Mensual x Soporte Técnico	Beneficio y/o Impacto Económico Final	Beneficio y/o Impacto Económico Final %
1 Año	\$ 448,256.75	\$ 123,998.85	\$ 324,257.90	\$ 51,920.67	\$ 272,337.23	60.75%
2 Año	\$ 896,513.50	\$ 247,997.70	\$ 648,515.80	\$ 103,841.33	\$ 544,674.47	60.75%
3 Año	\$ 1,344,770.25	\$ 371,996.55	\$ 972,773.70	\$ 155,762.00	\$ 817,011.70	60.75%
4 Año	\$ 1,793,027.01	\$ 495,995.40	\$ 1,297,031.61	\$ 207,682.67	\$ 1,089,348.94	60.75%
5 Año	\$ 2,241,283.76	\$ 619,994.25	\$ 1,621,289.51	\$ 259,603.33	\$ 1,361,686.17	60.75%

Fuente: Tabla N°08, 25.

#### 5.4. Cálculo del VAN y TIR

**Tabla N° 19.** Calculo del VAN y TIR para 12 meses.

	Tasa Interés Mensual	0.667%
0	Inversión Inicial	-492,304.00
		Flujos
1	Mar-13	\$ 16,404.22
2	Apr-13	\$ 21,860.71
3	May-13	\$ 24,835.03
4	Jun-13	\$ 27,679.13
5	Jul-13	\$ 22,694.77
6	Ago-13	\$ 22,694.77
7	Sep-13	\$ 22,694.77
8	Oct-13	\$ 22,694.77
9	Novl-13	\$ 22,694.77
10	Dic-13	\$ 22,694.77
11	Ene-14	\$ 22,694.77
12	Feb-14	\$ 22,694.77

**VAN =** -\$ 231,530.18

**TIR =** -8.063%

Fuente: Tabla N° 17

El VAN y TIR a 12 meses nos revela que no sería rentable para la empresa la implementación de Lean para mejorar la operatividad de los signos vitales y gracias a ello reducir los costos generados por exceso de metros perforados para 12 meses

**Tabla N° 20:** Calculo del VAN y TIR para 5 Años

	Tasa Interés Anual	8 %
0	Inversión Inicial	-492,304.00
		Flujos
1	Año 1	\$ 272,337.23
2	Año 2	\$ 272,337.23
3	Año 3	\$ 272,337.23
4	Año 4	\$ 272,337.23
5	Año 5	\$ 272,337.23

**VAN =** \$ 595,059.61

**TIR =** 47.36%

Fuente: Tabla N° 18

El VAN y TIR a 5 Años nos revela que si sería rentable la implementación de Lean para mejorar la operatividad de los signos vitales y en consecuencia reducir los costos generados por exceso de metros perforados para 5 o más Años

## **CAPÍTULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **6.1. Análisis de metros perforados en exceso, sobrecostos y operatividad de los signos vitales de las perforadoras Reedrill SKS-12.**

Los resultados obtenidos después de aplicar herramientas Lean son satisfactorios, toda vez que al hacer la comparación entre los metros de exceso perforados y los sobrecostos antes y después del proceso de mejora, se puede observar lo siguiente:

Anterior al proceso de mejora continua (período setiembre 2012- febrero 2013) la perforadora SKS-12 #01 durante el período de estudio se ha excedido en 3,994.39 metros con respecto al Plan (A); la perforadora SKS-12 #02 se ha excedido en 3,841.16 metros; la perforadora SKS-12 #03 se ha excedido en 3,011.57 metros y la perforadora SKS-12 #04 se ha excedido en 2336.9 metros. Esta diferencia en porcentaje, puede fluctuar desde 0.90% para el mes de setiembre (perforadora SKS-12 #04) hasta 10.11% en el mes de enero (perforadora SKS-12 #04) (tabla N° 04).

Sin embargo después del proceso de mejora continua (período marzo 2013-junio 2013), la perforadora SKS-12 #01 durante el período de mejora se ha excedido en 1028.35 metros con respecto al Plan (A); la perforadora SKS-12 #02 se ha excedido en 831.72 metros; la perforadora SKS-12 #03 se ha excedido en 278.94 metros y la perforadora SKS-12 #04 se ha excedido en 292.34 metros. Esta diferencia en porcentaje, puede fluctuar desde 0.58% para el mes de junio (perforadora SKS-12 #04) hasta 6.71% en el mes de marzo (perforadora SKS-12 #02) (tabla N° 21).

Con respecto a los sobrecostos, cuando los signos vitales prácticamente han estado inoperativos la perforadora SKS-12 #01 ha generado un sobrecosto de \$67,904.63, la SKS-12 #02 de 65,299.79 , la SKS-12 #03 de \$51,196.65 y la SKS-12 #04 \$39,727.30. Pero cuando se ha implementado el proceso de mejora continua (incremento de la operatividad de los signos vitales) los sobrecostos han disminuido considerablemente en la perforadora SKS-12 #01 ha disminuido a \$17,481.95, en la SKS-12 #02 a \$ 14,139.24 , en la SKS-12 #03 a \$ 4,741.98 y la SKS-12 #04 a \$ 4,969.78 (Tabla N° 5 y 22).

**Tabla N° 21.** Análisis de holes, metros perforados en exceso para las perforadoras Reedrill SKS-12: Período Marzo 2013 – Junio 2013. Luego de la Implementación de Lean

Perforadora	Mes	# Holes	Time Total (Hrs)	Time/Hole (Hrs)	Total Mts Perforados Plan. (A)	Total Mts Perforados Real (B)	Total Mts Perforados Exceso (B-A)	Total Mts Perforados Exceso (%)
Perforadora ReedDrill SKS 12 - #01 (P01)	Mar-13	644	366.47	0.57	7084.00	7413.14	329.14	4.65%
	Abr-13	870	505.01	0.58	9570.00	10002.79	432.79	4.52%
	May-13	876	529.31	0.60	9636.00	9778.41	142.41	1.48%
	Jun-13	691	447.70	0.65	7583.00	7707.01	124.01	1.64%
	Total	3081	1848.49	0.60	33873.00	34901.35	1028.35	3.04%
Perforadora ReedDrill SKS 12 - #02 (P02)	Mar-13	696	484.45	0.70	7656.00	8170.04	514.04	6.71%
	Abr-13	859	470.91	0.55	9449.00	9575.70	126.70	1.34%
	May-13	984	604.76	0.61	10824.00	10961.49	137.49	1.27%
	Jun-13	731	445.68	0.61	8041.00	8094.49	53.49	0.67%
	Total	3270	2005.80	0.61	35970.00	36801.72	831.72	2.31%
Perforadora ReedDrill SKS 12 - #03 (P03)	Mar-13	790	535.94	0.68	8609.00	8670.44	61.44	0.71%
	Abr-13	513	332.44	0.65	5643.00	5682.29	39.29	0.70%
	May-13	853	563.82	0.66	9383.00	9471.83	88.83	0.95%
	Jun-13	818	467.87	0.57	8930.00	9019.38	89.38	1.00%
	Total	2974	1900.07	0.64	32565.00	32843.94	278.94	0.86%
Perforadora ReedDrill SKS 12 - #04 (P04)	Mar-13	861	555.63	0.65	9471.00	9544.25	73.25	0.77%
	Abr-13	724	514.74	0.71	7964.00	8022.12	58.12	0.73%
	May-13	825	573.88	0.70	9075.00	9188.21	113.21	1.25%
	Jun-13	751	467.40	0.62	8261.00	8308.76	47.76	0.58%
	Total	3161	2111.65	0.67	34771.00	35063.34	292.34	0.84%

Fuente: Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte. El costo por metro perforado es de \$17

**Tabla N° 22.** Metros perforados en exceso, operatividad de los signos vitales y costos por metros de exceso en dólares para las perforadoras Reedrill SKS-12. Período Marzo 2013- Junio 2013. Luego de la Implementación de Lean

Perforadora	Mes	Total Mts Perforados Exceso (B-A)	Operatividad Signos Vitales (Hrs)	Operatividad Signos Vitales (%)	Costos x Mts de Exceso en \$
Perforadora Reedrill SKS 12 - #01 (P01)	Mar-13	329.14	123.47	33.69%	\$ 5,595.38
	Abr-13	432.79	283.53	56.14%	\$ 7,357.43
	May-13	142.41	445.02	84.08%	\$ 2,420.97
	Jun-13	124.01	397.94	88.89%	\$ 2,108.17
	Total	1028.35	1249.96	67.62%	\$ 17,481.95
Perforadora Reedrill SKS 12 - #02 (P02)	Mar-13	514.04	91.01	18.79%	\$ 8,738.68
	Abr-13	126.70	361.76	76.82%	\$ 2,153.90
	May-13	137.49	545.73	90.24%	\$ 2,337.33
	Jun-13	53.49	428.77	96.21%	\$ 909.33
	Total	831.49	1427.28	71.16%	\$ 14,139.24
Perforadora Reedrill SKS 12 - #03 (P03)	Mar-13	61.44	526.85	98.30%	\$ 1,044.48
	Abr-13	39.29	324.28	97.54%	\$ 667.93
	May-13	88.83	531.03	94.18%	\$ 1,510.11
	Jun-13	89.38	444.62	95.03%	\$ 1,519.46
	Total	278.94	1826.77	96.14%	\$ 4,741.98
Perforadora Reedrill SKS 12 - #04 (P04)	Mar-13	73.25	532.58	95.85%	\$ 1,245.25
	Abr-13	58.12	485.90	94.40%	\$ 988.04
	May-13	113.21	484.34	84.40%	\$ 1,924.57
	Jun-13	47.76	456.93	97.76%	\$ 811.92
	Total	292.34	1959.76	92.81%	\$ 4,969.78

Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.

## **6.2. Análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12 para el período Marzo 2013 – Junio 2013, luego de la implementación de Lean.**

Los resultados obtenidos luego de la implementación de herramientas Lean para incrementar la operatividad de los signos vitales, en el período de toma de resultados reporta que se han perforado 2431.35 metros de exceso; la operatividad de los signos vitales ha sido de 82.17% que alcanza y pasa el objetivo esperado y se ha reducido la pérdida económica a \$41,332.95 dólares americanos (tabla N° 23).

Analizando los promedios para el periodo de estudio se observa que la operatividad mensual de los signos vitales ha sido de 82.17%; y el costo promedio por mes ha ascendido a \$10,333.24 y si lo proyectamos a 12 meses las pérdidas serían de \$123,998.85 (tabla N° 23).

Por otro lado, cuando la operatividad mensual de los SV de las perforadoras es mínima tiene un valor de 65.58% y las pérdidas mensuales son de \$16,623.79 dólares; y si lo proyectamos a 12 meses las pérdidas serían de \$199,485.48. Pero cuando la operatividad mensual de los SV de las perforadoras es máxima tiene un valor de 94.51%, las pérdidas mensuales son de 5,348.88 dólares y si lo proyectamos a 12 meses las pérdidas serían de \$64,186.56 (tabla N° 23).

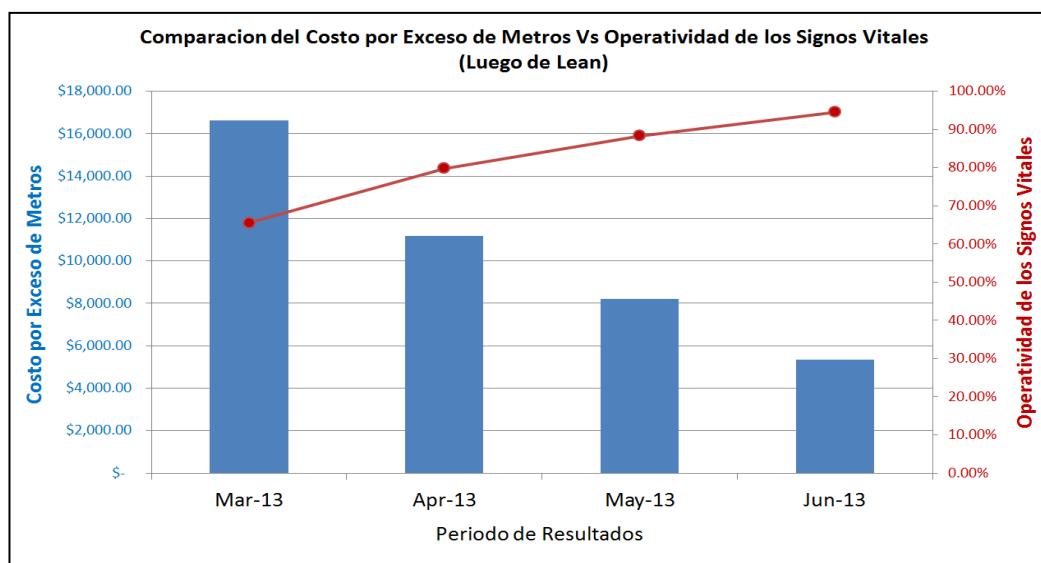
El análisis de los resultados expuesto, refleja el impacto que ha tenido la implantación de Lean para maximizar la operatividad de los signos vitales a valores aceptables, ya que en comparación con la realidad anterior (antes de Lean), la operatividad de los signos vitales era muy bajo (No aceptable), y como consecuencia de ello sea logrado reducido significativamente los costos incurridos por exceso de metros perforados.



**Tabla N° 23.** Análisis global de las cuatro perforadoras Reedrill SKS-12 para el período Marzo 2013 – Junio 2013.

Perforadora	Mes	# Holes	Total Mts Perforados Exceso (B-A)	Operatividad Signos Vitales (%)	Costos x Mts de Exceso en \$		
Todas las Perforadora ReedDrill SKS 12	Mar-13	2,991	977.87	65.58%	\$ 16,623.79		
	Abr-13	2,966	656.90	79.83%	\$ 11,167.30		
	May-13	3,538	481.94	88.31%	\$ 8,192.98		
	Jun-13	2,991	314.64	94.51%	\$ 5,348.88		
	<b>Total</b>	<b>12,486</b>	<b>2431.35</b>	<b>82.17%</b>	<b>\$ 41,332.95</b>	<b>Proyectado 12 meses en \$</b>	
				<b>Promedio mensual</b>	<b>82.17%</b>	<b>\$ 10,333.24</b>	<b>\$ 123,998.85</b>
				<b>Mínimo al mes</b>	<b>94.51%</b>	<b>\$ 5,348.88</b>	<b>\$ 64,186.56</b>
				<b>Máximo al mes</b>	<b>65.58%</b>	<b>\$ 16,623.79</b>	<b>\$ 199,485.48</b>

Fuente: Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.



**Figura N° 20.** Comparación del costo por exceso de metros versus operatividad de los signos vitales, después de la aplicación Lean. (Fuente: Tabla N° 23).

La figura N° 20, muestra cómo ha ido evolucionando positivamente la operatividad de los signos vitales, utilizando herramientas lean en el proceso de mejora continua; la operatividad se incrementó de un 65.58% en el mes de marzo 2013 hasta 94.51% en junio 2013, superando la meta inicial planteada de 80% de operatividad.

Por otro lado, se puede observar que a medida que la operatividad de los signos vitales se va incrementando, el costo por exceso de metros perforados se ha ido reduciendo de \$ 16,623.79 en el mes de marzo a \$ 5,348.88 en el mes de junio, lo que indica una disminución significativa en el costo por exceso de metros perforados.

Si se hace una proyección de los valores, mínimos, máximos y promedios de la tabla N° 23, para encontrar el costo total en exceso en que se incurriría hasta el doceavo mes y hasta 5 Años, luego de la implementación de Lean. Se puede observar en la tabla N° 24 y figura N° 21, que la implementación del procesos de

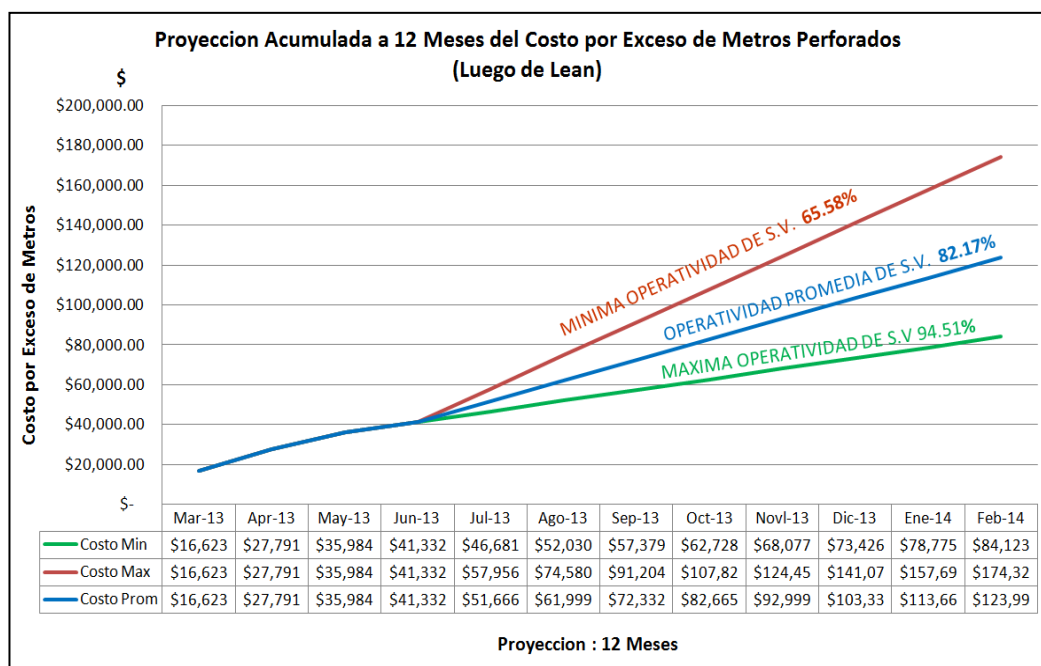
mejora continua utilizando herramientas Lean, en los siguientes 12 meses, el costo total acumulado por exceso de metros perforados puede oscilar entre un mínimo de \$ 84,123.99, un máximo de \$ 174,323.27 y un promedio de \$ 123,998.85, estos resultados son sumamente significativos si los comparamos con los costos totales acumulados antes de la implementación cuyos valores oscilaban entre \$ 295,165.22 \$ 678,834.22 \$ 448,256.75 respectivamente ( figura N° 04).

La proyección en los próximos 5 años después del proceso de mejora continua (tabla N° 25 y figura N° 22), el costo total acumulado por exceso de metros perforados puede oscilar entre un, mínimo de \$ 420,619.95 y un máximo de \$ 871,616.35, y un promedio de \$619,994.25; si los comparamos con los valores anteriores a la implementación cuyos valores oscilaban entre mínimo de \$ 1,475,826.05 y un máximo de \$ 3,394,171.11 , y un promedio de \$ 2,241.283.76 (Figura N° 05), el ahorro es considerable

**Tabla N° 24. Proyección Acumulada hasta el mes 12 del Costo por Exceso de Metros, Luego de Lean**

Mes	Costos Acumulados - Proyección a 12 Meses		
	Con SV a 94.51%	Con SV a 65.58%	Con SV a 82.17%
	Costo Mínimo	Costos Máximo	Costo Promedio
Mar-13	\$ 16,623.79	\$ 16,623.79	\$ 16,623.79
Apr-13	\$ 27,791.09	\$ 27,791.09	\$ 27,791.09
May-13	\$ 35,984.07	\$ 35,984.07	\$ 35,984.07
Jun-13	\$ 41,332.95	\$ 41,332.95	\$ 41,332.95
Jul-13	\$ 46,681.83	\$ 57,956.74	\$ 51,666.19
Ago-13	\$ 52,030.71	\$ 74,580.53	\$ 61,999.42
Sep-13	\$ 57,379.59	\$ 91,204.32	\$ 72,332.66
Oct-13	\$ 62,728.47	\$ 107,828.11	\$ 82,665.90
Nov-13	\$ 68,077.35	\$ 124,451.90	\$ 92,999.14
Dic-13	\$ 73,426.23	\$ 141,075.69	\$ 103,332.37
Ene-14	\$ 78,775.11	\$ 157,699.48	\$ 113,665.61
Feb-14	\$ 84,123.99	\$ 174,323.27	\$ 123,998.85

Fuente Tabla N° 23

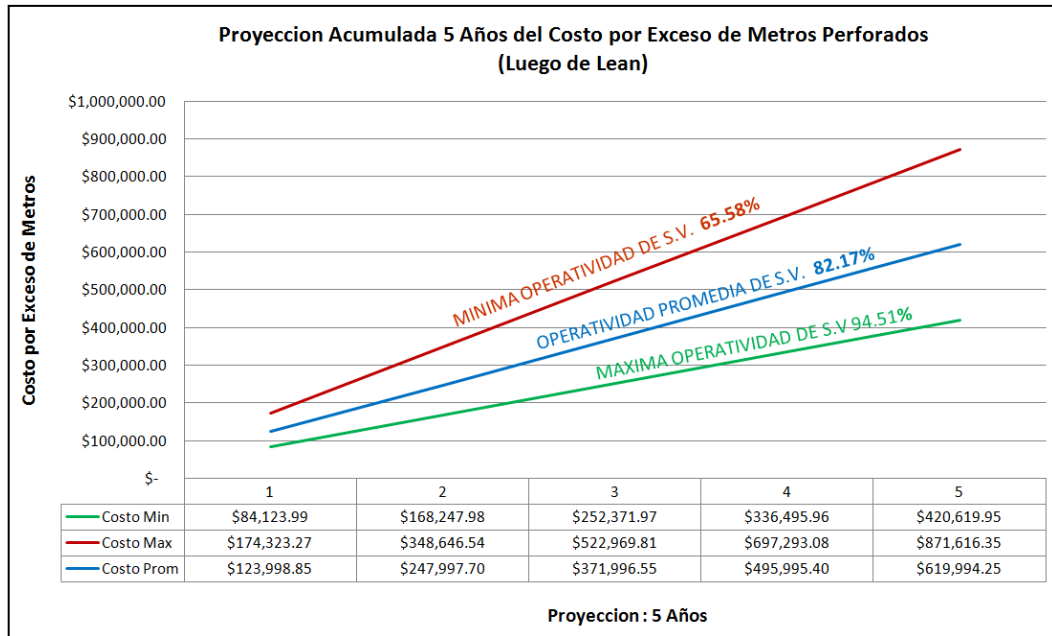


**Figura N° 21.** Proyección Acumulada a 12 Meses del Costo por Exceso de Metros, Luego de Lean (Fuente: Tabla N° 24).

**Tabla N° 25.** Proyección Acumulada a 5 Años del Costo por Exceso de Metros, Luego de Lean

Año	Costos Acumulados - Proyección a 5 Año		
	Con SV a 94.51%	Con SV a 65.58%	Con SV a 82.17%
	Costo Mínimo	Costo Máximo	Costo Promedio
1	\$ 84,123.99	\$ 174,323.27	\$ 123,998.85
2	\$ 168,247.98	\$ 348,646.54	\$ 247,997.70
3	\$ 252,371.97	\$ 522,969.81	\$ 371,996.55
4	\$ 336,495.96	\$ 697,293.08	\$ 495,995.40
5	\$ 420,619.95	\$ 871,616.35	\$ 619,994.25

Fuente: Tabla N° 24



**Figura 22.** Proyección Acumulada a 5 Años del Costo por Exceso de Metros, Luego de Lean (Fuente: Tabla N° 25).

## CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

1. La OEE se encontraba en un nivel aceptable con un 74.31%, luego de la implementación de la propuesta la OEE subió a 78.90%. Es decir la OEE tuvo un incremento de 4.21%, con tendencia a la mejora, se debe resaltar que las pérdidas económicas del estudio está en función de la operatividad de los signos vitales.
2. Se logro maximizar la operatividad de los signos vitales luego de la implementación de la propuesta, dicha operatividad subió a 82.17%. Antes de la propuesta la operatividad de los signos vitales se encontraba en un 26.45%. Es decir que se logro un incremento en la operatividad de los signos vitales de 55.45%.
3. Al realizar el diagnóstico se determinó que:
  - La instalación original de los signos vitales en el año 2005, careció de planificación, procedimientos y métodos ya comprobados, ya que no había precedentes de este tipo de sistemas instalados para las perforadoras Red Drill SKS12. Lo cual produjo una baja operatividad del mismo por mucho tiempo..
  - Faltaba un sistema de gestión, asignación y seguimiento de trabajos (tickets de trabajos) para personal técnico de soporte.
  - No existe métodos apropiados y estándares de trabajo para el soporte preventivo y/o correctivo de los signos vitales.
  - No existe procedimientos apropiados y estándares de trabajo para el soporte preventivo y correctivo de los signos vitales.
  - Faltaba un registro y control de inventarios de los repuestos y partes utilizados para la funcionalidad de los signos vitales.
  - Faltaba mayor frecuencia de inspecciones en campo de parte de la supervisión.

- Falta capacitación y entrenamiento al personal técnico, para lograr un grupo homogéneo de técnicos.
  - Se determinó que si no se efectúa ninguna mejora, en los siguientes 12 meses, el costo total acumulado por exceso de metros perforados sería en promedio \$ 448,256.75; y en los siguientes 5 años, el costo total acumulado por exceso de metros perforados sería en promedio de \$ 2,241.283.76.
4. Las herramientas Lean implementadas fueron 5 S, trabajo estandarizado, equipo de alto rendimiento, módulo de tickets de trabajo, herramientas de resolución de problemas, manejo de inventario.
  5. La implementación del trabajo estandarizado ha permitido que todos hagan el mismo trabajo de la misma manera, a través de un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso. Se construyó un procedimiento estándar de trabajo al cual se le denominó mantenimiento de los signos vitales, con este procedimiento se ha logrado estandarizar los trabajos de soporte, mantención y reparación de los signos vitales. Los resultados de la elaboración de este procedimiento de trabajo estandarizado ha sido excepcionalmente notorio ya que la operatividad y/o disponibilidad de los signos vitales ahora es aceptable.
  6. La implementación de un equipo de alto rendimiento, permitió capacitar y fortalecer al equipo de técnicos y así puedan cumplir el objetivo trazado: la más alta operatividad y/o disponibilidad de los signos vitales. Como parte de la formación de equipos de alto rendimiento, se consideró indispensable crear una herramienta de gestión de Tickets de trabajo; el cual permitió reportar los problemas a tiempo, asignar los trabajos, dar prioridades, generar informes y/o reportes estadísticos (tiempos empleados en la solución del problema; conocer qué es lo que más falla y con qué frecuencia; datos o información que no se reportaba anteriormente) ; toda

esta información tiene mucho valor para la administración de recursos y en la toma de decisiones.

7. La implementación de la herramientas método de resolución de problemas en 3 pasos tuvo muy buenos resultados en la resolución de problemas, porque permitió revisar/diagnosticar el problema; planear/generar ideas de solución y hacer/implementar las soluciones.
8. Otra herramienta Lean necesaria implementada fue el manejo de inventarios, la cual permitió tener un control de inventario real (stock y faltantes) y ordenado de los repuestos e insumos necesarios para el soporte de los signos vitales. El control de inventarios y existencias de partes y repuestos para los signos vitales, permitió determinar el stock actual y planificar compras futuras de los mismos. Actualmente existe un responsable directo de mantener este inventario y de solicitar a logística que se realicen las compras necesarias para mantener siempre disponible un stock mínimo para los signos vitales, procedimiento que anteriormente nadie realizaba.
9. La implementación las herramientas Lean generaría en los siguientes 12 meses, una disminución del costo total acumulado por exceso de metros perforados a un promedio de \$ 123,998.85 y en los próximos 5 años, a un promedio de \$619,994.25; si los comparamos con los valores anteriores a la implementación cuyo costo total acumulado por exceso de metros perforados en promedios fueron \$ 448,256.75 a 12 meses; y en los siguientes 5 años a un promedio de \$ 2,241.283.76.
10. La evaluación de la factibilidad económica revela que a 12 meses el VAN (-\$231,530.18) y TIR (-8.063%) no sería rentable para la empresa la implementación de Lean para mejorar la operatividad de los signos vitales y gracias a ello reducir los costos generados por exceso de metros perforados para 12 meses. Sin embargo, a 5 años el VAN (\$595,059.61) y TIR (47.36%) sería rentable para la empresa la implementación de Lean



para mejorar la operatividad de los signos vitales y gracias a ello reducir los costos generados por exceso de metros perforados para 5 años.

## **7.2. Recomendaciones**

1. El departamento de compras y adquisiciones a la hora de tomar decisiones en la compra de perforadoras debe exigir al proveedor que incluya sistema de signos vitales.
2. Si las perforadoras no incluyen sistema de signos vitales, su instalación debe ser monitoreada por el equipo de alto rendimiento para verificar su ubicación, funcionamiento y ergonomía.
3. Actualización y capacitación una vez por año del equipo de alto rendimiento con la finalidad de mejorar sus capacidades y competencias.
4. Monitorear de manera constante la implementación y actualizar al personal nuevo que ha llegado por rotación a fin de que lo avanzado en el proceso de mejora continua se mantenga en el tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Texto 01] Tresierra, A. Metodología de la investigación científica, Biociencia, Trujillo, 2000.

[Texto 02] Hayes R.H. y Wheelwright S.C. (1979a). Link manufacturing process and product life cycle. Harvard Business Review. Vol. 57, pp. 133-140.

[Texto 03] Hayes R.H. y Wheelwright S.C. (1979b). The dynamics of product-process life cycles. Harvard Business Review. Vol. 57, pp. 127-136.

[Texto 04] White, R.E. y Prybutok, V. (2001). The relationship between JIT practices and type of production system. The International Journal of Management Science. Vol. 29, pp. 113-124.

[Texto 05] Standard, Charles y Davis, D. Ejecución de la fábrica de hoy. Edition: Publisher: Hanser Gardner Publications, Cincinnati, 1999.

[Texto 06] Hines, P., Holweg, M. y Rich N. (2004). Learning to evolve. A review of contemporary Lean Thinking. International Journal of Operations and Production Management. Vol. 24, No. 10, pp. 994-1011.

[Texto 07] Manotas, Diego; César Manyoma y Leonardo Rivera. Hacia una nueva métrica financiera basada en teoría de restricciones. Estudios Gerenciales Revista Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas Universidad ICESI No. 076, Julio – Setiembre, Cali, Colombia, 2010.

[Texto 08] Womack, J.P., Jones, D. T. y Roos, D. La máquina que cambio el mundo, Massachussets Institute of Technology (M.I.T), McGraw Hill/Interamericana de España, Madrid. 1992.

[Texto 09] Dennis, Pascal. “Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System”. New York: Productivity Press. 2002.

[Texto 10] Monden, Yasuhiro, Toyota Production System, An Integrated Approach to Just-In-Time, Third edition, Norcross, GA: Engineering & Management Press, 1998.

[Texto 11] Ohno, Taiichi, Toyota Production System: Beyond Large-scale Production, Productivity Press Inc., 1991.

[Texto 12] HOLWEG, M. (2007): The Genealogy of Lean Production. Journal of Operations Management, 25 (2): 420-437.

[Texto 13] PORTIOLI STAUDACHER, A.; TANTARDINI, M. (2007). Lean Production Implementation: a Survey in Italy. Madrid: International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO.

[Texto 14] FORZA, C.; NUZZO, F. D. (1998). Meta-Analysis Applied to Operations Management: Summarizing the Results of Empirical Research. International Journal of Production Research, 36 (3): 837-861.

[Texto 15] SHAH, R.; WARD, P. T. (2007). Defining and Developing Measures of Lean Production. Journal of Operations Management, 25 (4): 785-805.

[Texto 16] Paredes, Francis, Introducción al “Lean Manufacturing” : Iniciando la Gestión del Flujo de Valor, Lean Manufacturing Center, Lima, Perú, 2009.

[Texto 17] Womack, J.P. y Jones D.T. (1994). From lean production to the lean enterprise. Harvard Business Review, Vol. 72, pp. 93-103.

[Texto 18] Rother, M. y Shook, J. (1998) Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda, Massachusetts, EEUU, Lean Enterprise Institute.

[Texto 19] D. Tapping, The Lean Pocket Guide: Tools for the Elimination of Waste! Don Tapping (2006).

[Texto 20] Villaseñor, Alberto y Edber, Contreras, Manual de Lean Manufacturing. Guía básica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Montrey. 2 da edición, Limusa, 2009.

[Texto 21] Liker, J.K., The Toyota Way: Fourteen Management Secrets from the World's Greatest Manufacturer, McGraw-Hill, 2004.

[Texto 22] Sullivan G.W., Mc Donald T.N. y Van Aken E.M. (2002). Equipment replacement decisions and lean manufacturing. Robotics and computer integrated manufacturing. Vol. 18, pp. 255-265.

[Texto 23] Pavnaskar, S.J., Gershenson, J.K. y Jambekar, A.B., (2003), Classification scheme for Lean manufacturing tools, International Journal of Production Research, Vol. 41, No. 13, pp. 3075-3090.

[Texto 24] Shingo, S. (1985) A revolution in manufacturing: The SMED system, Massachusetts, EEUU, Productivity Press.

### **Lyncografía**

[URL 01] Cavalcanti, Migdaliz, Adaptación de un programa productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera; Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú [en línea]. 2005. [fecha de consulta: 09 febrero 2012]. Disponible en: < [http://cybertesis.upc.edu.pe/sdx/upc/envoi?dest=file:/d:/cybertesis/tesis/produccion/upc/2005/cavalcanti\\_gm/xml/./pdf/cavalcanti\\_gm.pdf&type=application/pdf](http://cybertesis.upc.edu.pe/sdx/upc/envoi?dest=file:/d:/cybertesis/tesis/produccion/upc/2005/cavalcanti_gm/xml/./pdf/cavalcanti_gm.pdf&type=application/pdf) >

[URL 02] Pérez, Raúl. Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN. Proyecto final de carrera, Tesis para optar el título de ingeniero en telecomunicaciones. Universidad Politécnica de Cataluña. [En línea]. 2011. [fecha de consulta: 13 febrero 2012]. Disponible en: < [http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/12316/1/PFC\\_Raul\\_Perez\\_Velazquez.pdf](http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/12316/1/PFC_Raul_Perez_Velazquez.pdf) >

[URL 03] Martínez, Pedro y José, Moyano, Lean production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica, Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 17, N° 1, pp. 137-157, Universidad de Jaén, España. [En línea]. 2011. [fecha de consulta: 20 febrero 2012]. Disponible en: < <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=274119499006> >

[URL 04] Serrano, Andrés y Andrea, Suárez, Análisis y evaluación de los elementos generales de la teoría de manufactura esbelta que pueden generar desarrollo en una empresa del sector de transformación de plásticos. Caso: upr ltda. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Bogotá. [En línea]. 2004. [fecha de consulta: 18 febrero 2012]. Disponible en: < <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis155.pdf>>

[URL 05] Marin-Garcia, Juan y Paula, Carneiro, Desarrollo y validación de un modelo multidimensional de la producción ajustada, Intangible Capital, 6(1):78-127.v6n1.p78-127, Universidad Politécnica de Valencia, España, [ en línea ]. 2010. [fecha de consulta: 20 febrero 2012]. Disponible en: < <http://upcommons.upc.edu/revistes/bitstream/2099/8704/1/115.pdf> >

[URL 06] Méndez, Pablo, Propuesta para la aplicación del mantenimiento productivo total (tpm) administrado por el sistema de planificación de los recursos de manufactura ii (mrpii, manufacturing resource planning ii) en una industria de elaboración de productos de limpieza, Universidad de san Carlos, Guatemala, [en línea]. 2006. [fecha de consulta: 29 enero 2012]. Disponible en: < [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_7381.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_7381.pdf)>

[URL 07] Pérez, Jorge, El avión de la muda: herramienta de apoyo a la enseñanza-aprendizaje práctico de la manufactura esbelta, Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia N.º 58 pp. 173-182. Marzo, [en línea]. 2011. [fecha de consulta: 18 febrero 2012]. Disponible en: < <http://jaibana.udea.edu.co/grupos/revista/revistas/nro058/Articulo%2018.pdf>>

[URL 08] Molina, Guillermo, Aplicación de los fundamentos del mantenimiento productivo total (t.p.m.) a las líneas de costura de una planta de producción de una empresa dedicada a la confección de pantalones, Universidad de san Carlos, Guatemala [ en línea ]. 2005. [fecha de consulta: 07 febrero 2012]. Disponible en: < [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_6127.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_6127.pdf) >

[URL 09] López, Miguel y Antonio, Sartal, Mejorando la productividad. La utilización del kpi por excelencia: el OEE, REVISTA: FORUM CALIDAD artículo N° 3, [en línea]. 2012. [fecha de consulta: 07 febrero 2012].

Disponible en: <

[http://www.obz.es/contenidos/images/stories/pdf/talleres\\_feuga/mejorando\\_la\\_productividad.pdf](http://www.obz.es/contenidos/images/stories/pdf/talleres_feuga/mejorando_la_productividad.pdf)>

[URL 10] Ballesteros, Pedro, Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas colombianas. Scientia et Technica Año XIV, No 38, Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, [en línea]. 2008. [fecha de consulta: 03 febrero 2012]. Disponible en: <  
<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/202025223-228.pdf>>

[URL 11] Juárez, Jesús y Joel, Pérez, “Reducción de desperdicio en la fabricación de gorras por medio de lean manufacturing”, Instituto Politécnico Nacional, México, [en línea]. 2009. [fecha de consulta: 19 febrero 2012]. Disponible en: <  
<http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/5521/1/A7.1774.pdf>>

[URL 12] Cabalgante, Migadlas, Adaptación de un programa productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera; Tesis para optar el título de ingeniero industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú [en línea]. 2005. [fecha de consulta: 09 febrero 2012]. Disponible en: <  
[http://cybertesis.upc.edu.pe/sdx/upc/envoi?dest=file:/d:/cybertesis/tesis/produccion/upc/2005/cavalcanti\\_gm/xml/./pdf/cavalcanti\\_gm.pdf&type=application/pdf](http://cybertesis.upc.edu.pe/sdx/upc/envoi?dest=file:/d:/cybertesis/tesis/produccion/upc/2005/cavalcanti_gm/xml/./pdf/cavalcanti_gm.pdf&type=application/pdf)>

[URL 13] Hernández, Carlos, Metodología de planificación de cadenas de suministro de productos de consumo masivo de alimentos envasados, aplicando los conceptos lean y agile. CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN EPG PUCP, Edición N° 13, Lima. Perú [en línea]. 2011. [fecha de consulta: 09 febrero 2012]. Disponible en:  
[http://www3.upc.edu.pe/bolsongei/bol/29/750/Metodologia\\_de\\_planificacion\\_de\\_cadenas\\_de\\_suministro.pdf](http://www3.upc.edu.pe/bolsongei/bol/29/750/Metodologia_de_planificacion_de_cadenas_de_suministro.pdf)

[URL 14] Hopp, W. J. y Spearman, M.L. (2002). Factory physics. White paper series. To pull or not to pull, what is the question? [En línea]. 2004. [fecha de consulta: 01 febrero 2012]. Disponible en: < [www.aug.edu](http://www.aug.edu) >

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01.** Análisis de tiempos de estados en horas para las perforadoras Reedrill SKS12. Setiembre-Diciembre 2012

Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.

Perforadora	Mes	Neto.Ope	Dem.Oper	EspOper	Stbby	ManProg	ManNProg	EspMant	FacExte	HorasOperativas
Reedrill SKS-12 #01 (P01)	Sep-12	457.66	104.69	6.37	16.21	65.77	69.17	0.14	0.00	584.93
	Oct-12	507.39	110.77	18.02	11.66	28.49	60.59	7.08	0.00	647.84
	Nov-12	404.87	149.97	9.13	70.83	41.90	31.20	0.11	0.00	634.79
	Dic-12	478.32	113.93	10.12	45.51	63.45	31.99	0.67	0.00	647.89
	<b>Total</b>	<b>1848.24</b>	<b>479.36</b>	<b>43.64</b>	<b>144.21</b>	<b>199.61</b>	<b>192.95</b>	<b>8.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2515.45</b>
Reedrill SKS-12 #02 (P02)	Sep-12	481.96	118.08	6.74	1.60	74.01	35.10	2.51	0.00	608.37
	Oct-12	444.32	96.31	17.10	6.56	124.06	47.90	7.76	0.00	564.28
	Nov-12	475.70	95.72	9.08	83.88	27.25	25.11	3.27	0.00	664.37
	Dic-12	529.09	97.65	11.56	49.13	33.56	13.85	9.15	0.00	687.44
	<b>Total</b>	<b>1931.07</b>	<b>407.76</b>	<b>44.48</b>	<b>141.16</b>	<b>258.88</b>	<b>121.95</b>	<b>22.69</b>	<b>0.00</b>	<b>2524.47</b>
Reedrill SKS-12 #03 (P03)	Sep-12	500.05	122.80	10.80	13.73	25.59	44.86	2.17	0.00	647.38
	Oct-12	483.79	107.90	11.97	47.32	58.58	30.58	3.86	0.00	650.98
	Nov-12	431.57	100.61	7.32	49.74	52.31	64.81	13.64	0.00	589.24
	Dic-12	473.68	105.15	3.98	55.40	30.06	61.93	1.43	12.37	638.21
	<b>Total</b>	<b>1889.09</b>	<b>436.47</b>	<b>34.07</b>	<b>166.19</b>	<b>166.55</b>	<b>202.17</b>	<b>21.09</b>	<b>12.37</b>	<b>2525.81</b>
Reedrill SKS-12 #04 (P04)	Sep-12	449.00	108.02	10.81	17.94	45.99	87.52	0.72	0.00	585.77
	Oct-12	453.93	110.32	21.75	26.65	42.55	81.99	6.80	0.00	612.66
	Nov-12	394.82	107.29	4.59	74.85	69.55	61.64	7.27	0.00	581.54
	Dic-12	463.28	99.56	8.85	32.36	24.45	105.28	10.23	0.00	604.04
	<b>Total</b>	<b>1761.02</b>	<b>425.19</b>	<b>46.00</b>	<b>151.80</b>	<b>182.55</b>	<b>336.42</b>	<b>25.03</b>	<b>0.00</b>	<b>2384.01</b>

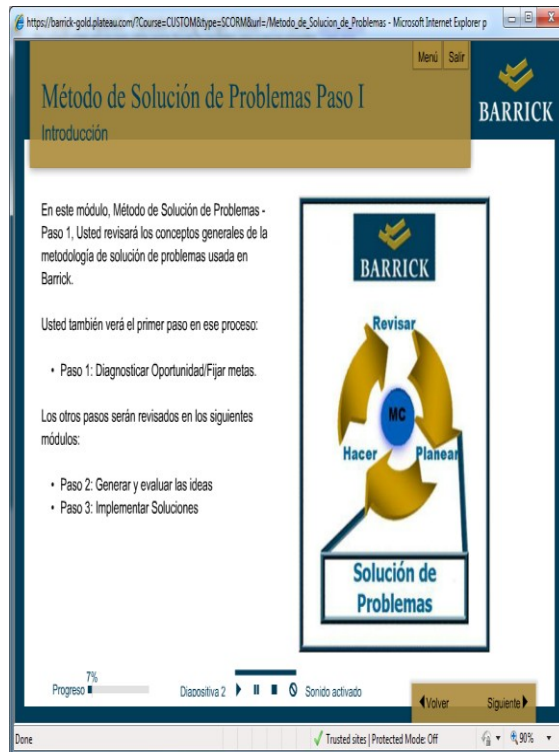


**Anexo N° 02.** Análisis de tiempos de estados en horas para las perforadoras Reedrill SKS12. Marzo-Junio 2013

Fuente: Base de datos de Minera Barrick. Lagunas Norte.

Perforadora	Mes	Tiempos de Estados en Horas (en Hrs)								HorasOperativas
		NetoOpe	DemOper	EspOper	Stbby	ManProg	ManNProg	EspMant	FacExte	
Reedrill SKS-12 #01 (P01)	Mar-13	485.46	94.33	5.43	12.42	66.70	77.54	2.12	0.00	597.64
	Apr-13	497.24	86.77	13.71	9.52	67.81	43.33	1.63	0.00	607.24
	May-13	434.15	130.57	7.98	65.57	43.05	61.59	1.08	0.00	638.27
	Jun.13	464.51	89.93	8.23	43.19	65.35	48.13	0.67	0.00	605.86
	<b>Total</b>	<b>1881.36</b>	<b>401.60</b>	<b>35.35</b>	<b>130.71</b>	<b>242.90</b>	<b>230.59</b>	<b>5.50</b>	<b>0.00</b>	<b>2449.01</b>
Reedrill SKS-12 #02 (P02)	Mar-13	506.22	99.13	5.54	1.44	75.21	54.05	2.41	0.00	612.34
	Apr-13	465.11	77.31	8.32	5.82	89.83	69.77	3.83	0.00	556.57
	May-13	490.44	67.86	8.40	81.30	39.92	52.98	3.10	0.00	648.00
	Jun.13	500.99	72.66	9.59	45.31	42.53	47.63	1.29	0.00	628.55
	<b>Total</b>	<b>1962.77</b>	<b>316.95</b>	<b>31.86</b>	<b>133.88</b>	<b>247.50</b>	<b>224.43</b>	<b>10.62</b>	<b>0.00</b>	<b>2445.46</b>
Reedrill SKS-12 #03 (P03)	Mar-13	514.81	93.99	9.33	13.16	57.07	53.66	1.98	0.00	631.28
	Apr-13	488.74	83.90	10.76	39.72	59.79	33.81	3.27	0.00	623.13
	May-13	463.72	71.40	7.07	43.54	61.56	94.02	2.68	0.00	585.74
	Jun.13	488.68	81.16	6.52	49.91	60.51	31.93	1.30	0.00	626.26
	<b>Total</b>	<b>1955.95</b>	<b>330.45</b>	<b>33.68</b>	<b>146.33</b>	<b>238.93</b>	<b>213.41</b>	<b>9.24</b>	<b>0.00</b>	<b>2466.41</b>
Reedrill SKS-12 #04 (P04)	Mar-13	492.59	89.57	19.65	16.42	49.16	74.96	1.65	0.00	618.23
	Apr-13	492.57	86.32	11.69	23.86	52.62	47.81	5.14	0.00	614.44
	May-13	459.87	81.65	13.76	64.83	42.37	77.27	4.23	0.00	620.12
	Jun.13	493.92	75.56	7.25	26.74	46.05	68.35	2.14	0.00	603.47
	<b>Total</b>	<b>1938.95</b>	<b>333.10</b>	<b>52.35</b>	<b>131.84</b>	<b>190.19</b>	<b>268.39</b>	<b>13.16</b>	<b>0.00</b>	<b>2456.25</b>

### Anexo N° 03. Método de resolución de problemas en tres pasos.



https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Problema y Solución de Problemas

BARRICK

**Estado Ideal**

**Estado Actual**

¿Qué es un Problema?

Un Problema es la diferencia entre lo que debería suceder (el estado deseado) y lo que sucede en realidad (el estado actual).

Progreso 10%    Diapositiva 3    Sonido activado

Volver    Siguiente

Done    Trusted sites | Protected Mode: Off    90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Tipos de Problemas

BARRICK

**Gradual**

**Imprevisto**

**Recurrente**

Progreso 13%    Diapositiva 4    Sonido activado

Volver    Siguiente

Done    Trusted sites | Protected Mode: Off    90%

https://barrick-gold-plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Formalizar el proceso

¿Por qué necesitamos formalizar el proceso de solución de problemas?

Debemos asegurarnos que:

- Estamos resolviendo los problemas correctos. Los problemas que tienen el mayor impacto deben ser las prioridades principales.
- Desarrollamos soluciones permanentes, no simples parches para los síntomas. El análisis de causa raíz es crítica para asegurar soluciones permanentes.
- Usamos eficientemente los recursos para implementar primero las soluciones más beneficiosas.
- Ejecutamos y hacemos seguimiento con efectividad a los planes de acción, así como a los beneficios y a los resultados logrados.
- Comprendemos y documentamos los cambios realizados, de manera que los podemos estandarizar, comunicar y aprender de ellos.

Progreso 16% Diapositiva 5 Sonido activado

Volver Siguiente


Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold-plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Método de Solución de Problemas



El enfoque de Solución de Problemas de 3 Pasos de Barrick es un método lógico que busca las causas principales de los problemas, preguntando repetidamente, "¿Por qué, por qué, por qué?".

Este enfoque es efectivo cuando:

- Se entiende por qué el problema ha sido identificado
- Los objetivos y las metas han sido establecidos claramente
- Está basado en hechos (por ejemplo, se ha realizado un análisis exhaustivo con herramientas estadísticas)
- Las relaciones causa-efecto están claramente determinadas
- Las soluciones están orientadas a eliminar las causas raíces de los problemas
- Se han establecido los controles para asegurar la efectividad y la continuidad

Progreso 19% Diapositiva 6 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

Tres Pasos para Solucionar un Problema

BARRICK

Paso	Sub-Paso	
1. Diagnosticar Oportunidad y Fijar metas	Definir el Problema	Actual vs Ideal
	Fijar Metas	Objetivo
2. Generar y Evaluar Ideas	Analizar Causas	
	Generar Soluciones	
3. Implementar Soluciones	Planear y Ejecutar	
	Evaluar Resultados	
	Estandarizar	

Progreso 22%

Diapositiva 7

Sonido activado

Volver Siguiete

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

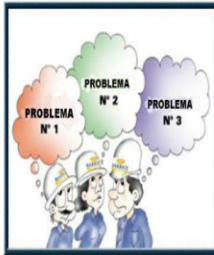
### Paso 1: Diagnosticar

BARRICK

Diagnosticar el problema debe hacerse acertadamente a fin de crear las ideas correctas para resolver el problema y fijar las metas para asegurar un buen plan de implementación.

La solución de los problemas debe ser un enfoque de trabajo en equipo. Incluyendo varias personas en lugar de sólo la persona involucrada, ayudará a encontrar muchas y diferentes ideas.

Un problema no debe ser la carga de una sola persona, y las personas no deben sentirse mal si no pueden resolver el problema por ellas mismas.



Progreso 25%

Diapositiva 9

Sonido activado

Volver Siguiete

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menu Sair

## Método de Solución de Problemas Paso I

Enfoque a la Solución de Problemas es Clave

**BARRICK**

Diagnosticar	Generar Ideas	Implementar Soluciones
1a. Definir el Problema  1b. Fijar las Metas	2a. Analizar Causas  2b. Generar Soluciones	3a. Planear y Ejecutar  3b. Evaluar Resultados  3c. Estandarizar

El enfoque de sus esfuerzos para solucionar un problema se determina respondiendo a la pregunta: "¿Dónde podemos obtener el mejor retorno de nuestra inversión en tiempo y en dinero?"

De esta manera, se evitará esfuerzos deficientemente enfocados:

- **No hay enfoque:** El análisis de confiabilidad realizado en la flota 930E en la Unidad Operativa Betze produjo más de 1,000 acciones! (Nada pasó!)
- **Enfoque en los aspectos equivocados:** Se invirtieron los esfuerzos de todo un año en Goldstrike para mejorar el mezclado de alimentación a los molinos. Una nueva perspectiva del grupo, enfocándose en el rendimiento de la producción como potencial, cuyas ganancias eran cinco veces más!

Progreso 32%    Diapositiva 10    Sonido activado

◀ Volver    Siguiente ▶

Done    Trusted sites | Protected Mode: Off    90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menu Sair

## Método de Solución de Problemas Paso I

Estructura del Problema y Elementos de mayor Impacto

**BARRICK**

Cuando Usted comience la Solución de un Problema, los dos siguientes temas le ayudarán a definir mejor el enfoque para su esfuerzo:

1. Identificar la estructura del problema y enfocarse en el proceso completo de trabajo.
2. Buscar en los pocos sub-elementos de mayor impacto para determinar qué debe ser resuelto primero.

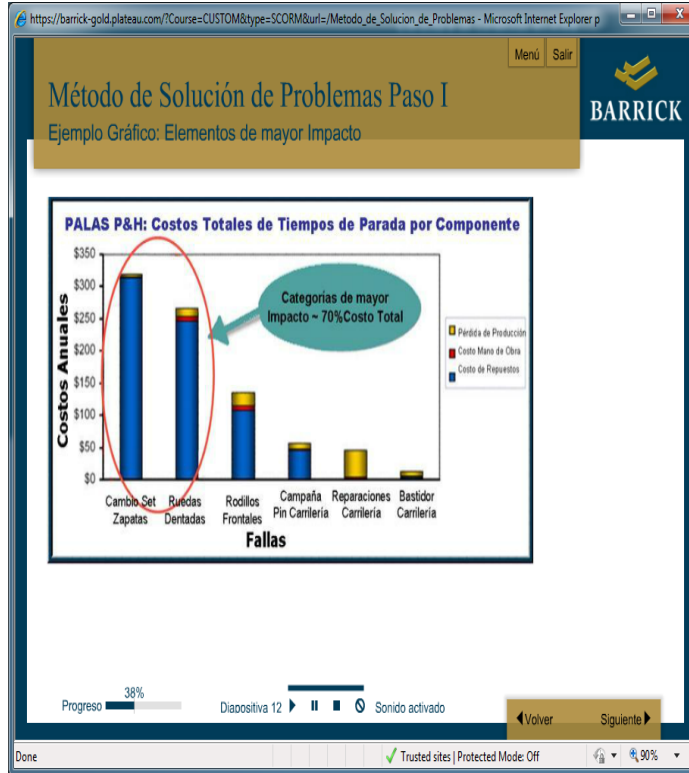
Usted alcanzará los objetivos de mejora de su proyecto, cuando haya resuelto estos pocos elementos de mayor impacto y sus causas.

Desplace el cursor sobre cada figura de la derecha para mayor información.

Progreso 35%    Diapositiva 11    Sonido activado

◀ Volver    Siguiente ▶

Done    Trusted sites | Protected Mode: Off    90%



https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

Construir la Información Básica de Hechos

**BARRICK**

**Información Básica**

- Desempeño del Presupuesto y Análisis de Costos por principales componentes anualmente
- Rendimiento Operacional histórico:
  - Rendimiento promedio y Mejor rendimiento por día, semana (Ej.:TPH, Costos, avance real)
- Rendimiento de la flota de equipos
  - Capacidades
  - Tiempos de ciclos
- Otros, como sean requeridos.

Construir una información de hechos para la Solución de su Problema le ayudará a justificar por qué se va a desarrollar un tema en particular.

Adapte la presentación de los hechos para que se acomoden a las necesidades de su proyecto específico.

Use hipótesis para enfocar los esfuerzos donde se pueden realizar las mejoras.

La siguiente diapositiva muestra cómo las tablas y gráficos pueden ser usados para mostrar el desempeño de su equipo y dónde se pueden realizar las mejoras.

Progreso 41%

Diapositiva 13

Sonido activado

Volver Siguiendo

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/Course=CUSTOM&type=SCORM&url=Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

Ejemplo: Elementos de Mayor Impacto

Seleccione todas las respuestas correctas a la pregunta.

Basado en la información mostrada, ¿cuáles son los tres elementos que generarán las mejoras más grandes?

A Demoras Operativas Inevitables

B Fallas

C Demoras Operativas Evitables

D Pérdidas por Distancia

E Pérdida de Velocidad del Camión

F Pérdidas de Descarga

Enviar

	Categoría de Pérdida	Pérdida (Ton)
Inevitables	Mantenimiento Preventivo (PM)	76
	Tolvas	302
	Demoras Operativas Inevitables	89
Evitables	Fallas	153
	Demoras Operativas Evitables	94
	Pérdidas por Cargulo	52
	Pérdidas cuatrando en Tajo	16
	Pérdidas cuatrando en Chancadora	19
	Pérdidas por Distancia	4
	Pérdidas de Velocidad del Camión	98
	Pérdidas por Descarga	8
	Pérdidas por Factor de Carga y Material Remanente en Tolva	54

Progreso 44%

Diapositiva 14

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/Course=CUSTOM&type=SCORM&url=Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

Ejemplo: Estadísticas de Costos Principales

Ejemplo: Estadísticas de Costos Principales – Goldstrike Roaster

Costo por tonelada procesada (\$)

Mayo 2006 - Análisis de Costos YTD (%)

100% = \$58 millones (anualizado)

Costo YTD Mayo 2006 usado como guía base para diagnóstico

Diseño	2005 Actual	2006 Presupuesto	May 2006 YTD
Costos Totales	\$ 38.7	\$ 59.4	\$ 58.0
Toneladas (millones)	3.1	4.6	4.2

Progreso 47%

Diapositiva 15

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%



https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Encontrar el Cuello de Botella

Un cuello de botella es el paso dentro de un proceso que limita lograr un mayor rendimiento. Por ejemplo, si alguien accidentalmente instala una bomba, que solo puede rendir 90 toneladas por hora en una planta diseñada para rendir 100 toneladas por hora entonces la bomba será el cuello de botella.

¿Cómo puede saber Usted dónde está un cuello de botella? Si tiene suerte, el cuello de botella es obvio y todos estarán de acuerdo que es ése (típico para una planta estática).

Desafortunadamente, no siempre está claro (típico un proceso cambiante) porque el cuello de botella puede ser:

- Flotante (se mueve dependiendo de las condiciones)
- Oculto (un proceso complicado oculta su ubicación)

The chart shows four steps: Paso 1, Paso 2, Paso 3, and Paso 4. A green dashed line at the top represents 'Resultados Potenciales' (Potential Results) and a red dashed line below it represents 'Resultados Actuales' (Actual Results). Paso 3 is the only step where the actual result is significantly lower than the potential result.

Le damos un ejemplo de resultado actual al respecto.

Progreso 50%

Diapositiva 16

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Ejemplo: Cuello de Botella

Elija la mejor respuesta para la pregunta.

Basado en el gráfico, ¿cuál de los siguientes sub procesos es probablemente el cuello de botella en el proceso?

- A Alimentador de placas
- B Chancadora
- C Correa transportadora CV4
- D Molino SAG
- E Zaranda/Harnero
- F Ciclones

The chart shows TPOH (Toneladas por hora) for six sub-processes: A. Alimentador de placas (280), B. Chancadora (280), C. Correa transportadora CV4 (180), D. Molino SAG (280), E. Zaranda/Harnero (280), and F. Ciclones (180). The y-axis ranges from 0 to 300.

Enviar

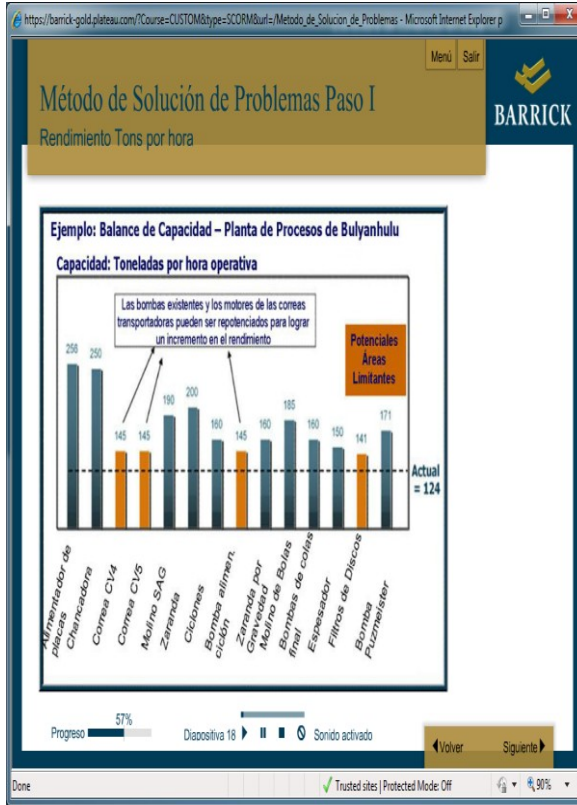
Progreso 54%

Diapositiva 17

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%



https://barrick-gold.plateau.com/Course-CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Límites Técnicos

**BARRICK**

Para encontrar el rendimiento potencial, se debe calcular el límite técnico del proceso.

El límite técnico no es el límite teórico que puede ser logrado solo en condiciones perfectas e ideales.

Por el contrario, el límite técnico toma en consideración las pérdidas inevitables (como el mantenimiento preventivo, restricciones de seguridad, etc.), para calcular lo que es técnicamente alcanzable. Consideren lo siguiente al determinar el límite técnico de un proceso:

- Benchmark interno y externo, experiencia previa
- Definir el turno/día "perfecto"
- Observaciones/pruebas
- Límites teóricos de las máquinas
- Leyes y restricciones físico/químicas

A menudo es un factor clave obtener el consenso sobre lo que es una pérdida "inevitable" y luego estimar el impacto de estos factores.

Las metas de mejora típicamente se basan en la brecha entre el rendimiento actual y el rendimiento técnicamente alcanzable.

Este cálculo nos determina el factor técnico y el objetivo de la mejora en el estado de la siguiente diapositiva

Progreso 60%

Diapositiva 19

Sonido activado

Volver Siguiete

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

Ejemplo Gráfico: Límite Técnico

**Pérdidas Inevitables.** Por ejemplo:

- PIs Requeridos
- Pérdidas por condiciones locales (Ej. clima)
- Restricciones de seguridad/logística

**Pérdidas o Desperdicios Evitables.** Por ejemplo:

- Inactividad excesiva
- Pérdidas por velocidad
- Tiempo muerto

**Brechas objetivas a cerrar.**

- Normalmente establecido al 30% de la brecha de Límite técnico

Categoría	Porcentaje
Límite Teórico	100%
Límite Técnico	90%
Rendimiento Actual	60%
Rendimiento Meta	70%

Progreso 63% Diapositiva 20 Sonido activado

◀ Volver Siguiente ▶

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

### 1A: Definir el Problema

Qué estamos tratando de lograr?

La primera tarea cuando comience la Solución de Problemas es definir el problema que debe ser resuelto. Plantear las siguientes preguntas le ayudará a definir el problema:

- ¿Cuál es el problema específico que se debe resolver?
- ¿Cómo lo vamos a intentar y cómo lo vamos a resolver?
- ¿Cuáles son las restricciones/limites para la solución?
- ¿Quién va a dirigir el equipo?
- ¿Cómo vamos a saber si hemos tenido éxito?
- ¿Cuál es la meta de la mejora?
- ¿Cuándo esperamos terminar?

Progreso 66% Diapositiva 21 Sonido activado

◀ Volver Siguiente ▶

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Información en la Definición del Problema

El problema debe ser siempre un hecho, no una opinión o una percepción subjetiva. Revisar la situación siguiente:  
"En los últimos 06 meses, el Supervisor de Alimak ha venido quejándose debido que no contaba con los recursos necesarios para entregar un adecuado mantenimiento a las maquinarias, lo cual ha ocasionado un incremento del tiempo de detención de 10%. El supervisor también indica que no cuenta con los suministros a tiempo y que los operadores no siempre siguen los procedimientos para operar los activos de Alimak."

¿Cuál es el problema aquí? Identifique y coloque en el área de la derecha, el hecho que puede ser incluido en el enunciado del problema.

No hay suficientes recursos para el mantenimiento

El tiempo de detención aumentó en 10%

Los suministros no llegan a tiempo

Los operadores no siempre siguen los procedimientos

Enviar Restablecer Mostrarme

Progreso 69%

Diapositiva 22

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso I

### Buscando Hechos

En el ejemplo anterior, el supervisor tenía varias observaciones y percepciones de lo que estaba sucediendo.

Estas percepciones pueden ser o no la base de hechos precisos. Por ejemplo:

- *No hay suficientes recursos para el mantenimiento:* ¿Hay escasez de personal? ¿Qué están haciendo los trabajadores en vez de realizar las tareas de mantenimiento?
- *Los suministros no llegan a tiempo:* ¿Qué suministros llegan tarde? ¿Cuándo fueron programados para ser entregados? ¿Han sido entregados en la ubicación correcta?
- *Los operadores no siguen los procedimientos:* ¿Son todos los operadores o solo unos pocos? ¿Qué pasos son dejados de lado o son realizados de manera incorrecta? ¿Esto es intencional o los operadores no han sido capacitados adecuadamente?

El enunciado, "El tiempo no disponible aumentó 10%," es un hecho real, algo que el equipo puede verificar y trabajar para mejorar.

Progreso 72%

Diapositiva 23

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menu | Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

Equipo de Solución de Problemas

**BARRICK**

### Roles del Equipo de Solución de Problemas de CI

Coach CI	Líder del Proyecto	Analista	Miembros del Equipo a Tiempo Completo	Miembros del Equipo a Tiempo Parcial
----------	--------------------	----------	---------------------------------------	--------------------------------------

Basado en el problema definido, Usted necesitará reunir un equipo de personas (cada uno con habilidades específicas) para su proyecto de Solución de Problema .

Presione en cada uno de los roles del Equipo de Mejora Continua (CI team) indicados para una descripción del conjunto de las habilidades deseadas necesarias para cada función.

Progreso 75%    Diapositiva 24    Sonido activado

Volver    Siguiente

Done    Trusted sites | Protected Mode Off    90%

https://barrick-goldplateau.com/Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menu | Salir

## Método de Solución de Problemas Paso I

1B: Fijar Metas


**BARRICK**

### ¿Cómo medirá Usted su éxito?

Después de haber definido el problema, necesita determinar como va a medir el éxito.

Hacer seguimiento a los Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) seleccionando las características e indicadores que se relacionan directamente con el problema:

- **Calidad:** Material rechazado, errores, reproceso, reclamos, etc.
- **Costo:** Insumos, energía eléctrica, inventario, mantenimiento, repuestos, mano de obra, etc.
- **Productividad:** producción horaria, tiempo del ciclo, paradas no programadas, reducción de velocidad, etc.
- **Eficiencia:** Recuperación, ajustes, transporte, espera, tiempo de arranque, etc.
- **Seguridad:** Accidentes, incidentes, derrames,



Progreso 79%    Diapositiva 25    Sonido activado

Volver    Siguiente

Done    Trusted sites | Protected Mode Off    90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

# Método de Solución de Problemas Paso I

## Metas basadas en Límites Técnicos

BARRICK

Ejemplo de Pierina: Uso de Límites Técnicos para fijar sus metas

Miles de toneladas por año	%
2,395	100.0
2,365	98.7
302	12.6
2,063	86.3
158	6.6
904	37.8
52	2.2
16	0.7
19	0.8
4	0.2
30	1.3
64	2.7
2,115	88.3

Progreso 82%

Diapositiva 26

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

# Método de Solución de Problemas Paso I

## Carta del Proyecto

BARRICK

Formaliza el proyecto usando una Carta del Proyecto.

La Carta del Proyecto servirá para mantener al equipo de mejora enfocado en el objetivo y ayudará a comunicar el proyecto a otras personas.

Ahora que Usted ha revisado las tareas asociadas con el primer paso y ha diagnosticado el problema, puede hacer una Carta del Proyecto para documentar la declaración del problema, su alcance y la definición de las metas.

Presione en la imagen de la Carta del Proyecto de la derecha para descargar una muestra.

Ejemplo de Carta del Proyecto

<b>CANDO MEJORAR</b> El diagnóstico de la causa del problema y la definición de los límites técnicos. El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>DECLARACION DEL PROBLEMA</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>ALCANCE</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>DECLARACION DEL OBJETIVO</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>REVISOR RESPONSABLE</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>REVISOR INTERMEDIO</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.
<b>DECLARACION DEL PROBLEMA</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>DECLARACION DEL OBJETIVO</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>REVISOR RESPONSABLE</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>REVISOR INTERMEDIO</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>DECLARACION DEL PROBLEMA</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.	<b>DECLARACION DEL OBJETIVO</b> El tiempo de revisión de la declaración del problema es de 24 horas. La declaración del problema debe ser revisada y aprobada por el equipo de mejora.

Progreso 85%

Diapositiva 27

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%


https://barrick-goldplateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Método de Solución de Problemas Ejemplo de Carta del Proyecto PASO I **BARRICK**

Evaluación

Ahora es el momento de revisar sus conocimientos del primer paso en el proceso de Solución de Problemas de Barrick.

Haga clic en el botón Continuar para comenzar.



Presione el botón Continuar para empezar la evaluación

Continuar

Progreso 66% Diapositiva 28 Sonido activado

Volver Sigiente

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Método de Solución de Problemas Paso II **BARRICK**

Método de Solución de Problemas - Paso II



Entregando Valor... desde los Equipos, la Gente & los Proyectos

Método de Solución de Problemas Paso II

Progreso 4% Diapositiva 1 Sonido activado

Volver Sigiente

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Introducción

En este módulo, Usted revisará el segundo paso de la metodología de Solución de Problemas de 3 Pasos usada en Barrick.

Usted explorará cómo cada persona juega un rol importante en compartir sus habilidades, sus ideas y sus aportes para el futuro éxito de Barrick.

8% Progreso

Diaositiva 2

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Solución de Problemas de 3 Pasos

Paso	Sub-Paso	
1. Diagnosticar Oportunidad y Fijar metas	Definir el Problema	Actual vs Ideal
	Fijar Metas	Objetivo
2. Generar y Evaluar Ideas	Analizar Causas	
	Generar Soluciones	
3. Implementar Soluciones	Planear y Ejecutar	
	Evaluar Resultados	
	Estandarizar	

11% Progreso

Diaositiva 3

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%



https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Paso 2: Generar Ideas

Diagnosticar	Generar Ideas	Implementar Soluciones
1a. Definir el Problema	2a. Analizar Causas	3a. Planear y Ejecutar
1b. Fijar Metas	2b. Generar Soluciones	3b. Evaluar Resultados
		3c. Estandarizar

Progreso 15%

Diapositiva 4

Sonido activado

Volver Siguiendo

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### 2a: Analizar las Causas

Diagnosticar el problema en el Paso 1, puede conducirlo a dos tipos de temas claves.

Se requieren diferentes acciones para encontrar soluciones ejecutables para cada tipo de ellos. Desplace el cursor sobre cada caso para revisar como manejarlos.

Usted no siempre podrá decir que tipo de problema es, por lo que es importante siempre tratar de encontrar primero las causa raíz.

Paso 1 Problema Principal

- Existe una causa raíz para el problema
- (1) No se puede identificar una causa raíz (muy complicado) or
- (2) Encuentra tantas causas raíces que no puedes direccionarte a todas

Progreso 18%

Diapositiva 5

Sonido activado

Volver Siguiendo

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Causa Raíz



Primero, Usted necesitará encontrar las causas raíces del problema.

Lo más probable es que la causa raíz sea el origen de la discrepancia entre la situación actual y el estándar.

Se puede tratar directamente una causa raíz para resolver esa discrepancia.

Idealmente, Usted puede seguir usando los diagramas de Pareto hasta que encuentre la causa raíz.

Sin embargo, a menudo Usted no tenemos tanta información.

En la próxima diapositiva, Usted verá como puede comenzar a comprender los asuntos ocultos usando un diagrama de espina de pescado.

Progreso 22% Diapositiva 6 Sonido activado

Volver Siguiente

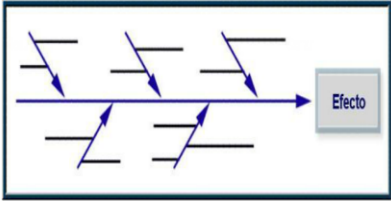
Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Diagramas de Espina de Pescado



El diagrama de espina de pescado (llamado así por su apariencia) es una herramienta de análisis usada para tener un listado e investigar cualquier causa potencial que ayude a precisar la causa raíz más probable, al observar las relaciones causa - efecto para determinados temas.

Los gráficos causa - efecto, como el diagrama de espina de pescado, pueden revelar las relaciones clave entre las diversas variables y las posibles causas, proporcionando una perspectiva adicional de la conducta del proceso. A menudo las causas están basadas en una determinada categoría o conjuntos de causas, tales como:

- Las 6 M: Máquina, Método, Materiales, Mantenimiento, Mano de Obra, y Medio Ambiente.
- Las 8 P (recomendado para la administración y los servicios): Precio, Reconocimiento, Personas, Procesos, Ambiente de Trabajo, Políticas, Procedimientos y Producto (o Servicio)

Progreso 25% Diapositiva 7 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode Off 90%



https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

Porqué?... Por lo tanto



Ahora debe verificar los hallazgos de sus preguntas de los 5 Por qué, al invertir el orden de los enunciados y reemplazando los "¿Por qué" con "Por lo tanto..."

Determine si hay alguna brecha en la lógica o en las suposiciones.

Por ejemplo:

Al encender las luces un poco más tarde, habrá menos mosquitos atraídos por la luz al atardecer.  
 Por lo tanto, habrá menos arañas que comen los mosquitos.  
 Por lo tanto, habrá menos palomas en el monumento.  
 Por lo tanto, habrá menos excremento de paloma que sea necesario limpiar.  
 Por lo tanto, habrá menos necesidad de usar productos químicos agresivos.  
 Por lo tanto, se preservará mejor el monumento.

Progreso 36%

Diapositiva 10

Sonido activado

Volver Siguiente

Done

Trusted sites | Protected Mode: Off

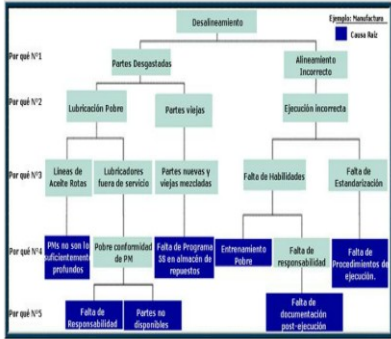
90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

Ejemplo: 5 Por Qué?



**Desalineamiento** (Ejemplo: Manufactura, Casa Habitación)

- Por qué N°1: Partes Desgastadas, Almacenamiento Incorrecto
- Por qué N°2: Lubricación Pobre, Partes viejas, Ejecución incorrecta
- Por qué N°3: Líneas de Acabado fuera de servicio, Lubricadores fuera de servicio, Partes nuevas y viejas mezcladas, Falta de habilidades, Falta de Estándarización
- Por qué N°4: PM no son lo suficientemente profundos, Pobre conformidad de PM, Falta de Programas de capacitación, Entrenamiento Pobre, Falta de responsabilidad, Falta de Procedimientos de ejecución
- Por qué N°5: Falta de Responsabilidad, Partes no disponibles, Falta de documentación post-ejecución

Progreso 40%

Diapositiva 11

Sonido activado

Volver Siguiente

Done

Trusted sites | Protected Mode: Off

90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### 2b: Generar Soluciones

Después de analizar cuál es la causa del problema, el paso siguiente es generar soluciones para resolver el problema.

Para generar soluciones, Usted deberá realizar una tormenta de ideas y luego priorizar las soluciones potenciales. Puede ser que sea necesario afinar las ideas generadas y evaluarlas antes que puedan ser implementadas.

Progreso 43% Diapositiva 12 Sonido activado

◀ Volver Sigüente ▶

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Tormenta de Ideas

Quando estamos tratando de resolver un problema, muchos de nosotros nos apoyamos en los métodos de solución tradicionales o convencionales, obviando a menudo la mejor solución porque no estamos conscientes que siquiera existe o que está disponible para nosotros.

Por el contrario, la tormenta de ideas es un ejercicio de grupo para estimular el proceso de pensamiento a fin de encontrar múltiples ideas para resolver un problema, aprovechando el pensamiento no convencional y las alternativas de las ideas más innovadoras.

Estas ideas innovadoras y ejecutables nos ayudarán a alcanzar la meta exigente y el objetivo.

Progreso 47% Diapositiva 13 Sonido activado

◀ Volver Sigüente ▶

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### ¿Por Qué la Tormenta de Ideas funciona?



La tormenta de ideas funciona debido a que se suspenden o se eliminan las limitaciones de la solución normal del problema, permitiendo que el equipo descubra alternativas diferentes al pensamiento y proceso convencional.

La tormenta de ideas remueve las barreras de temor que normalmente llenan la mente de una persona en un entorno de grupo.

La tormenta de ideas permite a un grupo:

- Liberar la inteligencia del grupo, recuente que "muchas mentes piensan mejor que una"
- Permitir que las ideas se construyan una sobre otra
- Generar muchas ideas, aumentando la probabilidad que la idea precisa esté entre ellas
- Crear la propiedad de la idea
- Permitir que todos los participantes sean escuchados

*Use la posibilidad y el potencial para la mejora.*

Progreso 50% Diapositiva 14 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Tormenta de Ideas para posibles Soluciones

Como grupo, haga una tormenta de ideas de cuantas soluciones potenciales posibles existan.

Los gráficos mostrados aquí muestran como algunas ideas comunes pueden ser implementadas para usos mejores o diferentes.

Al generar ideas, Usted puede considerar los siguientes aspectos. Presione en cada uno para preguntas claves:

- Normal o inesperado
- Cambiar o modificar
- En secuencia o en paralelo



¿Nuevos Usos y Diferentes?

Progreso 54% Diapositiva 15 Sonido activado

Volver Siguiente


Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/Course-CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Priorizando Ideas



Después de una sesión efectiva de Tormenta de Ideas, Usted puede terminar con una relación de centenares de ideas potenciales.

Sin embargo, implemente solo las ideas que en realidad van a tener un impacto grande e inmediato.

Usted necesitará encontrar las ideas de "mayor potencial" dentro de este enorme listado!

Al priorizar los aspectos, oriéntese a la solución del problema según las mayores necesidades y trate de encontrar la forma más simple para resolverlo. Presione en cada uno de las siguientes preocupaciones para una priorización adicional:

- [Seguridad](#)
- [Aspectos de la Calidad](#)

Progreso 58%

Diapositiva 16

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/Course-CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Mapa de Calor

El primer objetivo es reducir las soluciones potenciales a un nivel manejable. Un "mapa de calor" es una herramienta para priorizar las ideas.

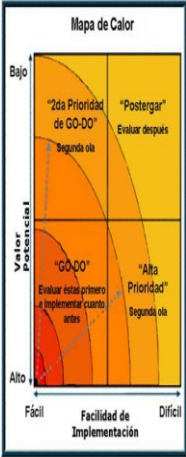
Las ideas son ubicadas en el gráfico basándose en dos dimensiones:

- Los beneficios potenciales
- La facilidad de la implementación

El valor potencial es medido como el retorno de la inversión para la solución.

La facilidad del esfuerzo de implementación incluye considerar:

- Los riesgos operativos (si es que hay alguno, ¿son irreversibles?)
- Necesidad de capital
- Coordinación/recursos requeridos



Progreso 61%

Diapositiva 17

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Priorizando Opciones

BARRICK

	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Simplicidad	10	8	7
Modificación	9	10	5
Tiempo	10	9	7
	29	27	19

Otra manera de priorizar las ideas es una matriz que compare la simplicidad de una implementación, cuanto modificación se requiere (cuanto menos será mejor), y cuanto tiempo se requiere (cuanto menos será mejor) para la implementación de una solución a corto plazo. Para las soluciones a largo plazo, seleccione las opciones que son efectivas para prevenir recurrencia y para minimizar los costos.

Controlar los defectos y ser capaz de detectar la recurrencia son las prioridades principales para el corto plazo. La efectividad, los costos y la coordinación son las mayores prioridades para las soluciones de largo plazo y permanentes.

Desplace el cursor sobre cada sección del gráfico a fin de revisar los pasos para determinar la mejor opción.

Progreso 65% Diapositiva 16 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Reflejo de Espina de Pescado

BARRICK

Causas Potenciales Soluciones Potenciales

Causa Raíz

Progreso 68% Diapositiva 18 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%



https://barrick-goldplateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Ideas afinadas

Las ideas necesitan ser completamente afinadas antes de ser realmente útiles.  
Revisar las diferencias entre las siguientes ideas:

Ideas Incompletas	Ideas Afinadas
Poca data de las unidades de bombeo	Colección de tiempos de operación de unidades de bombeo, presiones, temperaturas y flujos una vez por semana en lugar de diariamente.
Poco consumo de soda cáustica en finas	Los niveles de emisión de SO2 en finas están en 6ppm en lugar de 20ppm según la ley, reduciendo la recirculación de 5 gpm a 4 gpm.
Reducir fallas de compresor en recuperadores de vapor	Hacer el PM según lo recomendado por el proveedor, cada 200 horas en todos los compresores de los recuperadores de vapor.

¿Cuál es el elemento común de una idea afinada?  
Presione aquí para comparar la respuesta.

Progreso 72% Diapositiva 20 Sonido activado

Volver Siguiendo

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair


## Método de Solución de Problemas Paso II

### Evaluando Ideas

Las ideas que no son "GO DO's" necesitan ser evaluadas completando un formulario de Evaluación de Ideas.

Esta evaluación adicional asegura que cada idea sea de alta calidad y que todos los aspectos relevantes han sido considerados:

- ¿Se enfoca en el verdadero impacto financiero y no solo transferir los costos de un área a otra?
- ¿Han sido incorporados todos los factores requeridos para tener un sólido caso del negocio antes de proceder con la idea?
- ¿Es fácilmente entendible para las personas fuera del área (simple, pero integral)?
- ¿No establece ningún compromiso contrario a la seguridad, calidad, servicio o los objetivos de



Progreso 75% Diapositiva 21 Sonido activado

Volver Siguiendo

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/Course-CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Ayudas para Evaluación de Ideas

Consejos para asegurar una efectiva evaluación de ideas:

Hacer...	No hacer...
Evaluar las ideas desde el inicio con la regla 80/20 (Principio de Pareto)	Esperar a revisar las ideas con los involucrados claves
Tratar de asegurar que el evaluador sea al final el implementador	Rendirse a ideas cuando hay desacuerdos - "trabajar" los problemas mejorando las ideas para ganar consenso
Hacer la descripción de las ideas factibles tan específicamente como sea posible (use números donde sea posible)	Contar doble beneficios/costos con otras ideas
Ingrese todas las ideas al archivo electrónico central y mantenga documentación de back-up	Atascarse en 'análisis parálisis'

Progreso 79%

Diapositiva 22

Sonido activado

Volver Siguiente

Done

Trusted sites | Protected Mode: Off

https://barrick-goldplateau.com/Course-CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso II

### Comunicación

**Comunicación ascendente**

- Actualización de Estatus (quincenal)
- Retroalimentación sobre resultados e hitos
- Resolver los problemas más importantes
- Revisiones de Avances / Aprobación de Ideas

**Comunicación Descendente**

- Comunicaciones / Notas semanales
- Avances sobre Ideas generadas
- Estatus de Ideas
- Reuniones informales
- Descripción de procesos
- Responder consultas
- Discusiones informales

Asegúrese de comunicarse con las personas adecuadas respecto al avance de su Solución del Problema.

Los líderes de los equipos deben informar los avances a la gerencia y a los trabajadores del área.

Progreso 83%

Diapositiva 23

Sonido activado

Volver Siguiente

Done

Trusted sites | Protected Mode: Off

https://barrick-gold.platau.com/Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Método de Solución de Problemas Paso II  
Evaluación

Ahora es el momento de revisar su comprensión del segundo paso del proceso de Solución de Problemas.

Presione en el botón Continuar para comenzar.



Presione el botón Continuar para empezar la evaluación

Continuar

Progreso 86% Diapositiva 24 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.platau.com/Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Método de Solución de Problemas Paso III  
Método de Solución de Problemas - Paso III



Entregando Valor...  
desde los Equipos, la Gente & los Proyectos

Método de Solución de Problemas  
Paso III

Progreso 4% Diapositiva 1 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

Introducción

BARRICK

En este módulo, Solución de Problemas - Paso 3, Usted revisará las tareas de implementación y de estandarización de la metodología de solución de problemas usado en Barrick.

La siguiente diapositiva muestra y resume cada uno de los tres pasos del proceso.

Progreso 8%

Diapositiva 2

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

Método de Solución de Problemas de 3 Pasos

BARRICK

Paso	Sub-Paso	
1. Diagnosticar Oportunidad y Fijar metas	Definir el Problema	Actual vs Ideal
	Fijar Metas	Objetivo
2. Generar y Evaluar Ideas	Analizar Causas	
	Generar Soluciones	
3. Implementar Soluciones	Planear y Ejecutar	
	Evaluar Resultados	
	Estandarizar	

Progreso 12%

Diapositiva 3

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Revisión de Pasos

Colocar los sub-pasos de la metodología de Solución de Problemas de Barrick indicados más abajo, en la secuencia correcta.

Inserte el número de la tarea de la izquierda en la tarea asociada de la derecha.

1 Sub-Paso 1	Evaluar los Resultados
2 Sub-Paso 2	Estandarizar
3 Sub-Paso 3	Planificar y Ejecutar

Enviar Restablecer Mostrarme

Progreso 16% Diapositiva 4 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-goldplateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Claves para una Implementación exitosa



<b>Diagnosticar</b>	<b>Generar Ideas</b>	<b>Implementar Soluciones</b>
1a. Definir el Problema	2a. Analizar Causas	3a. Planificar y Ejecutar
1b. Fijar Metas	2b. Generar Soluciones	3b. Evaluar Resultados
		3c. Estandarizar

Progreso 20% Diapositiva 5 Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Determinar el Alcance de la Implementación

BARRICK

Entre todas las causas y las soluciones potenciales relacionadas que han sido determinadas en los primeros pasos, Usted seleccionará para implementar primero aquellas que tendrán la más alta probabilidad de éxito, las más rápidas para ser implementadas y las que tengan el mejor retorno económico.

Por ejemplo, pueden haber nueve causas potenciales identificadas en el Paso 2: *Generar y Evaluar Ideas* que pueden tener un impacto en la solución del problema, pero tres de ellas son consideradas como las de mayor contribución. Desarrollar un plan para incorporar las soluciones de estas tres causas en un plan de implementación ahora, pero no desestimar las causas potenciales no utilizadas totalmente porque puede darse el caso que Usted quiera realizar mejoras adicionales más adelante.

Progreso 24% Diapositiva 6 Sonido activado

◀ Volver Siguiendo ▶

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Planes de Acción y Seguimiento

BARRICK

Una buena idea es sólo buena cuando ha sido implementada! Los siguientes son los elementos clave para una implementación exitosa:

- Planes de acción:
  - Crear entendimiento y compromiso entre todas las personas interesadas
  - Desarrollar un plan explícito con acciones, responsabilidades e hitos.
- Proceso de seguimiento continuo:
  - Hacer el seguimiento de los Indicadores Clave del Rendimiento (KPI) y de las acciones en las hojas de control de los objetivos.
  - Revisar cada semanalmente o quincenalmente el avance del equipo
  - Realizar mensualmente reuniones de actualización con la gerencia

Progreso 29% Diapositiva 7 Sonido activado

◀ Volver Siguiendo ▶

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

Ejemplo: Plan de Implementación

**BARRICK**

IMPLEMENTACION												
SMs	Causa raíz	Solución	Responsable	Programa	Efecto Estimado	Prioridad	Efecto Real					
				1-3 semana	4-5 semana	6 semana	1	2	3	4	5	6
Requisitos	1. Compresor de aire 2. Regulador de aire	1. Reparar 2. Verificar y PDI	1. Servicios 2. Manten. Prod	1. Viernes // 2. Hoy (Lun)	1. // 2. Chequear	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //
Material	1. Separación de materiales debido a que la presión en el motor es demasiado alta	1. Instalar regulador de presión sobre motor. 2. Verificar la Calidad del motor en desmontaje	1. Manten. 2. Calidad TL	1. Prueba en 3 semanas sobre PR 1001 2. martes	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //
Método	1. Doble procedimiento	1. Servicio interno al personal de producción. CA, A TL, cuando el compresor de aire falla. 2. Ordenar el 100% de las partes	1. Servicio de Manten. 2. Prod TL	1. Hoy (Lun) 2. hasta que el problema este bajo control. Reducir verificación como sea posible	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //
Mantenimiento	Mantenimiento interno la generación del problema como lo solicita el memo	1. Programa semanalmente reuniones con producción y mantenimiento para discutir problemas	1. Líder del equipo de prod	1. acordar el formato de reuniones	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //	1. // 2. //
Costo												

Progreso 32%

Diapositiva 8

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### 3a. Planear y Ejecutar

**BARRICK**

Desarrollar un **Plan de Acción** para la implementar las soluciones.

¿Qué es un Plan de Acción?	¿Qué hace un Plan de Acción?
Es una muestra de las acciones que serán ejecutadas y sus interdependencias .	Define un estándar provisional.
Es una respuesta a los 3 preguntas de una implementación: ¿Qué? ¿Quién? y ¿Cuándo?	Asegura que ha pensado en todo lo que tiene que suceder.
Es una documentación de todas las reuniones, aprobaciones necesarias, horarios, etc.	Comunica el estatus del proyecto y los avances
Es fácil de actualizar y mantener vigente	Asegura la responsabilidad y transparencia

Progreso 36%

Diapositiva 9

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Definir Hitos para el Plan

**BARRICK**

**Malos Hitos:**

Concretar la reunión con Smith sobre el cargo de las bolas.

Planificar los hitos clave para reflejar los mayores logros en la implementación.

Los hitos deben estar basados en productos finales específicos que indiquen un avance real hacia la implementación total. Con logros específicos, será evidente cuando se habrá alcanzado el hito.

Definir claramente las responsabilidades para cada hito. Los líderes del proyecto son responsables por alcanzar los hitos a tiempo y dentro del presupuesto.

**Buenos Hitos:**

Consenso final para lograr un óptimo cargo de las bolas en 12%

Progreso 40%

Diapositiva 10

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Sair

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Hacer el Plan de Implementación

**BARRICK**

Use un Carta Gantt, una Hoja de Control de Objetivos de Barrick, o un método similar para completar y mapear los detalles de tiempo de cada tarea que tenga que ser ejecutada.

Si están disponibles los recursos y si es posible para las tareas que se están considerando, trabajélas en paralelo a fin de reducir la duración total de la implementación.

Tareas	Nombres	Martin 23 de Enero, 1 AM
		0 15 30 45
Despertar	Recepción	
Bañarse	Yo	
Prepararse	Yo	
Verificar	Yo	
Preñarse	Yo	
Sair a trabajar	Yo	
Dirigirse a desayunar	Yo	
Preparar desayuno	Café/Milk	
Tomar desayuno	Yo	
Dirigirse a trabajar	Yo	
Llegar al trabajo	Yo	

Progreso 44%

Diapositiva 11

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%



https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Elementos del Plan de Acción

Inserte cada elemento correcto en el área de la derecha.

Como una revisión, ¿Cuál de los siguientes elementos pertenece al Plan de Acción?

- ¿Qué tareas se deben hacer?
- ¿Quién hará la tarea?
- ¿Cuándo se terminarán las tareas?
- Fechas de cumplimiento de los hitos
- NA - El plan de acción debe ser tan preciso como sea posible

Enviar Restablecer Mostrame

Progreso 48%

Diapositiva 12

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### 3b. Evaluar Resultados

#### Seguimiento del Estatus



- Problemas Mayores**  
(Fecha de entrega comprometida)
- Problemas Menores**  
(atrasado pero recuperable)
- En cronograma**

Como parte de la implementación, debemos tener un proceso de seguimiento continuo:

- Respalde el paso "HACER" del ciclo de mejora
- Asegure el logro de los resultados y corrija las desviaciones en relación al plan
- Ayude a priorizar los recursos cuando sea necesario
- Ayude a crear una cultura del seguimiento de los planes de acción

Progreso 52%

Diapositiva 13

Sonido activado

Volver Siguiente

Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%



https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Reuniones Semanales para Revisión de Avances del Equipo

Los siguientes elementos deben ser parte de la agenda para las revisiones semanales de los avances del equipo:

- Revisar el desempeño: Identificar las causas principales lo que están funcionando bien y de lo que no está funcionando bien.
- Revisar los planes de acción: ¿Hicimos lo que prometimos que se iba a hacer para ese periodo? ¿Estamos dentro del cronograma?
- Discutir todas las acciones de mejora requeridas: Pónganse de acuerdo respecto a las revisiones de los planes de acción incluyendo cambios en las acciones para las ideas existentes y cualquier necesidad adicional para solucionar el problema.

Progreso 64%

Diapositiva 16

Sonido activado

Volver Siguiendo

Done

Trusted sites | Protected Mode: Off

90%

https://barrick-gold.plataeu.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Revisiones Mensuales

#### Usar la Hoja de Control de Objetivos para la revisión mensual

1. Presentar la Hoja de Control de Objetivos actualizada en la reunión de revisión mensual.

2. Revisar el rendimiento actual vs la meta.

3. Revisar el progreso de los proyectos planificados. Decidir actividades adicionales o ajustar los pasos de acción detallados.

Progreso 68%

Diapositiva 17

Sonido activado

Volver Siguiendo

Done

Trusted sites | Protected Mode: Off

90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### Mejores Prácticas en el Plan de Seguimiento

Mejores prácticas que ayudarán a una evaluación efectivo de los resultados:

Mejor Práctica	Trampas Comunes
El seguimiento de los hitos provee una temprana advertencia de las posibles demoras y para remover barreras.	Los problemas no fueron discutidos hasta que ocurrieron
Las reuniones deben esta focalizadas en identificar y resolver problemas de implementación – "¿Que vamos a hacer respecto a esto?"	Focalizarse en asignar culpables (5 quiénes vs 5 porqués), podrían causar que las personas oculten los temas hasta que se conviertan en críticos
Celebrar victorias y primeros éxitos frecuentemente	Los triunfos no se celebraron y los esfuerzos de mejora pierden energía.

Esta fase es crítica. Si no logramos el efecto deseado, el proyecto habrá sido peor que una simple pérdida de tiempo, dado que reiniciar después de una mentalidad "lo intenté una vez - no funcionó" es difícil.  
Trabaje para crear una cultura de disciplina "Nosotros hacemos lo que nos comprometemos, y eliminamos los problemas rápidamente"

Progreso 72% Diapositiva 18 Sonido activado

Volver Siguiente


Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

### 3c. Estandarizar



Después de completar una implementación exitosa, tómese un tiempo para analizar otros procesos que se beneficiarían con las mismas aplicaciones. Cuando haya disponibilidad de recursos, actualice también esos procesos.

Logre la aceptación y la aprobación de los estándares de parte de las personas interesadas del área en involucrada.

Incorpore los métodos de control para los nuevos estándares. Especificando claramente como se debe realizar el control (Qué, Cómo, Cuándo, Quién, y Dónde).

Progreso 76% Diapositiva 19 Sonido activado

Volver Siguiente



Done Trusted sites | Protected Mode: Off 90%

https://barrick-gold.plateau.com/?Course=CUSTOM&type=SCORM&url=/Metodo\_de\_Solucion\_de\_Problemas - Microsoft Internet Explorer p

Menú Salir

## Método de Solución de Problemas Paso III

Documentación



Los estándares deben llegar a formar parte de la manera de pensar y de los hábitos de los empleados, puesto que la estandarización no se refiere sólo a los procedimientos físicos. Sin embargo, éstos puede ayudar a integrar los nuevos procedimientos dentro del proceso de trabajo.

Desarrolle Procedimientos de Trabajo Estandarizado para el nuevo proceso y asegúrese que todos los que realizan ese trabajo han sido capacitados en el nuevo estándar. (Consulte los otros cursos de aprendizaje interactivo para Coach de Mejora Continua para más información sobre Trabajo Estandarizado).

Tome fotos del "Antes" y "Después". Archive los documentos de la solución de problemas para referencias futuras en caso se presente nuevamente un problema similar.

Progreso 80%

Diapositiva 20

Sonido activado

Volver Siguiente

Done

Trusted sites | Protected Mode: Off

90%