



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**APLICACIÓN DE LEAN MANAGEMENT EN UNA MINA RAJO ABIERTO
DIVISION EL TENIENTE – CODELCO CHILE**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN
GESTIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS**

CRISTIAN ENRIQUE VILLARROEL VALLE

**PROFESOR GUÍA
IVÁN BRAGA CALDERÓN**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN
JUAN PABLO ZANLUNGO MATSUHIRO
LUIS ZAVIEZO SCHWARTZMAN**

**SANTIAGO DE CHILE
2015**

1.0.- RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo muestra la implementación de la metodología LEAN, como una forma de gestión, aplicada a resolver la problemática de aumento de Utilización Efectiva de los Camiones de Extracción (CAEX), de Mina Rajo Sur, que posee costos de extracción mayores a la industria. Dicho proceso de Transporte representa del orden del 40% al 60% de los Costos Mina Rajo, y cualquier mejora, influye directamente en el costo C0 de División El Teniente.

La aplicación LEAN, con iniciativas de organizar, controlar y estandarizar procesos como el Sistema de Despacho Jigsaw, que mejoró la utilización de la asignación dinámica, como el Abastecimiento de Combustible, que significó “Cero” aumento de inversión de capital (Capex) y/o gasto operacional (Opex), aumentando las horas efectivas de los CAEX.

Los resultados obtenidos en el caso del Uso de la Asignaciones Dinámicas de los CAEX, supero el 90% de utilización de los 4 grupos de operaciones mina, y se tornó un estándar para el trabajo diario.

La disminución del porcentaje de combustible remanente, que bordeaba el 60% antes de aplicar LEAN, logró una baja entre el 20 a 25%, en base a la estandarización y reglamentación, disminuyendo las veces que un CAEX asistía a la estación de servicio, ganando horas efectivas día (disminución de las detenciones).

La implementación de un Casino en un punto estratégico de la trayectoria de los CAEX y Naves de Relevó, significó un aumento en la UEBD de 70% a 74%, logrando un aumento en la productividad de 40 ktpd a 43 ktpd. Los resultados obtenidos, dan cuenta de la importancia de la herramienta LEAN, trabajando con un equipo compuesto por Operadores, Supervisión y Dirigentes Sindicales, etc., instaurando la excelencia operacional como una forma de trabajar.

El seguimiento de los resultados en base a los Diálogos de Desempeño & Retroalimentaciones, son expuestos semanalmente a la Operación Rajo, en forma visual en pantallas LED, han logrado mantener UEBD, en base a la estandarización de los procesos.

Esto debe ser una forma de trabajar en la Administración de una Gerencia o Empresa, en que se logre transferir el valor de LEAN.....en todas las personas, en todo momento y en todo lugar.

Finalmente, si bien aún queda espacios de mejoramientos para llegar a la excelencia operacional en Rajo Sur, la organización, lo más importante, está convencida que los resultados a la fecha, encaminan a un buen logro y sobre todo superando el objetivo de este trabajo.

DEDICATORIA.

A mi amor de más arriba de las estrellas María Verónica y mis hijos Javiera,
Sebastián, Camila y María Jesús...

Por su amor, compañía y comprensión en cada desafío.....

A mis queridos Padres, Moisés y Berta...

Por su cariño, valores y esfuerzo en la vida

TABLA DE CONTENIDO

1.0.- RESUMEN EJECUTIVO	2
2.0.- INTRODUCCIÓN	6
3.0.- ANTECEDENTES DEL RAJO SUR	8
3.1.- APORTE CU FINO RAJO SUR	8
3.2.- COSTOS DE EXTRACCION RAJO	9
3.3.- EQUIPOS & DOTACION RAJO	9
4.0.- DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA DEL PROYECTO	10
4.1.- IMPLEMENTACION LEAN EN RAJO SUR PARA MEJORAR POSICION COMPETITIVA	10
5.0.- OBJETIVOS.....	13
5.1.- OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	13
5.1.1.- MEJORA DE USO DE TIEMPOS	13
5.1.2.- ESTABILIZACION DEL PROCESO DE DESPACHO MINA	14
5.1.3.- CONTROL DE PROCESOS “OBVIOS” (QUICK WINNERS)	15
5.2.- ALCANCE	15
5.3.- RESULTADOS ESPERADOS.....	15
6.0.- PLAN DE TRABAJO	16
7.0.- DESARROLLO DE LA INFORMACION Y EJECUCION PLANES DE ACCION	17
7.1.- ETAPAS DE DESARROLLO	17
7.1.1.- ANALISIS DE LA INFORMACION	17
7.1.2 MAPEO DE PROCESOS	20
7.1.3.- TALLER DE ANALISIS DE TRABAJO.....	22
7.2.- EJECUCION Y ANALISIS DE PLANES DE ACCION	23
7.2.1.- PLANES DE ACCION INMEDIATO O DE CORTO PLAZO	25
A.- MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DESPACHO JIGSAW	25
A.1.- GENERAR ESTANDARES DE TRABAJO	25
A.2.- DEFINIR ROL Y RESPONSABILIDAD	26
A.3.- CAPACITAR Y EVALUAR.....	26

A.4.- USO DE LA PROGRAMACION LINEAL	28
A.4.1.- PUESTA EN MARCHA DEL CONCEPTO “DELTA R”	29
B.- OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE EN CAEX	31
C.- IMPLEMENTACION CASINO MOVIL & SISTEMA NAVES DE RELEVO.....	34
7.2.2.- PLANES DE ACCION DE MEDIANO Y LARGO PLAZO.....	37
A.- MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE & ALIMENTACION MINERAL	37
B.- OPTIMIZACION Y FLEXIBILIDAD DE LA JORNADA DE TRABAJO.....	39
8.- ANALISIS DE RESULTADOS A LA FECHA	40
8.1.- SEGUIMIENTO & MONITOREO DE PARAMETROS CLAVES	40
9.0.- RESUMEN & CONCLUSIONES	42
10.0.- BIBLIOGRAFIA	44
11.0.- APOYOS INSTITUCIONALES	44
12.0.- ANEXOS	44

2.0.- INTRODUCCIÓN

Mientras siempre hacemos lo que siempre hicimos, siempre obtendremos lo que siempre obtuvimos.....Poema de Productividad de Mario Benedetti, poeta Uruguayo.

Los términos *Lean Production*, (traducido al castellano como *Producción Ajustada*) y *Lean Management* (*Gestión Lean*) han sido utilizados por Womack et al. (1990) para referirse a las técnicas producción de Toyota. Estas técnicas y la filosofía subyacente a ella, fueron divulgadas anteriormente en Occidente como Just-in-Time (Sugimori et al., 1977). Los principios de este enfoque son la lucha contra el despilfarro de recursos en actividades que no añaden valor para el cliente y el mayor aprovechamiento de la experiencia e Inteligencia del personal a través de la polivalencia y de la mejora continua.

Lean Management consiste en la aplicación de principios de gestión desarrollados originalmente en el sistema de producción de Toyota a las diversas organizaciones y proyectos (ver **Figura 1**). Esta muestra el efecto que tuvo el sistema de producción de Toyota sobre su capacidad competitiva y sobre sus competidores. Las organizaciones productivas y sus sistemas tradicionales de manufactura, plagados de inventarios y con un foco alejado del valor proporcionado al cliente, cedieron posiciones y utilidades, destacándose sobre la industria automotriz.

Aunque a partir de esta fecha han ocurrido una serie de eventos en el mundo (la crisis financiera del 2008, el tsunami que azoto a Japón en 2011 y la crisis de la Zona Euro) que han generado diversos cambios en el contexto económico y que se podrían relacionar con el hecho de que en el año 2012 Toyota se ubique como el tercer mayor vendedor de autos del mundo.



Fig 1

Estas crisis económicas no han evitado que el Sistema de Producción de Toyota se convierta en un estándar en su industria, copiado por sus competidores, y que además haya proporcionado a otras industrias un referente para emprender un ostensible mejoramiento de desempeño.

“El aumento de la producción y el crecimiento sostenido de los países no es posible si al mismo tiempo no hay un aumento de la productividad laboral. Chile no es la excepción y, ante los escenarios internacionales cada vez más fluctuantes, se hace necesario sentar las bases para realizar cambios profundos que nos permitan ser competitivos en el futuro”.

El Lean Management se puede aplicar a cualquier industria y al reducir los desperdicios en los procesos de producción, aumenta el valor para el cliente”, para poder aplicar esta estrategia, tan importante como tener la tecnología necesaria, es poder contar con la cultura y la gente que permita hacer los cambios necesarios. “Las tecnologías por sí solas no tienen alma, necesitan de filosofías que las orienten”.

Sin innovar en hacer las cosas distintas, en el caso de Codelco no podría mantenerse en el liderazgo de la industria del cobre a nivel mundial. El cambio de gestión es un pilar fundamental para el desarrollo de la competitividad y, con ello, maximizar los aportes para Chile.

Destacan iniciativas en las actuales operaciones y proyectos futuros, con el propósito de incrementar la seguridad laboral, la eficiencia de los procesos, la productividad de las personas y la protección medioambiental.

La industria minera en Chile enfrenta desafíos importantes para recuperar la pérdida de competitividad experimentada en los últimos años. Un aspecto fuertemente deteriorado es la productividad de la mano de obra, tercera y propia, elemento que empuja el cash cost al alza.

Métodos de trabajo que refuercen la planificación y programación operativa, el uso de estándares operacionales, la implantación de acuerdos de niveles de servicio, la gestión de desempeño a través de KPI y la mejora continua son alternativas de aplicación inmediata para enfrentar el desafío de mejorar productividad.

Promover la utilización de estos métodos de trabajo en todas las personas, en todo momento y en todo lugar es quizás el desafío mayor para los líderes de nuestra industria.....65 Convención IIMCH 2014, Innovación en la Gestión, Octavio Araneda, Vicepresidente de Operaciones Norte de Codelco Chile, quien cita y refuerza la importancia de esta metodología para el aumento de Productividad.

Por lo tanto el presente trabajo se basará en una aplicación práctica del concepto de Lean Management, una estrategia de producción que busca minimizar los “desperdicios”, donde éstos van más allá de los desechos físicos y refieren a todo

lo que “sobre” en un proceso de producción: mal uso de equipos, tiempos más largos de lo necesario, reservas de equipos de alto capital, sobreproducción, etc.

3.0.- ANTECEDENTES DEL RAJO SUR

El presente estudio consiste en la Aplicación de la Metodología de Lean Management a una Operación Minera actual de Codelco Chile, ubicada en la VI región del Libertador Bernardo O’Higgins, de División El Teniente, en su área específica de explotación Rajo Abierto. El siguiente esquema muestra la inserción del Rajo Sur en División El Teniente (DET)



3.1.- APOORTE CU FINO RAJO SUR

El Rajo Sur permite dar flexibilidad a la operación de la División el Teniente, explotando las reservas mineras ubicadas en superficie, a diferencia de su método subterráneo de Block Caving, constituyendo un plan integrado de producción, a una tasa en régimen de 20 kt/d, vida útil hasta el año 2021, con una participación del orden de los 50 kton de Cu Fino por año, representando un 12 a 14% de la Producción Total de División, que compromete sobre los 450 kton/año CuFino.

La planificación minera contempla operar 300 días por año, pero el abastecimiento de mineral a planta es de 360 días por año, para ello se cuenta con un stock pile diseñado con una capacidad aproximada de 500 kton, para permitir cubrir producción durante el período invernal.

El modelo de operación está basado en asegurar la integridad física de las personas, equipos e instalaciones maximizando la continuidad operacional de la mina Rajo Sur.

3.2.- COSTOS DE EXTRACCION RAJO

Los costos de Extracción de la tonelada de material, durante el año 2014 fueron de 4,5 US\$/ton extraída, sobre un presupuesto de 4,6 US\$/ton, siendo el costo de transporte del orden de los 1,5 a 1,8 US\$/ton, que indica el peso específico de esta operación unitaria, dentro del desarrollo de la Mina Rajo Sur.

3.3.- EQUIPOS & DOTACION RAJO

Los equipos mineros actuales que se utiliza para cada una de las Operaciones Unitarias, del Rajo Sur son:

	Equipo	Cantidad	Capacidad
Producción	Perforadoras	3	6 ½ - 9 7/8
	Camiones de Extracción	18	91 tm
	Cargadores	3	14-16 yd ³
Equipos de Apoyo	Tractor de Oruga	3	580 hp
	Tractor Neumático	1	500 hp
	Motoniveladora	2	300 hp
	Camión Aljibe	2	77000 lts



El equipo de Operación & Mantenimiento es : Propios 165, Contratistas 138 personas.

La Dotación de personal operativo alcanzan los 155 Operadores, que se distribuyen en 4 grupos productivos y un staff de apoyo, de la siguiente manera:



La importancia de la realización de este trabajo es detectar, basado en la aplicación **Lean Management**, que la operación minera tiene una serie de oportunidades en cada uno de sus procesos productivos, con la cual se generaran planes específicos para atacar dichas oportunidades, y convertirlas en mejoras al negocio actual de la Operación, aumentando los tiempos operativos, por medio de convertir aquellos tiempos de pérdidas y reservas a tiempos eficiente y productivos.

Para la Gerencia General de División el Teniente, es de vital importancia que el Área Rajo, lidere e incorpore la aplicación de esta metodología a su proceso productivo, para convertirla en una Operación de Excelencia, en la cual las practicas productivas por ejemplo, sean un estándar para las demás Divisiones.

4.0.- DESCRIPCION DE LA METODOLOGIA DEL PROYECTO

4.1.- IMPLEMENTACION LEAN EN RAJO SUR PARA MEJORAR POSICION COMPETITIVA

El significado de Lean, tienen que ver con “esbelto”, dentro de un sistema productivo significa “simple”, “ágil”, “flexible”. Como se señaló anteriormente surge en la industria automotriz japonesa post Segunda Guerra Mundial como un sistema fundamentalmente más eficiente que la producción en masa. El origen de la terminología “Lean Managament o Manufacturing, se conoce por primera vez en el libro “La máquina que cambio el mundo” (The machine that changed the World) de James P. Womack, best seller de 1990 en el que documenta en detalle gran cantidad de herramientas que se usan hoy en día por aquellas compañías que trabajan usando los principio de Lean.

El pensamiento Lean es un proceso dinámico, en el cual todas las personas en una empresa eliminan de manera continua, ordenada y sistemática los desperdicios y crean valor para su proceso. *Es disciplina y cumplimiento de estándares.* Es además, dar poder (empowerment) a los trabajadores para que

puedan resolver con mayor rapidez y máximo grado de efectividad dada su experiencia en la “línea de fuego”.

El **Anexo 1**, muestra el flujo de actividades y su interacción con los desperdicios, como también las diferentes pérdidas de un proceso productivo. Además incluye las herramientas que considera Lean, para la detección de las pérdidas.

La Herramienta resultante que se utilizara en el presente trabajo, será **OEE** (Overall Equipment Effectiveness, **Eficacia Total del Equipo**) y una mirada a la OPE (Overall Performance Effectiveness, **Eficacia Total de las Personas**).

Eficacia Total del Equipo

Es una herramienta que permite analizar el tiempo efectivo de utilización de las máquinas o sistemas técnicos, con lo cual se puede obtener el nivel de eficiencia de su uso.

Se funda en el hecho de que las máquinas son diseñadas sobre la base de una cierta capacidad de producción, aunque en la práctica, por diferentes razones, la producción siempre es menor a dicha capacidad.

El **OEE** considera las principales fuentes de pérdida de eficiencia y las posiciona en categorías para monitorear y mejorar el desempeño de manera más fácil y estructurada.

En la **Figura 2**, se puede apreciar la estructura general de una OEE:

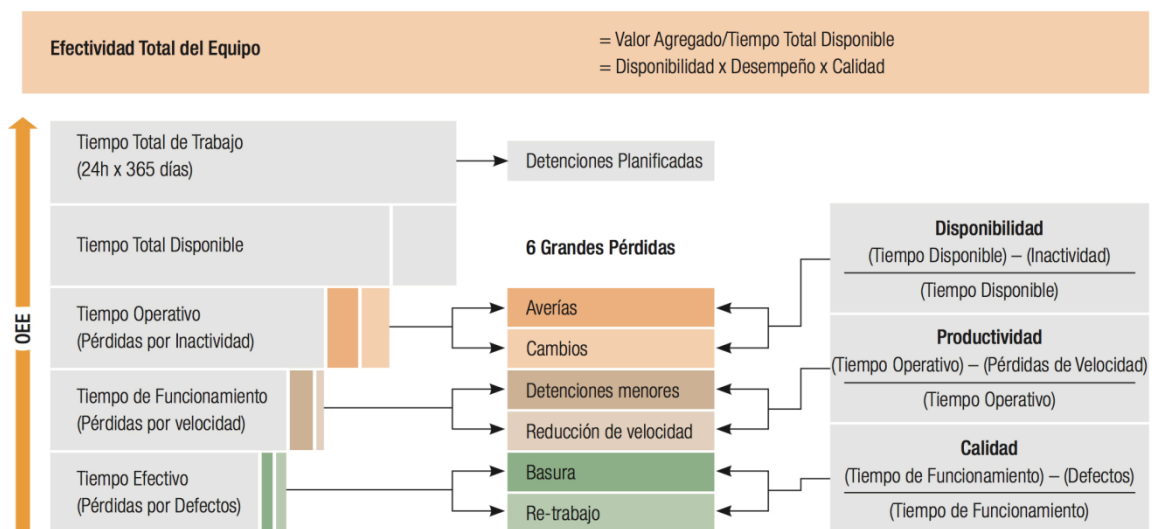


Fig 2

Al observar la **Figura 2**, que muestra la formulación de la Eficacia Total del equipo, en el cual el Tiempo Cronológico o Total de Trabajo (24 hr x 365 días), se

puede subdividir en 4 estados de tiempos, siendo el diferencial entre ellos, desde las Detenciones Planificadas y 6 principales fuentes de pérdida de eficiencia en un determinado equipo, (Averías, Cambios, Detenciones menores, Reducción de velocidad, Re-trabajo y Basura) que generan una disminución de los 3 parámetros fundamentales para la producción industrial, disponibilidad, productividad y calidad, siendo el producto de estos la resultante del cálculo de **Efectividad Total del Equipo**. Es por ello la importancia de disminuir las 6 grandes pérdidas mencionadas, para aumentar los tiempos efectivos.

En la **Figura 3** se muestra un ejemplo de cálculo de un OEE donde se señala la diferencia entre el tiempo total disponible y el tiempo efectivo real:

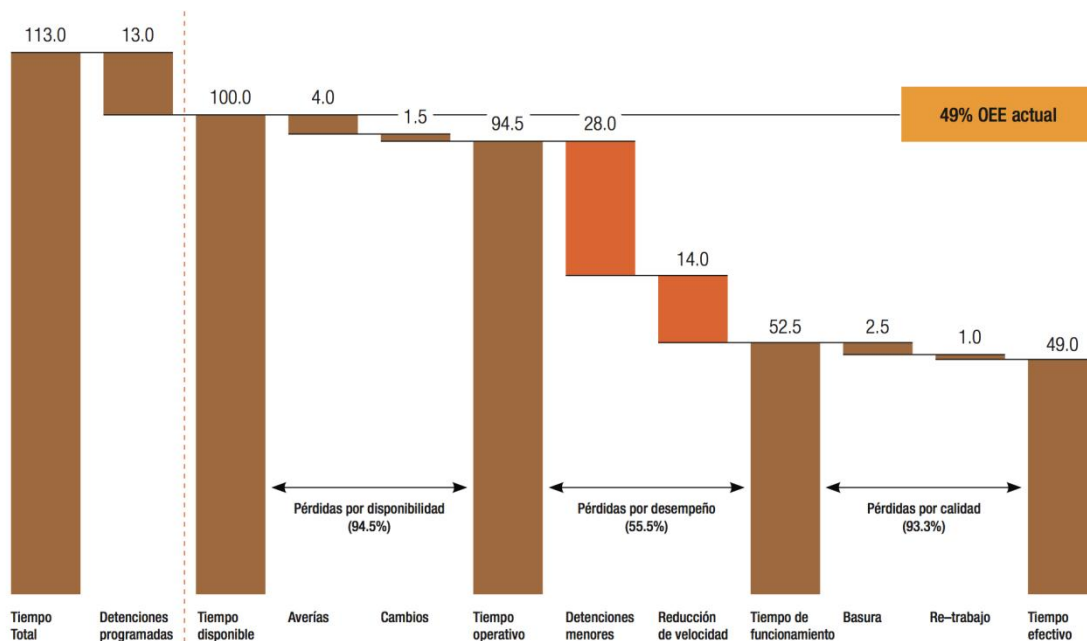


Fig 3

Este tipo de herramienta también puede ser utilizada para analizar la eficiencia de las actividades humanas, lo que permite identificar qué porcentaje del tiempo dedicado al trabajo efectivamente aporta valor en la cadena de producción. Si se analiza la eficiencia del trabajo manual, la herramienta recibe el nombre Overall Process Efficiency (OPE).

Las empresas líderes en productividad y que implementan metodología LEAN, que es como se quiere trabajar en Rajo Sur, tienen en común 4 características en su forma de trabajar:

- Trabajo según estándares operacionales que minimizan el desperdicio
- Los niveles de adherencia a los estándares son muy altos (>90%) a todos los niveles de la organización
- Cada empleado participa en la mejora continua de los estándares (más valor al cliente, menos desperdicio)

- El desarrollo de las capacidades de cada colaborador es una parte fundamental del rol de cada líder

5.0.- OBJETIVOS

Desarrollar metodología Lean Management a la Operación Rajo de DET, para cimentar el camino a una Operación de excelencia, en base a disminuir los tiempos no operacionales y/o perdidas, o bien una optimización de estos, y lograr altos niveles de productividad sobre lo proyectado, logrando detectar aquellos (as) actividades que no agregan valor, o bien ver alternativas distintas de realización, captando un valor distinto a lo realizado siempre.

Además de alinear a la organización con sus desafíos de gestión para cada una de sus actividades actuales.

5.1.- OBJETIVOS ESPECÍFICO

Desarrollar y detectar oportunidades de mejoras por medio de la aplicación de la metodología LEAN Management, trabajando con el equipo humano de la Gerencia Rajo, con énfasis en las operaciones unitarias de Carguio & Transporte, que representan alrededor del 60% del Costo Rajo, donde cualquier impacto de mejora en la productividad, se relacionara directamente.

Revisión del impacto de la productividad, al mejorar y optimizar tiempos operacionales, con la idea de aumentar la Utilización Operativa (Sobre los tiempos de Reserva) y Utilización efectiva (Sobre los tiempos de demora en base Disponible o UEBD), en base al concepto actual de autorización de la jornada de trabajo y una posible mejora.

Difundir información de compromisos de la gerencia e identificar los desafíos de gestión, cuellos de botellas, brechas y finalmente recoger y comprometer aportes de participantes para el cumplimiento de compromisos de la gerencia y de sus propios procesos.

5.1.1.- MEJORA DE USO DE TIEMPOS

Los tiempos a estudiar se describen según la norma ASARCO (American Smelting & Refining Co.) que es el marco de referencia utilizado para la definición de conceptos y distribución de los tiempos en que el equipo incurre durante la operación, definidos por la Gerencia Rajo:



Dichos estados de tiempos, poseen sub clasificaciones, que sumado cada una de ellos, corresponde al total del estado, el objetivo es medir y mejorar las sub clasificaciones con acciones concretas para su disminución, si es que existe brecha.

5.1.2.- ESTABILIZACION DEL PROCESO DE DESPACHO MINA

El objetivo de la estabilización se refiere a utilizar en forma eficiente y eficaz el sistema actual de despacho de Carguio & Transporte (Sistema Jigsaw), donde un pilar fundamental es capacitar y elevar el conocimiento del personal que opera el sistema de despacho Mina (ej. Aumento y aplicación de Asignación Dinámica de los equipos de Carguio & Transporte), como también estandarizar cada una de las etapas dentro de la lógica de la Operación de despacho de equipos, desde el Inicio de turno hasta fin de turno (ej. Chequeo de las rutas y actualización, condiciones de borde para el uso de la programación lineal, etc).

5.1.3.- CONTROL DE PROCESOS “OBVIOS” (QUICK WINNERS)

El objetivo es detectar aquellos procesos que son inmediatos de ganar oportunidades, y medir estas en base a una matriz de impacto e implementación, que va desde menor a mayor grado, que significa mover el Negocio actual, tomando aquellas ideas o acciones de un impacto grande e implementación rápida.

5.2.- ALCANCE

Los alcances del presente trabajo están en instaurar en la Operación Rajo Sur de DET, la metodología Lean Management, como una forma de realizar las actividades diarias, detectando con equipos de trabajo aquellas oportunidades, para aumentar la productividad y optimización de los recursos, y así convertirse en una faena Excelencia Operacional.

Para ello el trabajo se enfocará en la información real de los tiempos operacionales, que será la base de análisis para la incorporación de la Metodología Lean.

La aplicación Lean a la Operación Rajo, tendrá una duración de implementación de aproximadamente de 3 a 4 meses en el Área de Operación Rajo, que se incorporara al proyecto transformación de División Teniente.

5.3.- RESULTADOS ESPERADOS

Se espera que la incorporación de la metodología Lean Management, al proceso productivo rajo Sur, logre mejorar la Utilización y Productividad de los equipos Mina, en al menos un 5% más, lo que significa un camión de extracción trabajando a rodando a costo cero, con el solo hecho de mejorar los tiempos operacionales, disminuyendo las pérdidas propias del sistema.

El efecto de optimizar la flota de Carguio & Transporte, y elevar del orden de 5% la Utilización, significa que ganas un CAEX (Camión de Extracción), es decir, lo puedes detener y se obtendrá idéntica producción con la flota restante. Este concepto se evaluó durante el mes de Noviembre con buenos resultados.

El **Anexo 2**, muestra un ejemplo del efecto del Cumplimiento del objetivo de aumentar la Utilización en un 5%.

6.0.- PLAN DE TRABAJO

El Plan de Trabajo está basado en la forma que Lean Management considera cualquier Proceso Productivo, que estará dado en los siguientes pasos:

- ✓ **Análisis de la información:** Cuantificar oportunidades a partir del análisis de Base de Datos Jigsaw.
- ✓ **Mapeo de Procesos:** Identificar, en terreno y turnos, actividades de los procesos del carguío y transporte y cuantificar su impacto respecto al producto requerido. Permite detectar oportunidades.
- ✓ **Taller de Análisis:** Identificar planes de acción y priorización. Considera la participación de supervisión y trabajadores de procesos directos y de apoyo
- ✓ **Ejecución del Plan:** Desarrollo e implementación de Estándares, DD, CP, ACR, DP
Nota: (1) Siglas: DD = Dialogo de Desempeño; CP = Control de Proceso; ACR = Análisis Causa-Raíz; DP = Desarrollo de Personal
- ✓ **Seguimiento:** Apoyo a la implementación de cada una de la acciones y planes de acción a realizar.
- ✓ **Control de Avance:** Revisión de sustentabilidad de las acciones implementadas

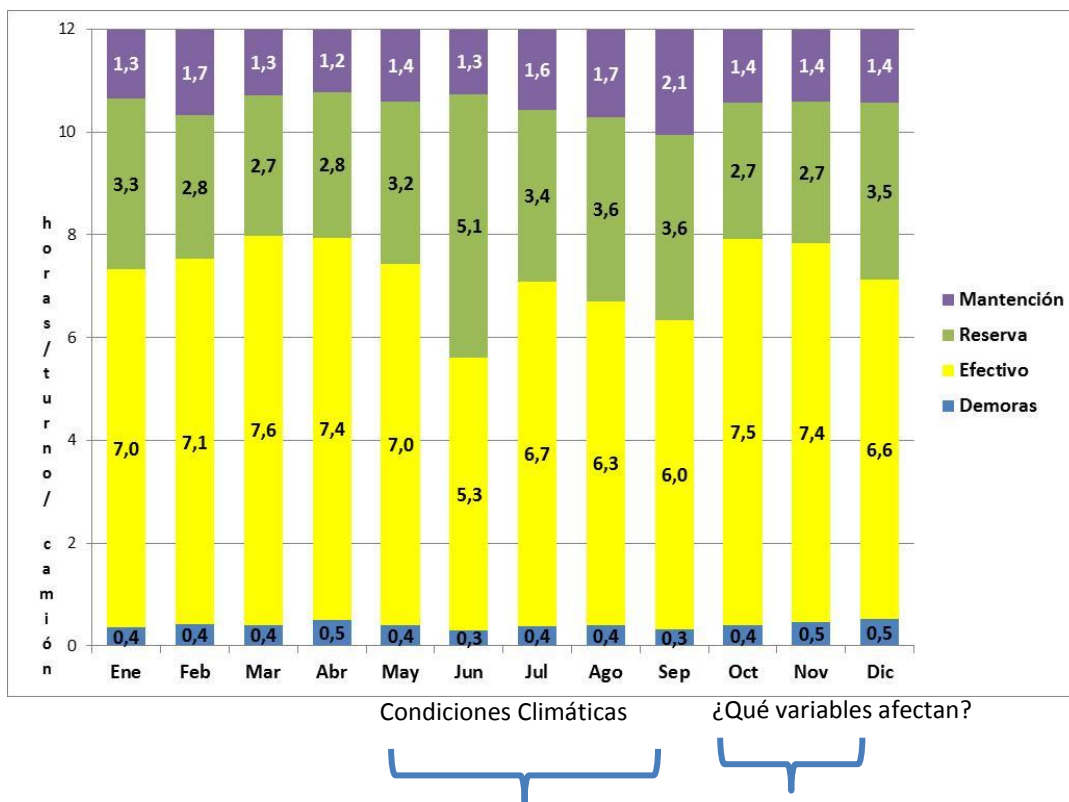
La siguiente Carta Gantt recoge en gran medida la incorporación de la Metodología Lean Management en la Operación Rajo Sur de División El Teniente.

		PLAN DE ACCION																										
		SEPTIEMBRE						OCTUBRE														Dic						
Actividad	Descripción	Ma	Mi	Ju	Vi	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Ma	Mi	
		23	24	25	26	29	30	1	2	3	6	7	8	9	10	13	14	15	16	17	20	21	22	23	24	9	10	
Reunión inicial	Ratificación de objetivos, metodologías y productos	X																										
Análisis Información (6 meses Jigsaw)	Cuantificar oportunidades a partir del análisis de BD Jigsaw		X	X	X	X	X																					
Mapeo de Procesos	Identificar, en terreno y turnos, actividades de los procesos del carguío y transporte y cuantificar su impacto respecto al producto requerido. Permite detectar oportunidades							X	X	X	X	X	X	X	X													
Taller para Análisis de información obtenida	Identificar planes de acción y priorización. Considera la participación de supervisión y trabajadores de procesos directos y de apoyo																	X										
Consolidación Análisis																		X	X									
Ejecución de Plan (1)	Desarrollo e implementación de Estándares, DD, CP, ACR, DP																			X	X	X	X	X	X			
Seguimiento	Apoyo a la implementación																								X	X	X	X
Control de avance	Revisión de sustentabilidad de las acciones implementadas																									X	X	

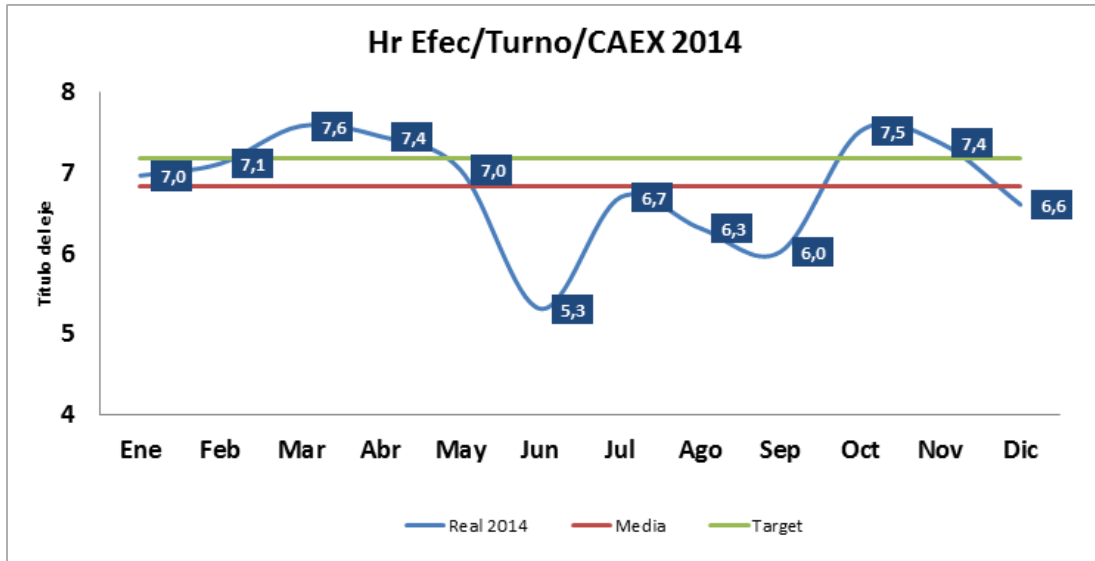
Los Indicadores analizados fueron:

- **Uso de las horas del turno**
- **Rendimiento por hora (Mov Total y Alimentación Piques)**
- **Principales Reservas**
- **Principales Demoras**
- **OPE (A partir del seguimiento de 11 turnos por la DEO, que es la Eficacia Total de las Personas)**
- **OEE (Periodo 2014)**
- **Chequeo “Terreno vs Jigsaw”**

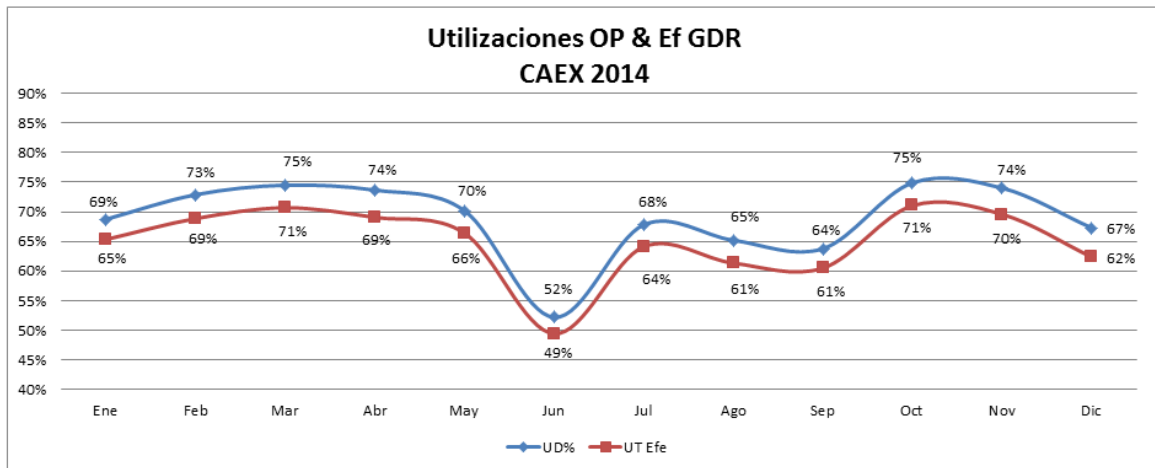
Se muestra a continuación el Uso de las horas del turno (hrs / turno) de los CAEX en el periodo señalado:



La función objetivo a Optimizar será el tiempo Efectivo sobre el tiempo Disponible (Barra Amarilla). Existe un quiebre dentro del análisis de la Tesis a partir de **Diciembre 2014**, donde se exige cumplir los horarios establecido por parte de la Inspección del trabajo de Mayo 2012, por parte de la Dirigencia Sindical. Esto significó una pérdida de 0,8 a 1,0 hr/turno/Camión de perdida por efecto del cumplimiento de la normativa.



La resultante de la Utilización Operativa & Efectiva de la flota CAEX es :

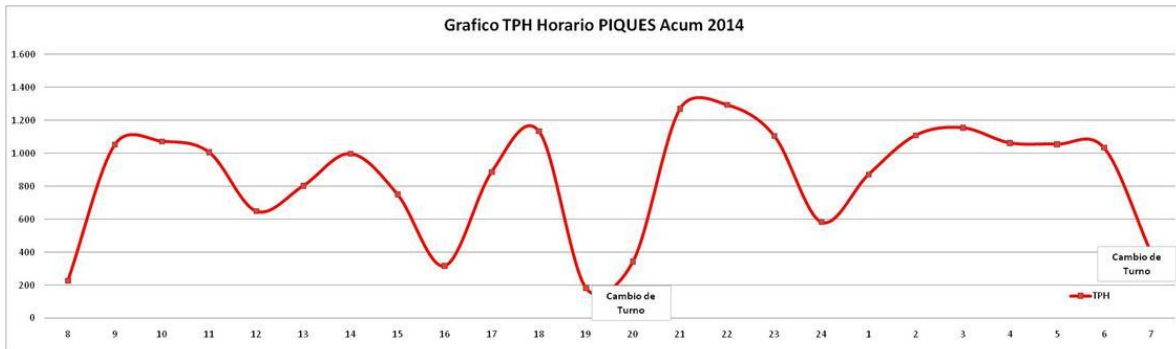


A continuación se muestra el comportamiento del **Rendimiento Horario del Movimiento Mina**, realizados por los equipos CAEX durante las 24 hrs del día en promedio durante el 2014:



El grafico anterior se denomina la “Gaviota de la Producción”, en la cual se evidencia notoriamente las bajas de producción en los horarios de “**Cambio de Turno**” (08:00 hr & 20:00 hr). Actualmente la operación Rajo Sur trabaja en horario de 12 horas en turnos 4x4.

El siguiente grafico se muestra el rendimiento Horario de la Alimentación de Mineral a los Piques, con destino a Planta Sewell y Colon, con una variabilidad mayor al anterior.

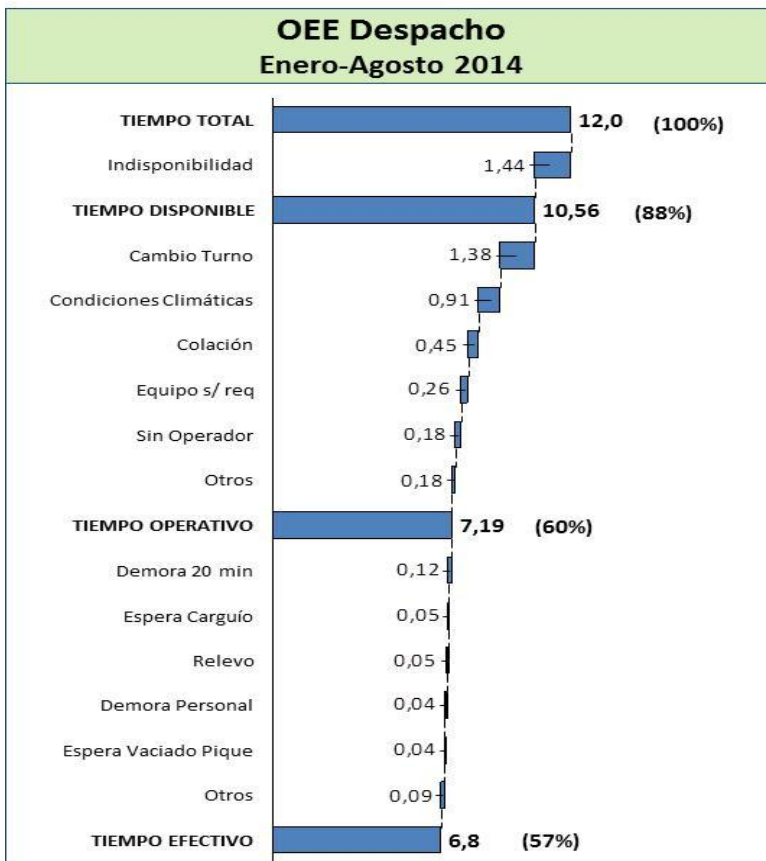


La variabilidad se debe a que los procesos aguas abajo de la alimentación se encuentran en horarios distintos de producción (ej. Ferrocarril TT5 trabaja en periodos de 8 hr, con 3 cambios de turnos en los 24 hr del día).

Existen oportunidades en trabajar en la variabilidad de estos procesos, que provocan perdidas de tiempos, con la consecuencia disminución de la Producción, debido a condiciones estructurales de la gestión, entre áreas distintas.

7.1.2.- MAPEO DE PROCESOS

Se ha obtenido los resultados de la **OEE** de los equipos de TRANSPORTE (**Eficiencia Total del Equipo**), del periodo enero a agosto 2014 (Base de datos Jigsaw).



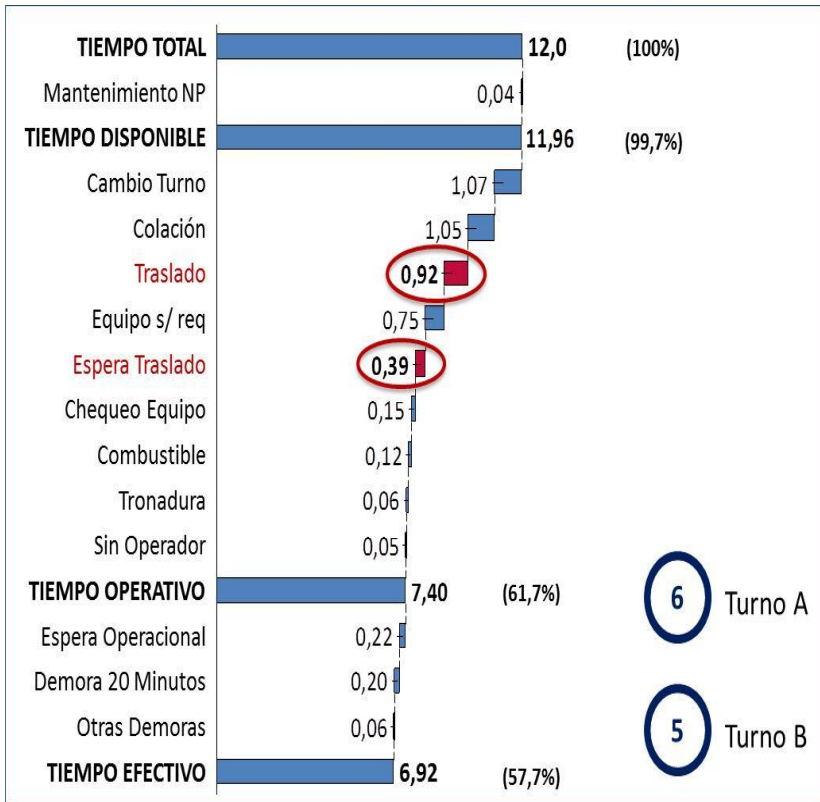
Este arroja que de las 12 horas nominales del turno productivo actual, **7,19 hr son Operativas**, con un efecto de las condiciones Climáticas (No es controlable o gestionable), siendo el impacto relevante, las siguientes reservas:

- ✓ Cambio de Turno
- ✓ Colación
- ✓ Equipo Sin Requerimiento
- ✓ Sin Operador
- ✓ Otros

Por otro lado se obtiene **6,8 hr Efectivas** de las 12 hr nominales, siendo impactada por:

- ✓ Demora 20 min
- ✓ Espera de Carguio
- ✓ Relevos
- ✓ Demoras Personales
- ✓ Espera de vaciado Piques

El siguiente cuadro muestra la **OPE** (Eficiencia Total de las Personas) en base a la evaluación realizada en terreno por el personal del Rajo:



El **Anexo 3** muestra un Mapeo de Proceso en detalle de “Cambio de Turno (Inicio de Turno) y la Colación. Además muestra los diferentes Pareto de las Reservas y Demoras de los equipos de Carguío & Transporte.

7.1.3.- TALLER DE ANALISIS DE TRABAJO

Se realiza según carta Gantt de actividades, el taller de trabajo y análisis de la información con un equipo compuesto por trabajadores de los diferentes Grupos Rajo, Dirigentes Sindicales (DDSS), Recurso Humano (RRHH) y Personal de la Dirección de Excelencia Operacional (DEO).

El objetivo principal fue involucrar a Operadores y a la primera línea, en conceptos de **“Excelencia Operacional”** con una participación por sobre las 24 personas.

Se presentó la metodología Lean, se realizó un ejercicio práctico y los resultados de los análisis estadísticos y de terreno; luego se procedió a una tormenta de ideas, dónde se levantaron oportunidades de mejora en cada una de las etapas del proceso de producción.

Se formaron 4 grupos y cada uno de ellos analizó un conjunto de etapas, dónde consolidaban las ideas más relevantes y luego se exponían los beneficios/desventajas de cada idea.

En las discusiones generales y de grupo, las palabras mejoramiento, estándares, disciplina operacional, aseo, fueron constantes.

RESUMEN DE LA JORNADA

La participación general fue sobresaliente, se estima que cerca del 90% de los participantes se involucraron en los análisis, comentarios y generación de ideas, en base a una encuesta de satisfacción de las expectativas del inicio de la Jornada.

En opinión de la Dirección de Excelencia Operacional y Mina Rajo, la jornada fue evaluada con nota 6 en una escala de 1-7. Se crearon cerca de 60 ideas de distintas etapas del proceso.

Con todas las oportunidades levantadas, se clasifico según su facilidad de Implementación/Impacto, para posteriormente accionar un plan de trabajo con estas.

En el **Anexo 4**, muestra por medio de fotografía el trabajo de Lean, realizado con personal del rajo sur, que representaron cada uno de ellos una muestra relevante del total de la dotación. Además se observa la forma de comunicación interna de la División el Teniente, del trabajo realizado en la Gerencia Rajo.

7.2.- EJECUCION Y ANALISIS DE PLANES DE ACCION

Una vez analizada el 100% de la información recopilada del capítulo 7.1, en la cual permitió la base del trabajo grupal, encontrando oportunidades y brechas, en los diferentes estados y sub clasificaciones (ej. reservas de cambio de turno, abastecimiento de petróleo, etc) de los tiempos operativos, pérdidas operacionales, y que fue posible separar en acciones de corto plazo o inmediata de realización (Alto Impacto y Baja Implementación), como también acciones de mediano a largo plazo, de impacto y implementación alta.

La **Figura 4** muestra la matriz de clasificación de Impacto vs Implementación, utilizada para cada una de las acciones que se encontraron en el taller de trabajo Lean:



Fig 4

La **Figura 5**, muestra los Planes de Acción y su respectiva clasificación, según nivel de implementación e Impacto. Se obtienen del orden de 47 Planes, que son el resultante del Taller de Análisis de Trabajo.

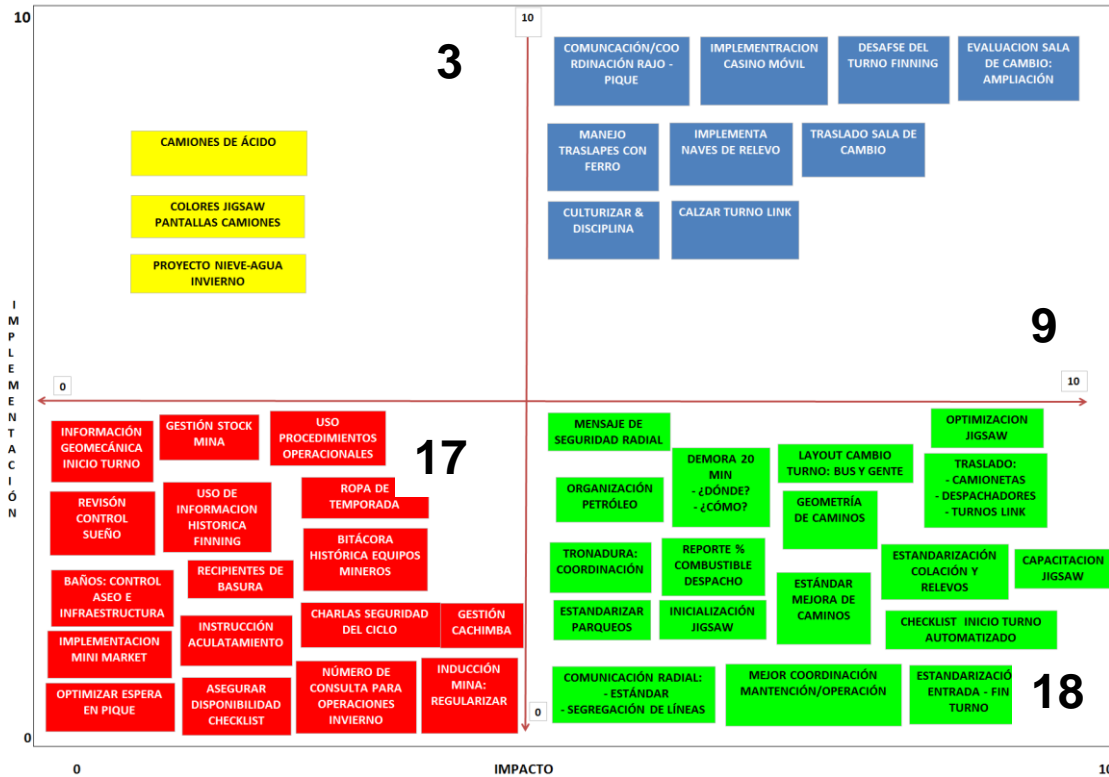


Fig 5

La resultante de esta matriz, para el logro de los objetivos trazados, fue concentrarse en el cuadrante VERDE (Alto impacto & Baja implementación), con lo cual se señala a continuación los planes seleccionados:

7.2.1.- PLANES DE ACCION INMEDIATO O DE CORTO PLAZO







A continuación se muestran los desarrollos de los Planes de Corto Plazo, con Alto Impacto y Baja implementación:

A.- MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DESPACHO JIGSAW

El mejoramiento del sistema del despacho se realizó a partir de 4 palancas de gestión:

A.1.- GENERAR ESTANDARES DE TRABAJO

La creación de estándares de trabajo, reglas, guías o características, se realizan *para que se usen repetidamente*, es por ello que las mejores prácticas son esenciales para obtener un buen desempeño y asegurar que todos lo hagan de la misma forma. En este contexto, para mejorar el sistema del Despacho, se realizó un checklist que indica todas las actividades imprescindibles que se deben realizar al inicio – durante – fin de turno para mejorar la gestión del despacho. Si bien los despachadores están sometidos a la contingencia diaria, la adherencia al checklist permite, al menos, asegurar que las tareas críticas sean ejecutadas (Ver Anexo 1 : Check List de Actividades Despacho Rajo). La imagen que se puede ver a continuación muestra las actividades del checklist.











Despacho – Estándar Inicio de Turno	
1. Verificar Estado de Equipos	
2. Revisar Estado de Destinos y Zonas de Carga	
3. Revisar Rutas	
4. Configurar Parámetros Equipos de Carguío	
5. Configurar Restricciones	
6. Cargar Mallas en Perforadoras	

Ahora bien, para que los estándares sirvan deben realizarse y de la forma correcta. Luego es fundamental hacer seguimiento y control de la realización de estos y así poder medir adherencia. Para ello, se generó la siguiente planilla que busca detectar por despachador no solo si durante el turno pudo o no hacer la actividad que indicaba el checklist, sino también si es que las actividades que describe el checklist son entendidas por todos o si existen algunas actividades que

en general son más difíciles de realizar. La siguiente imagen muestra el resultado de la adherencia al checklist de un despachador.




Seguimiento Checklist Formato D.D

Toda la información anterior se busca reducir a un formato como el que se ve

Grupos	Cumplimiento Checklist	Meta	Adherencia	Checklist último mes	Adherencia
G1	62%	90%		51%	
G2	96%	90%		52%	
G3	38%	90%		33%	
G4	97%	90%		74%	
General	73%	90%		54%	

Valores no reales

Los colores de las pelotas son según porcentajes de adherencia. Deben ser fijados por ustedes mismos.

-  85%-100% alcance meta
-  70-85% alcance meta
-  0-70% alcance meta

Copyright © 2014 CODELCO-CHILE. Todos los Derechos Reservados. | Copyright © 2014 by CODELCO-CHILE. All Rights Reserved.

Es fundamental ser sistemático en la revisión de estos indicadores, porque si se falla en la revisión de estos, se pierde el hábito y generalmente el estándar termina por dejar de hacerse.

A.2.- DEFINIR ROL Y RESPONSABILIDAD

Otra de las palancas para optimizar la gestión del despacho fue la definición de los roles y responsabilidades al interior de la mina Rajo Sur, pero en particular de todas aquellas personas que directa o indirectamente interactuarán con el despacho.

El objetivo de esto es dejar en claro el trabajo que le corresponde a cada persona según su cargo para así poder desocupar de tareas innecesarias a ciertas personas. En particular esto ayudaría al despachador a que se enfocara ciento por ciento a lo que su trabajo respecta.

El **Anexo 5** muestra el desglose de las actividades según cargo. Cabe destacar que estos roles y responsabilidades necesitaron ser difundidas y aclaradas a las personas aludidas.

A.3.- CAPACITAR Y EVALUAR

Intentar mejorar un sistema que está manejado por personas requiere capacitación y perfeccionamiento constante de estas. Para ello, se realizó una jornada con todos los despachadores de los distintos turnos, en donde se

mostraron los conceptos básicos de *Lean Management* junto con una serie de indicadores que reflejaban todo la importancia que significaban ellos para el correcto funcionamiento de la mina.

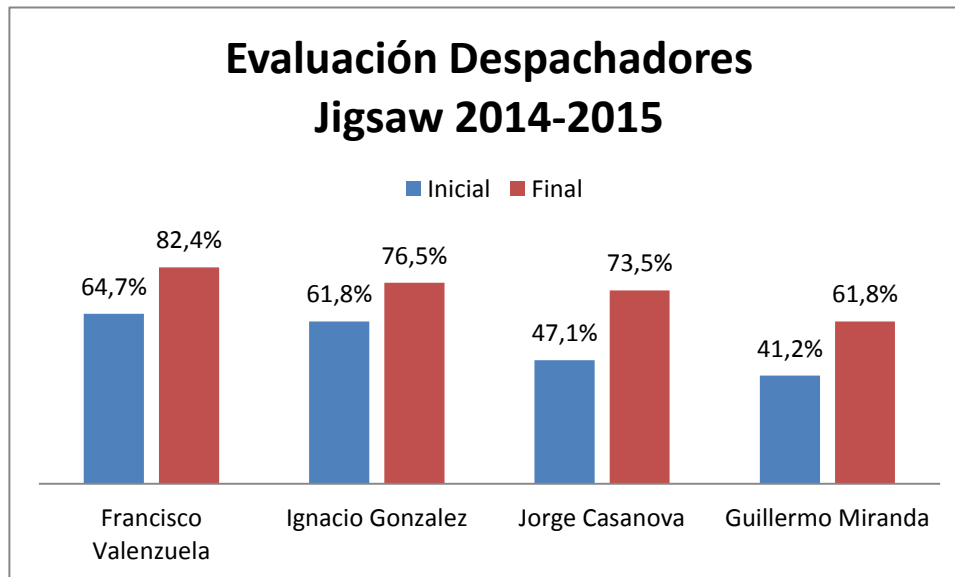
Además, se dio cuenta de lo necesario que era seguir perfeccionándolos tanto en herramientas de gestión como en el conocimiento de actividades específicas de su tarea. Para ello, en conjunto con personas a cargo del software del despacho, se realizaron capacitaciones a cada uno de los despachadores.

Lo que se buscaba con la capacitación, realizada junto con la empresa LEIKA, los siguientes objetivos generales:

- Comprensión del sistema Jmineops en forma conceptual
- Asimilación del manejo en cuanto a ciclos y reportabilidad del sistema
- Comprensión de posibles fallas en el sistema asociadas con la operación, como su corrección.

En total se capacitaron a 4 despachadores, finalizando con un examen teórico el cual abarcaba de manera consistente tanto áreas de verificación como de operación y propias del despacho. Producto de esta evaluación, el promedio de aprobación fue sobre el 60% para todos los despachadores, sin embargo en general se notaron falencias que podían ser mejoradas.

Producto de esta brecha se realizaron los checklist antes mencionados, que pretenden ver cómo sigue el desarrollo de los despachadores. La siguiente figura muestra cómo han sido las evaluaciones de los despachadores iniciales y finales.



Si bien, las evaluaciones han mejorado esta tarea aún dista de estar terminada, pues uno de los pilares fundamentales de la filosofía Lean es el mejoramiento

continuo, y dado el rol del despacho, se necesita constantemente seguir capacitando y perfeccionando esta tarea

A.4.- USO DE LA PROGRAMACION LINEAL

El uso correcto e íntegro del programa de Despacho Jigsaw es fundamental para la eficiente asignación de equipos y recursos en el sistema. Una forma con la que se puede asegurar que esto ocurra es a través del uso de la Programación Lineal, pues permite, en base a un algoritmo de optimización y según una serie de indicadores tales como velocidad, posición, pendiente, la asignación eficiente de los equipos, prioridad de carguío, etc. La **Figura 6** muestra las ganancias de utilización efectiva que se obtiene a partir de la implementación correcta de un software de despacho.



Fig 6

Ahora bien para el caso de la mina Rajo Sur, en las capacitaciones y charlas a los Despachadores se dio cuenta de la importancia de la utilización de este recurso a partir de Septiembre del 2014. Como se puede observar en la **Figura 7**, la utilización de la “**Programación Lineal**” promedio ha aumentado considerablemente a partir de la fecha antes escrita. Además, se hizo seguimiento de la utilización de la programación lineal a cada uno de los grupos durante los últimos meses, para así poder detectar aquellos despachadores que tienen más dificultad en aplicar esta herramienta y así poder re instruirles o brindarles más apoyo.

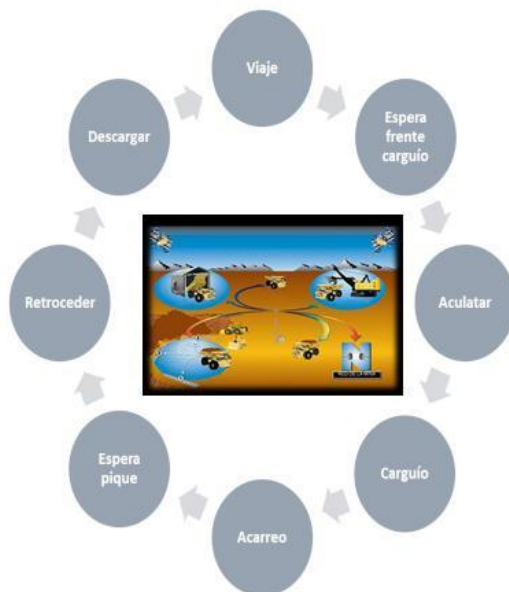


Fig 7

A pesar que los resultados actuales son buenos y algunos grupos incluso alcanzan la meta del uso al 90%, es importante recalcar que es imprescindible continuar midiendo sistemáticamente la adherencia a este indicador.

A.4.1.- PUESTA EN MARCHA DEL CONCEPTO “DELTA R”

El ciclo de carga y descarga de un camión puede ser desglosado en sub actividades de la siguiente forma:



Cada una de estas actividades tiene su tiempo de realización dada las circunstancias del área en que se trabaje, la zona, el tipo de equipo, etc. Sin embargo, los software de despacho tienen la posibilidad de dar ciertas referencias u objetivos de los tiempos que se deberían tardar en realizar cada una de estas actividades, dado el registro histórico de las velocidades, las distancias entre una zona y otra, etc.

Bajo este contexto se generó e implemento el concepto de “Delta R” aplicado hace varios años en distintas minas a lo largo del mundo, que mide la Gestión del Despacho entre los estimado de la PL (Programación Lineal) vs Real. El siguiente esquema muestra en pocas palabras lo que pretende este indicador.



Al medir el tiempo que tarda cada una de estas actividades se puede medir indirectamente/directamente la labor que está realizando un operador o el despacho, quien retroalimenta al Jefe de Turno, para los cambios necesarios o acciones en terreno. La **Figura 8** representa el ΔR que se instauró en la mina rajo, donde el TARGET de Excelencia Operacional será de 3 min.

DIA

Actual (m)	VACIO				CARGADO				Ciclo
	Viajando	Esperando	Aculatando	Cargando	Acarreando	En Cola	Retrocediendo	Descargando	
	11,49	2,09	0,26	2,15	14,19	0,26	0,17	0,74	31,36
PL Jigsaw (m)	Viajando	Esperando	Aculatando	Cargando	Acarreando	En Cola	Retrocediendo	Descargando	Ciclo
	11,00	2,23	0,63	2,42	12,37	1,02	0,97	0,70	31,33
Delta R (m)	Viajando	Esperando	Aculatando	Cargando	Acarreando	En Cola	Retrocediendo	Descargando	Ciclo
	0,49	-0,15	-0,37	-0,26	1,82	-0,76	-0,79	0,04	0,02

Fig 8

NOCHE

Actual (m)	VACIO				CARGADO				Ciclo
	Viajando	Esperando	Aculatando	Cargando	Acarreando	En Cola	Retrocediendo	Descargando	
	8,39	2,09	0,34	2,24	12,27	0,22	0,37	0,88	26,81
Objetivo (m)	Viajando	Esperando	Aculatando	Cargando	Acarreando	En Cola	Retrocediendo	Descargando	Ciclo
	14,12	4,15	0,65	2,82	14,80	1,07	0,98	0,83	39,42
Delta (m)	Viajando	Esperando	Aculatando	Cargando	Acarreando	En Cola	Retrocediendo	Descargando	Ciclo
	-5,72	-2,06	-0,31	-0,57	-2,53	-0,85	-0,62	0,05	-12,61

Por ejemplo, durante el turno noche, el tiempo promedio que tomó la actividad “viajando” en los CAEX fue más de 5 minutos más rápida que el valor que Jigsaw determinó como referencia. Esto puede indicar dos cosas:

- 1.- Los operadores están viajando a velocidades más rápidas de las que deberían.
- 2.- Las rutas ingresadas al software del despacho no están bien actualizadas.

En este caso, cualquiera sea la razón de esta diferencia, este indicador permite dar la pauta para dar cuenta que algo puede ser mejorado.

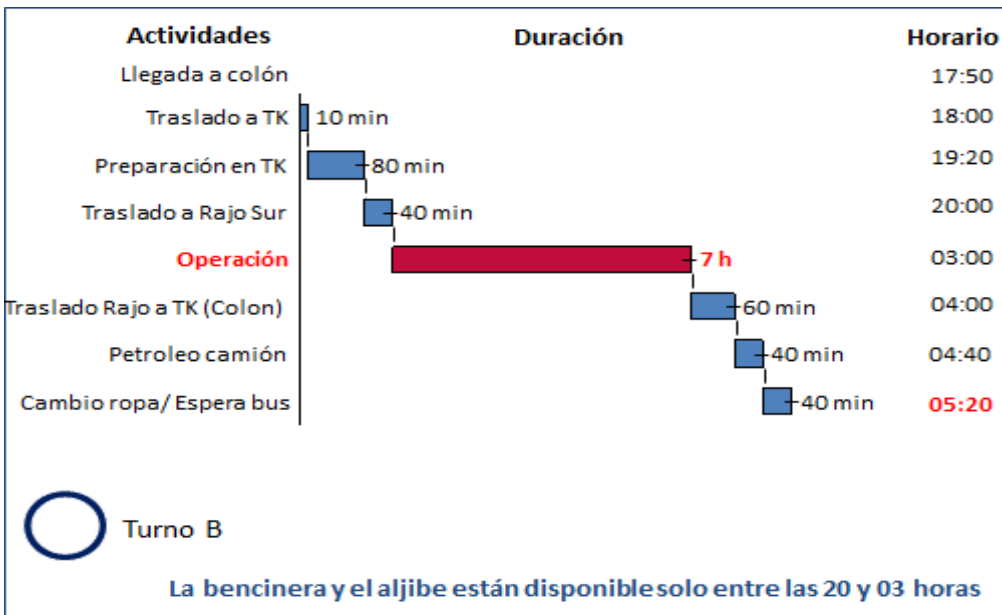
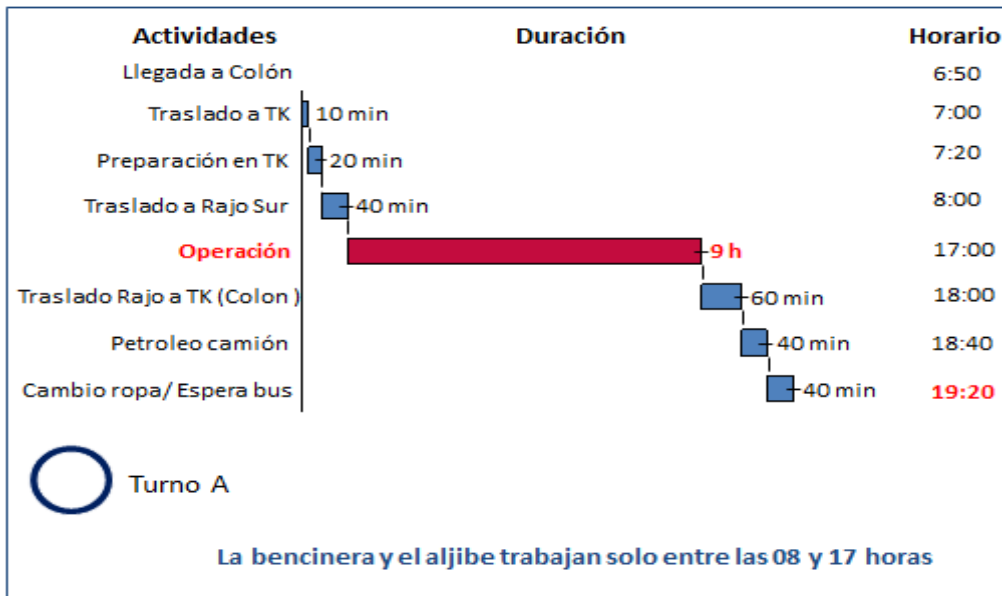
Sin embargo, el objetivo final de una herramienta como esta se orienta al cálculo del tiempo de ciclo final real versus el objetivo. En el turno día que se ve en la imagen, el tiempo real del ciclo fue levemente superior a lo que el software calculó. Como la diferencia es marginal en este caso no debiese haber mayor acción al respecto, pero sí pudiese ocurrir que esa diferencia fuese mayor y cuándo eso ocurriese sería interesante llegar a la causa raíz por la cual ocurrió.

En conclusión, esta herramienta permite gestionar de forma directa y en tiempo real cómo se comportan los ciclos de viaje de los camiones a lo largo de un turno, para así notar brechas y tratar de disminuirlas al máximo. Esto, en fin último, mejora la productividad y el tiempo efectivo de utilización de los camiones.

B.- OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE EN CAEX

Para esta actividad se detectó (*Lean...sacar la grasa del proceso*) la oportunidad de optimizar las veces y cantidad de combustible por cada uno de los CAEX que se abastecen vía la EDS (Estación de Servicio) atendida por un operador o bombero.

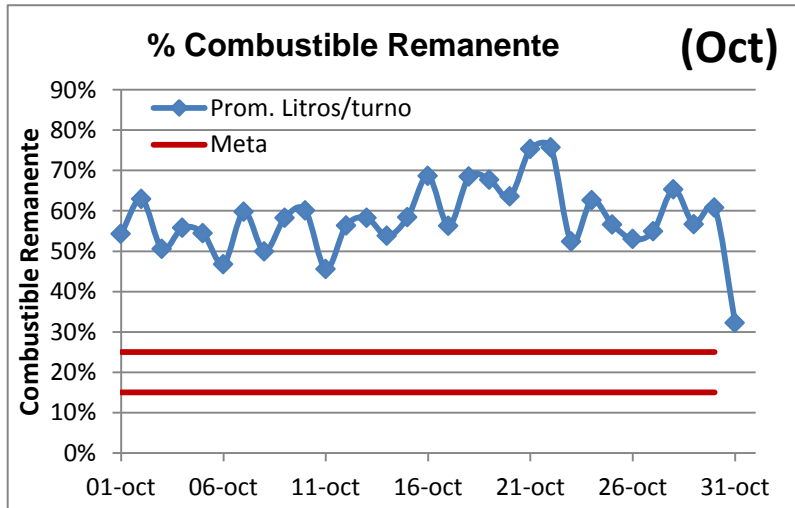
En primera instancia se procedió a establecer la situación actual de abastecimiento de los camiones, obteniendo así los siguientes gráficos que resume la jornada laboral durante el turno día y noche del atendedor de la estación de servicio.



Se puede notar que las operaciones en ambos turnos no coinciden con el turno de 12 horas del Rajo Sur. En el caso del turno A, el atendedor de la estación de servicio (EDS) dejaba de estar disponible a las 17:00 siendo que el turno termina a las 20:00. De misma forma, en el caso del turno B, el atendedor se retiraba a las 3:00 dejando sin atender por 5 horas los camiones del Rajo Sur.

La razón por la cual los atendedores no estaban dentro de los horarios del turno del rajo era porque no estaban considerados dentro de la operación del rajo sur, por lo que se iban y venían en el camión aljibe. El problema yacía en que por restricciones de tramos en algunos sectores, el camión se veía en la obligación de irse antes del sector. Esto provocaba que los despachadores se vieran en la

obligación de mandar a cargar combustible cuando los estanques todavía estaban con mucho petróleo. El siguiente gráfico muestra el % de carga que tenían los CAEX durante el mes de octubre del 2014, cuando llegaron a cargar a la petrolera, además de mostrar el estándar que se busca establecer, que es de 20%.

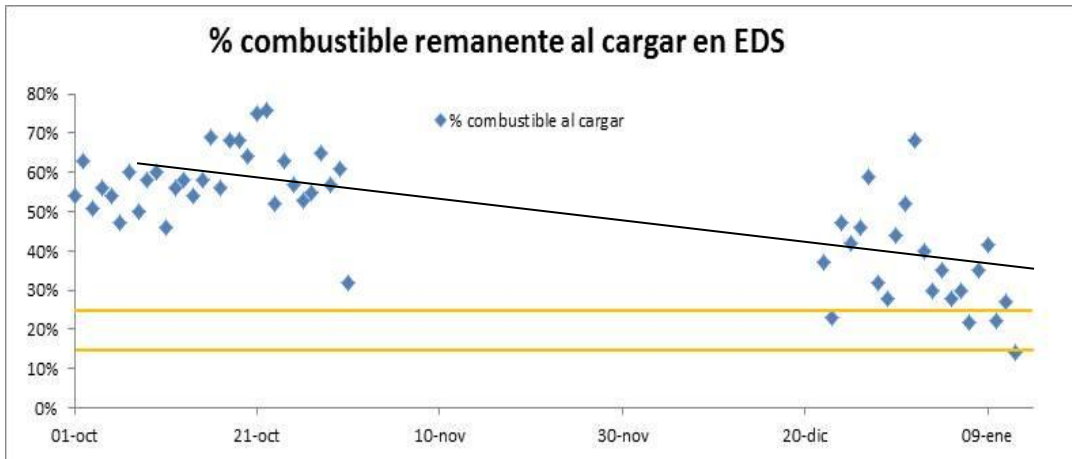


Se puede observar que en general los CAEX iban a cargar en promedio teniendo un 58% de combustible aún en su estanque. El problema de esto es que las horas efectivas de producción disminuyen a causa de asistir más veces de las que se podría ir.

El Anexo 6, muestra la Tabla de Tiempo de Carguio de Combustible en un CAEX.

Como producto del nuevo estándar se pudieron obtener excelente resultados en poco tiempo. La Figura 9 muestra que durante los últimos días de diciembre y principios de enero la tendencia a cargar se ha acercado a la meta objetivo, de hecho algunos días ya han cumplido el nuevo estándar. Por lo anterior fue posible ganar 21 horas efectivas extras, lo que significa en términos generales, que se ganó el trabajo extra de un camión durante tres turnos. Si bien no es una ganancia extremadamente alta, esta fue posible solo a través de la gestión correcta de una oportunidad y sin tener que desembolsar recurso. Esto es lo que se conoce básicamente como un *quick win*.

Es importante destacar que esto debe ser revisado sistemáticamente como se ha dicho a lo largo de esta tesis de implementación, pues es la única forma de sustentar esta ganancia.



Mes	% remanente al cargar	Meta	Adherencia
Octubre	58%	20%	● (Red)
Actual (22-12 al 07-01)	39%	20%	● (Yellow)
01 al 09 de Ene	24%	20%	● (Green)

Se ahorraron 126 viajes en 17 días en comparación a octubre



21 horas efectivas extras

Fig 9

C.- IMPLEMENTACION CASINO MOVIL & SISTEMA NAVES DE RELEVO

El **Anexo 7**, muestra los resultados del año 2014 desde Enero a Noviembre, al concepto de Demora Relevo en el periodo de colación y su peso relativo.

La forma de realizar el Relevo actualmente y las observaciones realizadas, denoto una oportunidad de hacer más eficiente y seguro este proceso, que significa 6 a 7 min/evento, rebajar un poco más del 50% dicho tiempo, es decir 2,5 a 3,5 min/evento.

La forma de realizarlo antes de Lean, se muestra en la siguiente **Figura 10**:



El Operador de Camion debe detener el CAEX, esperar la parada de motor y bajarse....a la espera que el otro Operadore suba nuevamente....PERDIDA DE TIEMPO...

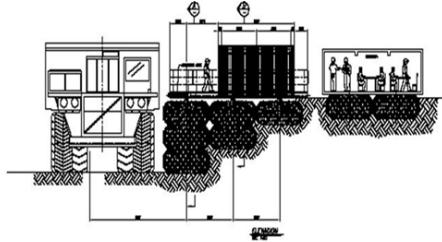
Fig 10

El cambio de realizar el relevo e implementación de casino móvil (Distinto al base actual del sector Joachim), se traduce a una forma más eficiente y segura, se muestra en la **Figura 11**:

El Problema:

Tiempos considerables en los Relevos y cambios de Turno de los Equipos CAEX.

Se considera disminuir los tiempos de relevo del equipo y mejorar la seguridad de los operadores, para lo cual se construirán Plataformas de Relevos & Cambio de Turno, a la altura de la cabina del camión, estimando una reducción menor a 3 minutos por evento y eliminando condiciones de riesgo por atropellamiento.



Beneficios

El resultado de bajar a menos de 3 minutos los tiempos de Relevos y cambio de Turno (Cambio de Operador). Se muestra el TPH de Ene y Ago 2014, el cual se debe lograr disminuir la variabilidad.

La mejora es :

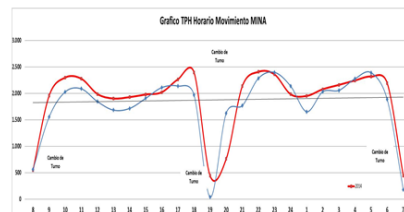


Fig 11

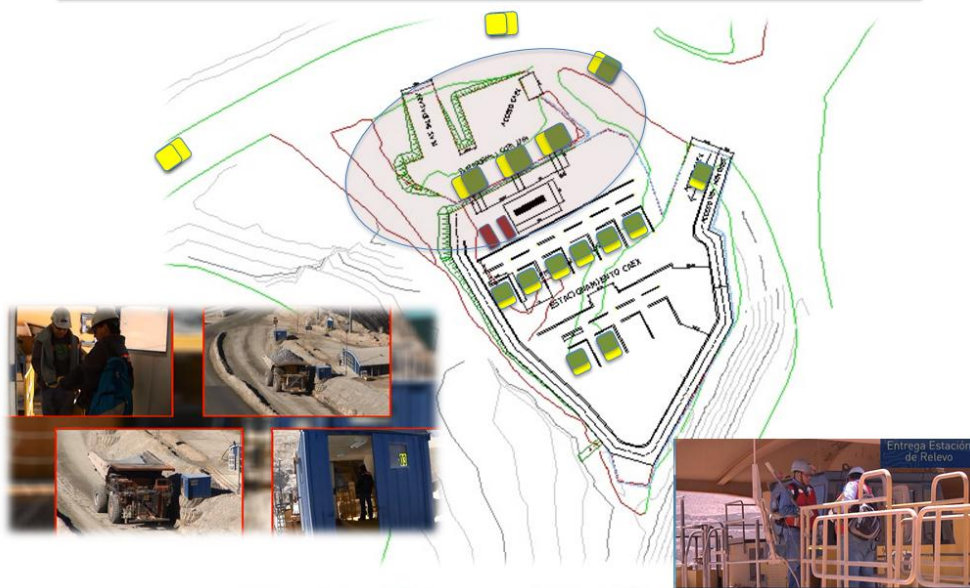
La implementación tiene 2 etapas principales:

- ✓ Mejoramiento del estándar del Lugar de realización del Relevo



- ✓ Implementación de las Naves de RELEVO (Similar a las Mangas de los Aviones)

Proyecto





La construcción de dicho punto se basa en que debe estar ubicado en el **circuito o ruta principal** de los CAEX, a objeto de minimizar desvío de circuito y tiempos de demora por traslado. Esto además mejora el traslado a la colación y lo más importante es que minimiza los tiempos de reservas por colación, que es el impacto para aumentar los tiempos efectivos de los CAEX, que se traduce en la implementación de un Casino contiguo a la Operación, evitando los traslados del personal, por casi 5 km de distancia y 30 min de traslado. Esto significa una mejora de 3 a 4 puntos en la UEBD, que va desde 70% a 74% aproximadamente, lo que se traduce en otro importante *quick win*.

7.2.2.- PLANES DE ACCION DE MEDIANO Y LARGO PLAZO

Los Planes de Mediano plazo, se refieren a aquellos planes de Alto Impacto y Alta Implementación, que se detallan a continuación:

A.- MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE TRANSPORTE & ALIMENTACION MINERAL

La Mina Rajo sur interactúa directamente con el Ferrocarril Teniente 5, quién se encarga de distribuir el mineral tanto a la planta Sewell como en el *OrePass13* que alimenta a su vez al Ferrocarril Teniente 8 (Planta Colon Alto). La siguiente **Figura 12** muestra la interacción antes descrita.



Fig 12

Si bien el Ferrocarril Teniente 5 (TTE 5) depende plenamente de la alimentación entrada por el Rajo Sur, este no posee el mismo turno operativo pues tiene tres turnos de 8 horas diarias, mientras que el Rajo Sur tiene dos turnos de 12 horas diarias. Este hecho complica bastante la interacción entre ambos sistemas, pues necesita de mucha coordinación y gran capacidad de reacción frente a la contingencia, para poder cumplir los planes de producción respectivos. Además a este hecho, cabe agregar que durante los últimos meses del 2014 y hasta la actualidad, los relevos que se hacían en el Rajo sur asociados a la hora de colación y que aseguraban mayor continuidad operacional, fueron restringidos a un solo horario de colación (Comentado por el cumplimiento del horario aprobado por la Inspección del trabajo). Esto ha dificultado aún más la coordinación entre ambos sistemas.

El **Anexo 8**, muestra cómo ha afectado el nuevo sistema de colación a la alimentación de mineral a piques.

Frente a este panorama se puede dictaminar que no es fácil cumplir los planes de producción, ya sea porque la coordinación no es la suficiente o bien porque faltan horas efectivas de utilización de los equipos para poder cumplir la producción. Dado estos dos posibles escenarios, se generan las siguientes alternativas para poder asegurar el cumplimiento del plan de producción del siguiente año:

- Mejorar coordinación con la planta: Para poder efectuar esta opción se necesita de un proceso de integración de mediano a largo plazo, que tal vez pueda llegar a la adecuación de ambos sistemas, Rajo Sur y TTE5 en 12 horas por turno.
- Aumentar la utilización efectiva de los equipos: Para poder hacer esto existe un sinfín de alternativas, tanto de gestión como de inversión. Luego, primero que todo es necesario saber en qué situación se encuentra la mina Rajo Sur en la utilización del tiempo efectivo.
- Evaluación de Alimentación de Mineral directo desde rajo al Chancador de Sewell, lo que significa un aumento de flota, preparación de accesos, adecuación de infraestructura de vaciado, etc. Esto se traduce en dejar de utilizar el Ferro TTE5, que tiene un costo actual de 0,7 a 0,8 US\$/ton es decir 14,4 MUS\$ al año de Gasto Operacional para el rajo, versus costo marginal de transporte CAEX.

Sea cual sea la medida tomada, la metodología LEAN permite darse cuenta de cómo el manejo de algunos indicadores productivos pueden dar pie para un sinfín de análisis que en fin último repercuten en el desarrollo del negocio. Basta únicamente con reconocer aquellos indicadores que de verdad se correlacionan directamente con el output total del sistema y claramente, el tiempo de utilización efectivo es un indicador que permite dar cuenta del real desempeño de la faena.

B.- OPTIMIZACION Y FLEXIBILIDAD DE LA JORNADA DE TRABAJO

Se refiere a la posibilidad que la aplicación LEAN permita flexibilizar la Jornada de Trabajo, con horarios optimizados que logren los 7,5 hr efectivas/turno/camión mínimo que requiere el **Plan Minero PND 2015**, con flexibilidad, ante cualquier situación que complique el desarrollo normal del Rajo Sur.

La **Figura 13** muestra el cambio y flexibilidad del Inicio y fin de Turno:

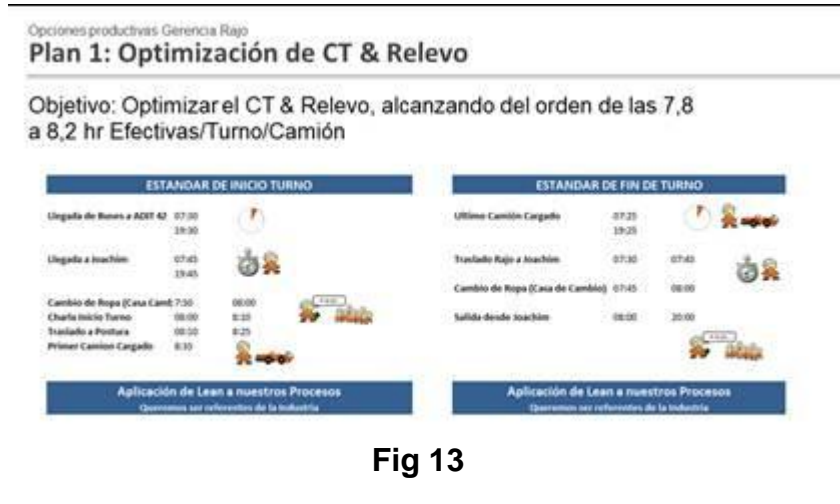


Fig 13

La evaluación en detalle de la Jornada de Trabajo propuesta versus la actual se observa en el Anexo 9. Los resultados de esta aplicación se observan en la **Figura 14**:

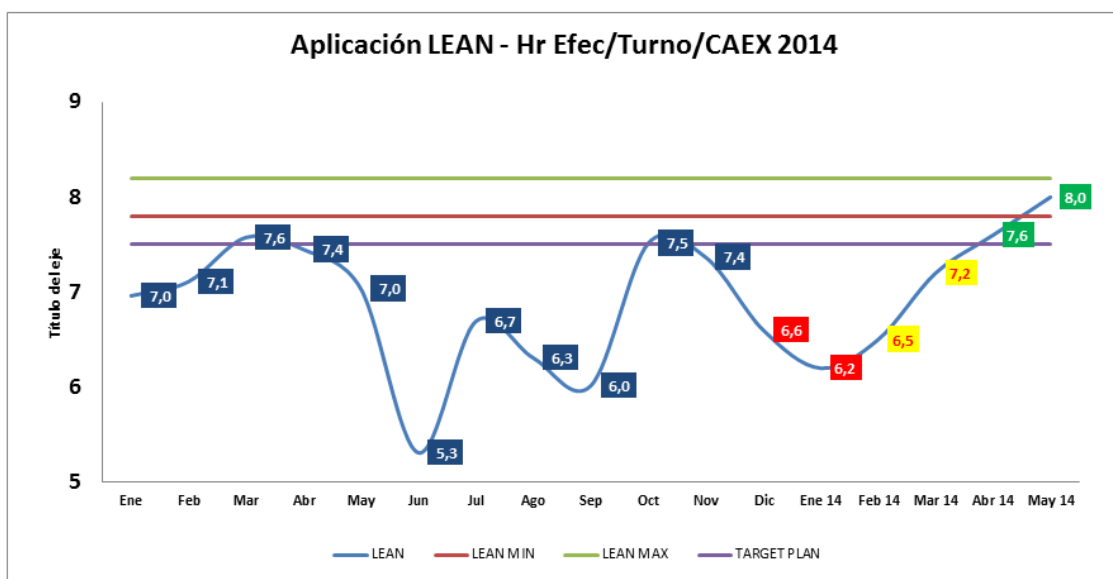


Fig 14

Esta opción tiene un límite, que se basa en el Plan Minero, que dictamina el mínimo y máximo de UEBD, para sostener el negocio minero en el tiempo.

8.- ANALISIS DE RESULTADOS A LA FECHA

La implementación de los Planes inmediato de Alto Impacto y Baja Implementación, una vez aplicado e instaurado la metodología LEAN MANAGEMENT, se resume a continuación:

- ✓ **Mejoramiento del Sistema de despacho Jigsaw**
 - Generar Estándares de Trabajo
 - Definir Rol y Responsabilidades
 - Capacitar y evaluar
 - Uso de la Programación Lineal
- ✓ **Puesta en Marcha del Concepto “DELTA R”**
- ✓ **Optimización del Sistema de Combustible CAEX**
- ✓ **Implementación Casino Móvil & Sistema Naves de Relevó**

Han logrado soportar el efecto de la aplicación de lo convenido en el permiso de la Jornada de Trabajo a partir del 01 de Diciembre 2014, que no necesariamente fue aplicada durante el periodo 2013 – 2014, además de una disciplina y hábito de la realización de estándares operativos.

La implementación de los Planes de Alto Impacto y Alta Implementación o de Mediano y Largo Plazo, serán evaluados durante el segundo semestre del año 2015, soportando el cumplimiento del PND 2015, es decir, la producción de Cobre fino para dicho periodo:

- ✓ **Mejoramiento del Sistema de Transporte & Alimentación Mineral**
- ✓ **Optimización y Flexibilidad de la Jornada de Trabajo**

La resultante final ha sido generar los DD (Diálogos de Desempeño) en base a las acciones tomadas y su respectivo monitoreo, que se utilizan como soporte a la gestión operativa del Rajo Sur.

8.1.- SEGUIMIENTO & MONITOREO DE PARAMETROS CLAVES (UEBD)

La implementación de los planes que estaban directamente ligados a mejorar y optimizar la **UEBD** (Utilización Efectiva Base Disponible), se ven reflejados en los siguientes parámetros:

- Seguimiento de la 1era / Última Hora de Producción
- Seguimiento de la 1era / Última Descarga en Piques
- Seguimiento de tiempos de Colación (Incluidos Traslados)
- Seguimiento de tiempos de Cambio de Turno (Incluidos Traslados)

El **Anexo 10**, muestra el Seguimiento y Control semanal, que son los Diálogos de desempeño (DD) y Retroalimentación a la línea de producción, para la mejora continua.

Una filosofía de trabajo que busca maximizar el valor entregado al dueño de DET, eliminando desperdicios, variabilidad e inflexibilidades, es que se logra estabilizar los procesos actuales, con oportunidades de mejora, que al aplicarlas vía la metodología LEAN, mejora y soporta el negocio minero del Rajo Sur.

9.0.- RESUMEN & CONCLUSIONES

“Incrementar productividad, resguardando la seguridad, se ha vuelto un imperativo, especialmente en un contexto de descenso de los precios de los metales. Ser más productivos es clave para no perder el liderazgo en la producción mundial de cobre, maximizar los aportes del sector al Estado, y también sostener el alto nivel de remuneraciones”, explicó Joaquín Villarino, presidente ejecutivo de Consejo Minero.

Las empresas mineras y de infraestructura han expresado sus preocupaciones, tanto por el aumento en los últimos cinco años de más de un 40% en los costos, como que las leyes de los minerales en ese mismo período han caído un 14%.

El propósito de este trabajo fue implementar y aplicar una forma de gestión en el proceso de una industria minera a través del uso integrado de los conceptos desarrollados en la construcción del Sistema de Producción Toyota (TPS) / “Sistema Lean Production” con las técnicas tradicionales derivados de Ingeniería de Minas e Ingeniería Industrial de un proceso productivo.

Lean Production es el significado de Lean Managemet en el presente trabajo, el cual se desarrolló en una Operación Rajo Abierto de División El Teniente (DET), con el objetivo principal de convertirla en una faena de Excelencia Operacional, aumentando y optimizando la productividad sobre lo proyectado, en base al aumento de los tiempos operacionales y disminución de las pérdidas que se producen en el propio proceso.

Los resultados obtenidos a la fecha se enfocaron en la mejora de la Utilización Efectiva de los Camiones de Extracción (CAEX), que representan dicha operación unitaria del orden del 40% de los Costos Mina Rajo, el cual impacta directamente en el Costo C0 de DET.

Rajo Sur, no está fuera de los efectos señalados del aumento del 40% en los costos, como también de la bajas de leyes de los minerales en el periodo 2015 al 2021, es por eso que iniciativas como organizar, controlar y estandarizar procesos como el Sistema de Despacho Jigsaw, que mejora la PRODUCTIVIDAD de una Mina Rajo, como también el proceso de Abastecimiento de Combustible, que significo “CERO” aumento de inversión de capital (CAPEX) o gasto operacional (OPEX), solo darse cuenta que trabajando con las personas se logran resultados sobre lo esperado.

Los resultados obtenidos en el caso del Uso de la Asignaciones Dinámicas de los CAEX, supero el 90% de utilización de los 4 despachadores de cada uno de los grupos Mina, y se tornó un estándar para el trabajo diario.

La disminución del porcentaje de Combustible remanente, que bordeaba el 60% antes de aplicar LEAN, logró una baja del orden del 20 a 25%, en base a la estandarización y reglamentación, disminuyendo las veces que un CAEX asistía a

la estación de servicio, ganando horas efectivas día (Disminución de las detenciones). Este fue uno de los resultados más relevantes de esta tesis, que logro enganchar positivamente al equipo de trabajo, dando cuenta de la aplicación efectiva de este método e instaurando la excelencia operacional en la forma de trabajar.

La implementación de un Casino Móvil y Naves de Relevo, significo una mejora de 3 a 4 puntos en la UEBD, que sube de 70% a 74% aproximadamente, logrando un aumento de la productividad de 41 ktpd a 43 ktpd, es decir, 720 kton al año, que lo realizas con menos recursos y en forma productiva. Los resultados obtenidos en este plan de acción, dan cuenta de la importancia de la herramienta LEAN, trabajando con un equipo multidisciplinario, compuesto por Operadores, Staff de Supervisión, Areas de Recursos Humanos, Dirigentes Sindicales, etc., en la cual se realiza con los mismos recursos actuales.

El seguimiento en base a los Diálogos de Desempeño & Retroalimentaciones, son expuestos semanalmente a la Operación Rajo (Visualmente en pantallas LED, ver **Anexo 9**), han logrado mantener UEBD, en base a la estandarización de los traslados del personal en la reservas relevantes de Cambio de Turno & Colación a la fecha.

La aplicación de LEAN MANAGEMENT logra posicionar a una operación de explotación a Rajo Abierto con parámetros distintos y optimizados, que impactan directamente en los costos de producción.

Este tipo de aplicación, es válida para cualquier de las Operaciones Unitarias de una Operación Rajo, como es la Perforación, la Tronadura, Carguio, Servicios, etc, como también el Area de Mantención (ej. Aplicación de las 5S en Taller de Mantencion), y más aun a nivel de una empresa minera para cada uno de sus procesos. Esto debe ser una forma de trabajar en la Administración de una Gerencia o Empresa, en que las personas vivan el valor de LEAN.....en todas las personas, en todo momento y en todo lugar.

Si bien aún queda espacios de mejoramientos para llegar a la excelencia operacional en Rajo Sur, la organización, lo más importante, está convencida que los resultados a la fecha, encaminan a un buen logro sobre lo trazado, y sobre todo superando el objetivo de esta tesis.

Finalmente los resultados obtenidos demuestran con creces que la excelencia operacional, basada en una aplicación de Lean Management, es posible en la Industria Minera Rajo, dejando las pérdidas o las formas actuales de hacer las cosas, y por sobre todo estandarizando los procesos con incorporación de las personas involucradas en la solución de la problemática.

10.0.- BIBLIOGRAFIA

- Consejo Minero, Competitividad y Productividad, IV-Agosto 2013
- Reporte Anual del Consejo Minero 2012-2013
- Clase Ejecutiva UC Lean Project Management, Octubre 2012
- Logística Esbelta aplicada a Transporte en el sector Minero, Universidad de Medellín Colombia, Noviembre 2009
- LM Center (Lean Manufacturing Center) Instituto de Ingeniería Aplicada, Julio 2009
- Diseño de un Modelo para implantar Lean con Éxito, 6to Conferencia Internacional de Ingeniería Industrial, Julio 2012.
- Herramientas y Técnicas LEAN Manufacturing en Sistemas de Producción y Calidad, Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Mexico.

11.0.- APOYOS INSTITUCIONALES

Los apoyos institucionales de División El Teniente, están dados desde la Gerencia General hasta la Gerencia Rajo, el cual permitió el desarrollo de esta Tesis.

El tutor de apoyo de esta Tesis es el Sr. Mauricio Larraín, Gerente General de DET.

12.0.- ANEXOS

Los Anexos son los siguientes:

Anexo 1: Flujo de Actividades y su interacción con los desperdicios

Anexo 2: Efecto del Cumplimiento del Objetivo trazado, aplicando el concepto Lean Management.

Anexo 3: Mapeo de Proceso en detalle de “Cambio de Turno (Inicio de Turno) y la Colación. Pareto de las Reservas y Demoras de los equipos de Carguío & Transporte.

Anexo 4: Trabajo de Lean & Comunicación interna de la División el Teniente, del trabajo realizado en la Gerencia Rajo.

Anexo 5: Check List de Actividades del Despacho Rajo

Anexo 6: Tiempo de Carguío de Combustible en un CAEX:

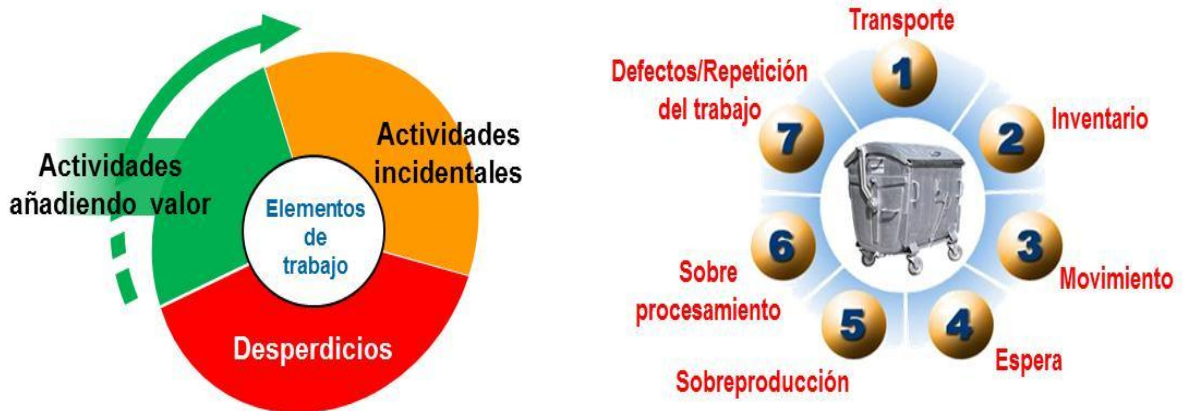
Anexo 7: Resultados del año 2014 desde Enero a Noviembre, al concepto de Demora Relevo y su peso relativo.

Anexo 8: Muestra cómo ha afectado el nuevo sistema de colación a la alimentación de mineral a piques.

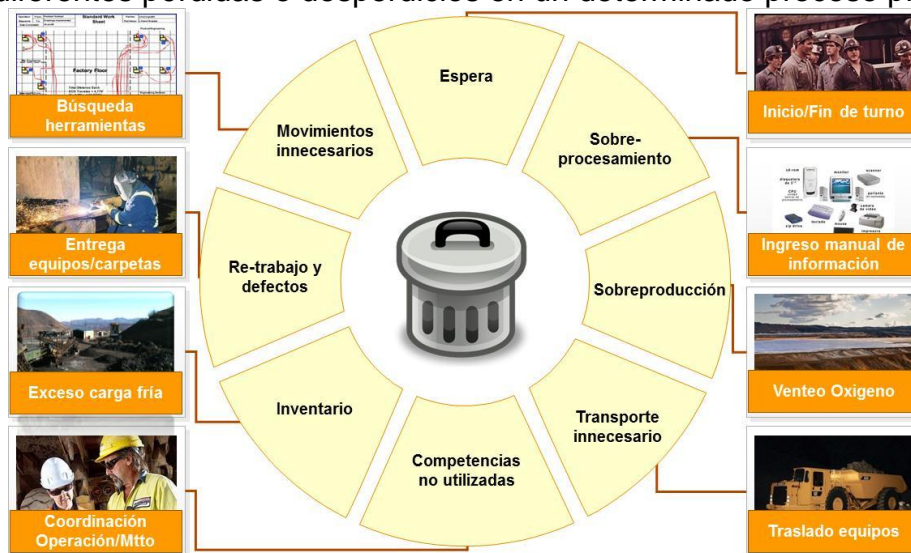
Anexo 9: Evaluación en detalle de la Jornada de Trabajo propuesta versus la actual

Anexo 10: Seguimiento & Control Semanal de los Diálogos de Desempeño y Retroalimentación

Anexo 1:
Flujo de Actividades y su interacción con los desperdicios

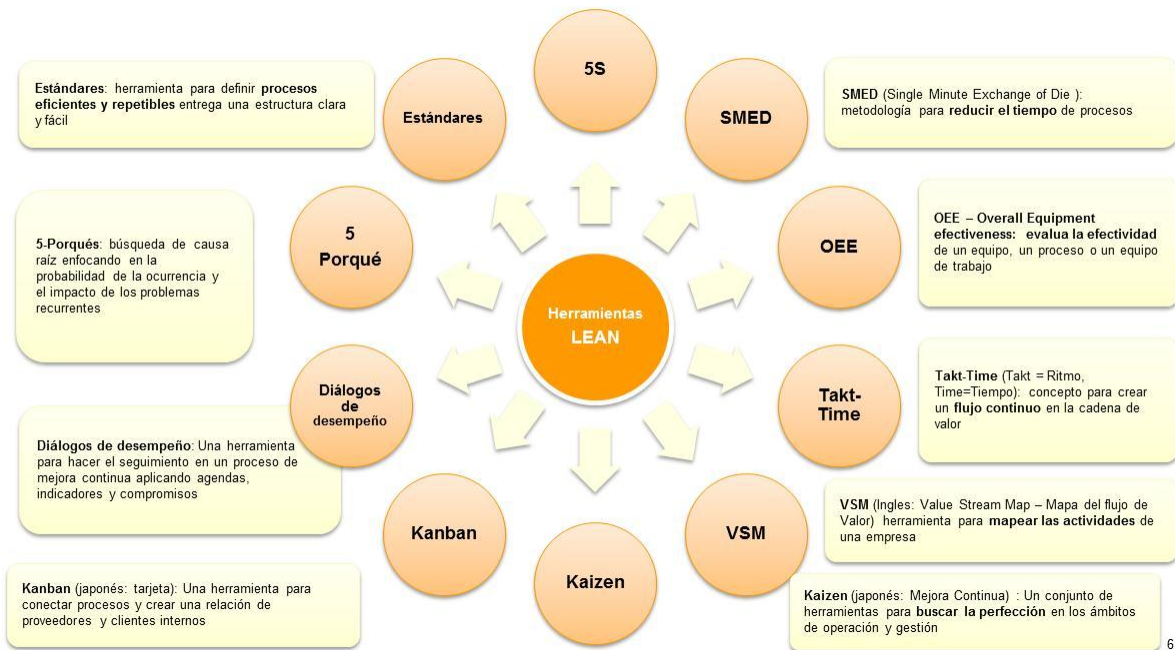


Existen diferentes pérdidas o desperdicios en un determinado proceso productivo:





Se muestra a continuación las Herramientas que provee el LEAN:

- 5S
- SMED
- OEE
- Takt Time
- VSM
- Kaisen
- Kanban
- Dialogos de Desempeño
- 5 Por qué?
- Estandares



Herramientas LEAN .

Herramientas para operativizar el modelo

	Herramientas	Objetivo
	1 Estándares operacionales	▪ Definir procesos eficientes y con calidad que sean repetibles
	2 Checklist	▪ Confirmar en terreno el cumplimiento de los estándares operacionales
	3 KPI's	▪ Desplegar y definir indicadores claves para gestionar resultados en todos los niveles de la organización
	4 Diálogos de desempeño	▪ Revisar recurrentemente brechas en KPIs e identificar espacios de mejoramiento.
	5 Análisis Causa Raíz	▪ Incitar cultura de análisis causa raíz donde se implementan soluciones permanentes
	6 Entrenamiento	▪ Capacitar y promover comportamientos Lean
	7 Matriz de habilidades	▪ Desarrollar a las personas según necesidades del negocio y brechas en competencias
	8 Roles y agendas	▪ Asegurar enfoque en las tareas importantes que permitan implementar mejoras y alcanzar resultados

Anexo 2:

Efecto del Cumplimiento del Objetivo trazado, aplicando el concepto Lean Management.

Objetivo + 5% Tiempo Efectivo

Cargadores

Tiempo efectivo/turno / cargador		
	hrs	min
Actual	7,7	462,6
c / +5%	8,1	485,7
Aumento Objetivo	0,4	23,1
Perdidas de tiempo :		
Actividad :	hrs	min
Cambio de turno	1,40	84,0
FUERA DE SERVICIO	1,14	68,4
Colación	0,36	21,6
Sin requerimiento	0,16	9,6
Sin operador	0,10	6,0
Total	3,16	189,6

Camiones

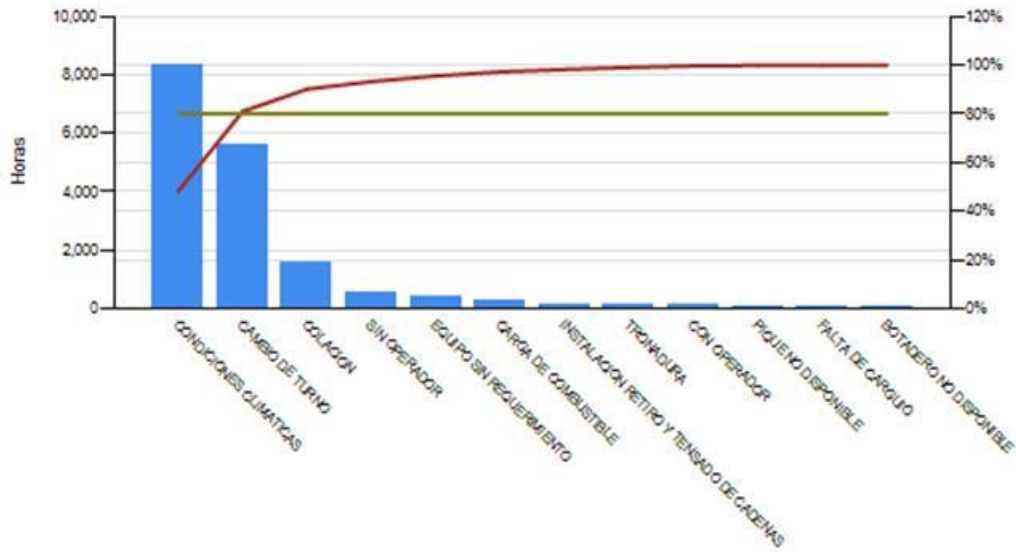
Tiempo efectivo/turno / camión		
	hrs	min
Actual	6,8	408,3
c / +5%	7,1	428,7
Aumento Objetivo	0,3	20,4
Perdidas de tiempo :		
Actividad :	hrs	min
FUERA DE SERVICIO	1,44	86,1
CAMBIO DE TURNO	1,38	82,5
COLACION	0,45	27,2
EQUIPO SIN REQUERIMIENTO	0,26	15,6
SIN OPERADOR	0,18	11,0
Total	3,71	222,5

Base Enero – Agosto 2014

$\Delta^+ 0,35 \text{ hrs}$ Tiempo Efectivo \Rightarrow $\Delta^+ 1.300 \text{ tpd}$ \Rightarrow $\Delta^+ 40 \text{ kton/mes}$

Esto significa además una Producción de 480 kton/año, que representa del orden de un 50% de un mes de Producción del Rajo en estudio.

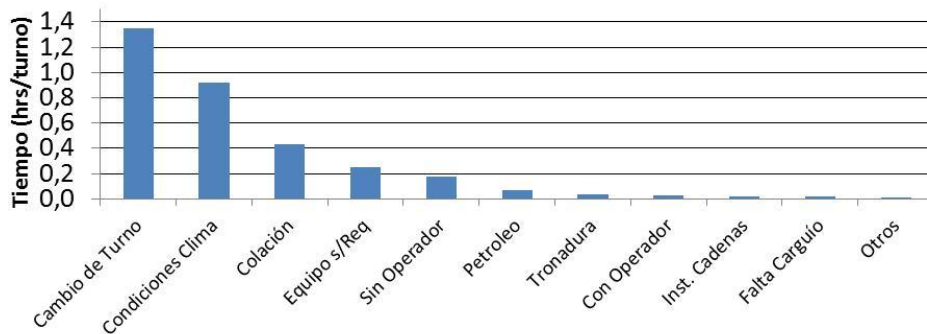
RESERVAS



RAZON	Frecuencia	Duracion (Min.)	Duracion (Hr)	Minutos Por	Acumulado
CONDICIONES CLIMATICAS	1623	499010	8317	307	48 %
CAMBIO DE TURNO	6841	337901	5632	49	8 %
COLACION	1257	94536	1576	75	90 %
SIN OPERADOR	504	31838	531	63	93 %
EQUIPO SIN REQUERIMIENTO	284	23584	393	83	96 %
CARGA DE COMBUSTIBLE	1950	17756	296	9	97 %
INSTALACION RETIRO Y TENSADO DE CADENAS	142	9815	164	69	98 %
TRONADURA	383	8910	148	23	99 %
CON OPERADOR	157	6387	106	41	100 %
FIQUENO DISPONIBLE	61	2404	40	39	100 %
FALTA DE CARGUIO	28	728	12	26	100 %
BOTADERO NO DISPONIBLE	26	40	1	2	100 %

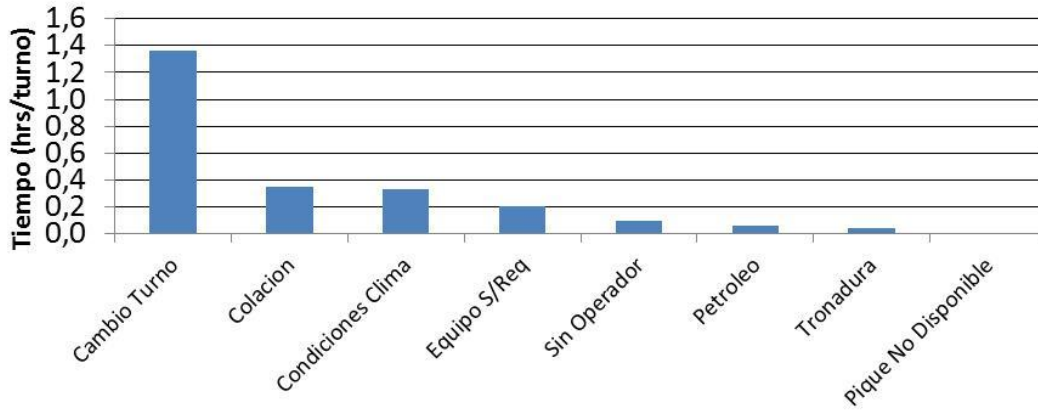
El siguiente cuadro se muestra las Reservas (hr/Turno/Camion)

CAEX - RESERVAS

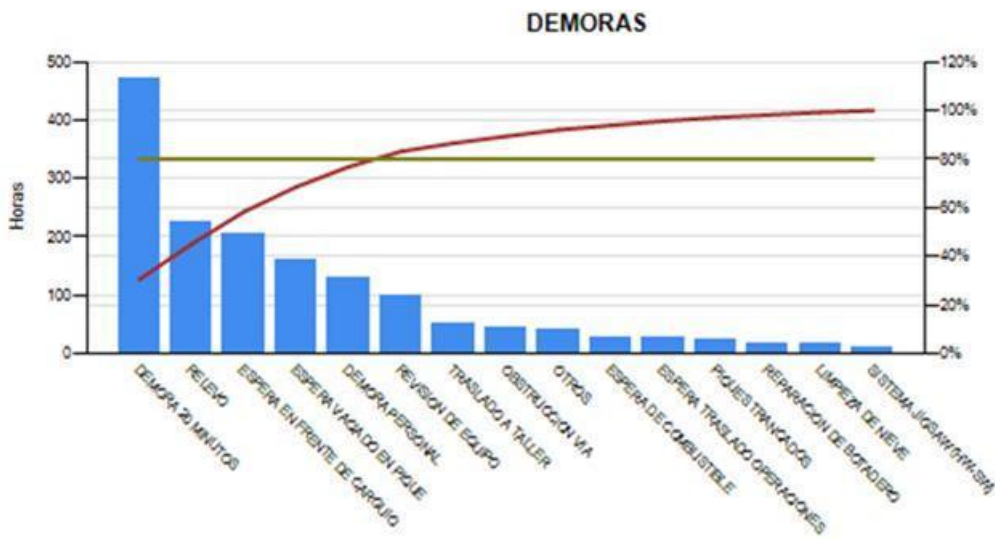


Reservas Carguio

Cargadores - Reservas

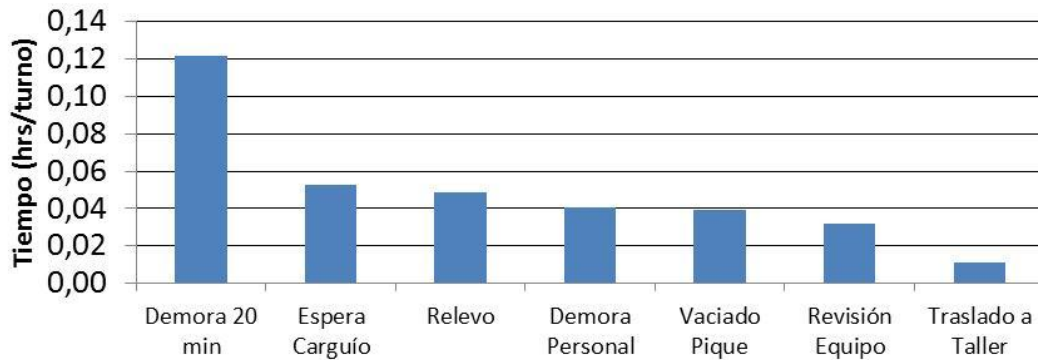


Pareto de DEMORAS CAEX & CARGADORES 2014:

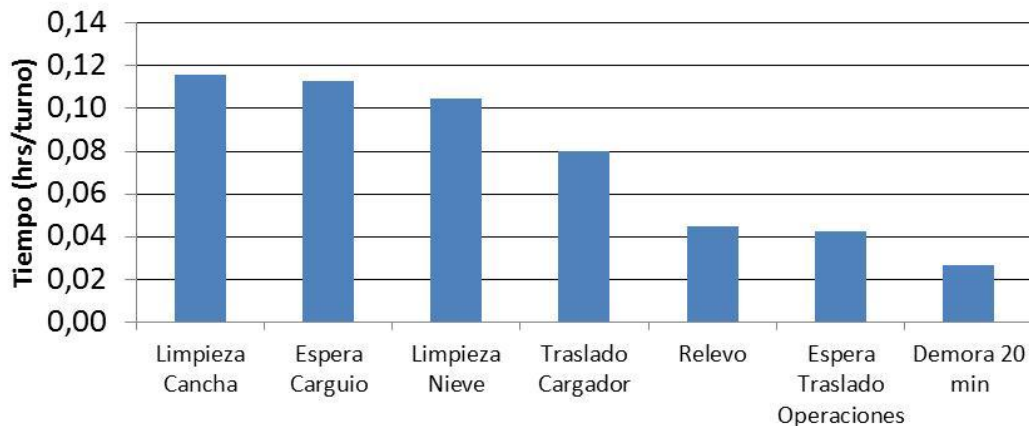


RAZON	Frecuencia	Duracion (Min.)	Duracion (Hr)	Minutos Por	Acumulado
DEMORA 20 MINUTOS	1470	28349	472	19	30%
RELEVO	2251	13565	226	6	45%
ESPERA EN FRENTE DE CARGUIO	1345	12378	206	9	58%
ESPERA VACIADO EN PIQUE	484	9532	159	20	69%
DEMORA PERSONAL	940	7722	129	8	77%
REVISION DE EQUIPO	651	5860	98	9	83%
TRASLADO A TALLER	139	3142	52	23	87%
OBSTRUCCION VIA	247	2619	44	11	89%
OTROS	207	2451	41	12	92%
ESPERA DE COM BUSTIBLE	220	1723	29	8	94%
ESPERA TRASLADO OPERACIONES	108	1666	28	15	96%
PIQUES TRANCADOS	83	1329	22	16	97%
REPARACION DE BOTADERO	43	1027	17	24	98%
LIM PIEZA DE NIEVE	29	982	16	34	99%
SISTEMA JIGSAW (HW-SW)	34	704	12	21	100%

CAEX - Demoras

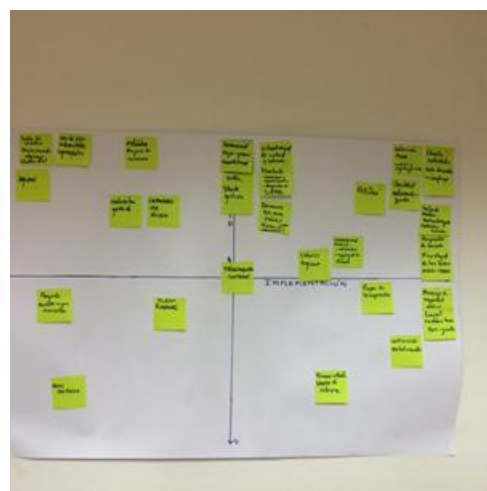


Cargadores - Demoras



Con estos valores que indican grados de importancia y pesos relativos para cada una de las Demoras & Reservas, en base a sus actividades, se trabaja para detectar los posibles cuellos de botellas o baja utilización de uno de estos procesos, para levantarlos con planes de acción adecuados según la metodología LEAN.

Anexo 4:
Fotografía el trabajo de Lean & Comunicación interna de la División el Teniente, del trabajo realizado en la Gerencia Rajo.



El trabajo Lean en la Gerencia Rajo, se ha ido masificando a nivel de la organización de la División Teniente.

Excelencia operacional aterriza en el Rajo

La mina integrará en su gestión la metodología Lean para identificar y reducir ineficiencias, de manera de obtener mejores indicadores de costos y producción.

09-12-14 Una veintena de trabajadores del Rajo se capacitaron en la metodología Lean, con la finalidad de convertir a la mina en un ejemplo de excelencia operacional al interior de la División, pero con expectativas aún más ambiciosas: convertirse en un referente de minería a cielo abierto a nivel nacional.

“En esta jornada buscaremos cómo perfeccionar cada uno de nuestros procesos, porque nos interesa hacerlo cada día mejor. Con el apoyo de la metodología Lean queremos alcanzar la excelencia operacional. Y no sólo eso: queremos que nuestra gestión sea ejemplo para la minería”, aseguró el gerente de Desarrollo Rajo, León del Valle.



“Esta actividad nos servirá para optimizar nuestros indicadores de utilización efectiva de equipos para -en las mismas horas de turno- mejorar nuestro trabajo, hacerlo más seguro y aumentar nuestra productividad. Tenemos una flota de equipos con rendimientos teóricos que podemos alcanzar si eliminamos nuestros tiempos muertos”, ejemplificó.

Caras alegres

La reunión recibió aplausos principalmente porque surgieron ideas que se seguirán trabajando en los meses siguientes. Edson Soto, operador, destacó que las herramientas están y solo falta animarse. “No debemos perder nunca la capacidad de buscar soluciones para hacer mejor nuestro trabajo. Somos una gerencia nueva, tenemos espacio para avanzar y ésta es la instancia para hacerlo”, opinó.

Eduardo Moscoso, operador de camiones de extracción (CAEX), detalló que se intercambiaron ideas para realizar mejoras continuas en los carguíos y tiempos de relevo, para alcanzar una mayor productividad. “Veremos la forma de que los tiempos muertos de traslado para la colación se pueden acortar más de lo que actualmente sucede. También hay ideas para modificar la sala de cambio, que hoy está en el interior de la mina. Queremos ver si se puede sacar al exterior, ya sea en el adit 42 o a Colón, si se da la posibilidad”, relató.

¿Qué es el LEAN?

Este modelo de gestión, cuyo nombre proviene de la palabra inglesa que traducida significa “delgado, esbelto, sin grasa”, apunta a eliminar “desperdicios” poniendo el foco en la sobreproducción, los tiempos de espera, el transporte, el sobre-proceso, los inventarios, los movimientos, los defectos y el potencial humano subutilizado.

Seleccione Mes

Seleccione Año

Buscar

CENTRO DE TRABAJO

- Chuquicamata
- Radomiro Tomic
- Gabriela Mistral
- Ministro Hales
- Andina
- Salvador
- Ventanas
- El Teniente
- VP
- Casa Matriz

Anexo 5: Check List de Actividades del Despacho Rajo

CHECKLIST DE ACTIVIDADES INICIO DE TURNO				
Nombre Despachador: _____		Turno: _____		
Nombre Analista: _____		Fecha: _____		
		SÍ	NO	Comentarios
Verificar Estados de los Equipos	Revisar que el turno anterior haya dejado los equipos operativos con una Reserva por "CAMBIO DE TURNO".			
	Cuando los equipos tengan operador, revisar que todos ingresen código SAP, horómetro y cambien de estado según las condiciones de la operación.			
Revisión estado de Destinos y Zonas de Carga	Revisar que los destinos que se van a utilizar durante el turno se encuentren en estado "OPERATIVO".			
	Verificar que las zonas a utilizar estén cargadas en el sistema (con sus respectivas tronadas).			
Revisión de Rutas	Cerrar/Abrir rutas (en un sentido o ambos sentidos).			
	Revisar que los equipos de carguío tengan una tronadura correcta.			
	Revisar los tramos de ruta entre orígenes y destinos.			
Configuración Parámetros	Configurar Prioridad.			
	Cobertura deseada para cada equipo de carguío.			
Configuración de Restricciones	Restricción de equipos de carguío para que sólo envíen material a ciertos destinos.			
	Si se decide distribuir los camiones, configurar sus restricciones para que sólo vayan a un equipo de carguío específico.			
Carga de Mallas Perfo	Verificar que cada perforadora tenga su malla y tronada correctas. Si la malla no está cargada, comunicarse con el Jefe de Perforación y Tronadura.			

CHECKLIST DE ACTIVIDADES DURANTE EL TURNO				
Nombre Despachador: _____		Turno: _____		
Nombre Analista: _____		Fecha: _____		
		SÍ	NO	Comentarios
Verificar Estados de los Equipos	Verificar que los operadores cambien sus estados según las condiciones de la operación. Los estados por "Fuera de Servicio" deben ser aceptados por el despachador.			
	A la hora de colación, todos los equipos operativos deben colocar la reserva por "COLACIÓN".			
	Todos los equipos deben colocar las demoras por "RELEVO" y la reserva por "TRONADURA", según sea el caso.			
	Se deben conciliar los tiempos con personal de mantenimiento y operaciones para que el sistema muestre el tiempo real por equipo.			
Revisión del Cambio de Zonas	Verificar que los operadores de equipos de carguío (cargadores y excavadora) se encuentren en sus zonas respectivas. Coordinar el cambio de zona con el jefe de turno para que el cargador se encuentre en una tronada correcta en el sistema.			
	Si al equipo de carguío le toma mucho tiempo en cambiar de tronadura (por ejemplo, de la fase 1 al stock mina), el despachador debe asegurarse que el operador coloque una demora por "Traslado".			
	Actualizar el recorrido de las rutas de acuerdo a las nuevas condiciones de la operación.			
Ingreso de Combustible	El operador debe ingresar el número de litros de combustible con el que fue abastecido.			
Trabajos con Nieve o Material para arreglo de Piso	Para este caso, tanto el camión como el equipo de carguío deben tener una demora por "LIMPIEZA DE NIEVE", ya que estos viajes NO SON PRODUCCIÓN.			

CHECKLIST DE ACTIVIDADES FIN DE TURNO

Nombre Despachador: _____ Turno: _____

Nombre Analista: _____ Fecha: _____

	SÍ	NO	Comentarios
Verificar Estados de los Equipos			Verificar que los operadores coloquen la Reserva por "CAMBIO DE TURNO".
			Se deben conciliar los tiempos con personal de mantenimiento y operaciones para que el sistema muestre el tiempo real por equipo. No se debe firmar el formato de "CONCILIACIÓN DE TIEMPOS" hasta que el sistema muestre los tiempos reales por equipo.
Verificar Ubicaciones Finales de los Equipos			Revisar que los equipos de carguío queden ubicados en sus tronadas correctas.
			Verificar que los camiones queden asignados correctamente para el siguiente turno.







CHECKLIST DE ACTIVIDADES DURANTE EL TURNO

Nombre Despachador: _____ Turno: _____

Nombre Analista: _____ Fecha: _____

	SÍ	NO	Comentarios
Verificar emisión de reporte horario			Asegurar que la emisión de del report horario se realice oportunamente
Controlar avance de la adherencia a plan			Asegurar que se va cumpliendo la adherencia al plan

Despacho – Estándar Inicio de Turno

1. Verificar Estado de Equipos 
2. Revisar Estado de Destinos y Zonas de Carga 
3. Revisar Rutas 
4. Configurar Parámetros Equipos de Carguío 
5. Configurar Restricciones 
6. Cargar Mallas en Perforadoras 

Desglose de las actividades según cargo, Rol & Responsabilidad

Responsable	Tareas
Superintendente	<p>ROL:</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir objetivos y controlar su cumplimiento. <p>RESPONSABILIDAD:</p> <ul style="list-style-type: none"> Realizar auditorías semestrales. Proporcionar recursos necesarios.
Jefe de Operaciones	<p>ROL:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar el desempeño del Despacho según <u>KPI's</u> del Despacho. <p>RESPONSABILIDAD:</p> <ul style="list-style-type: none"> Administrar <u>Hw, Sw</u>, comunicaciones, personal, capacitaciones, evaluaciones, reemplazos, vacaciones. Coordinar con Administrador de Contrato la mantención y reportabilidad del sistema. Seguimiento de la adherencia a procedimientos.
Despachador	<p>ROL:</p> <ul style="list-style-type: none"> Monitorea la eficiente operatividad del rajo. <p>RESPONSABILIDAD:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mantener operativo el sistema usando los procedimientos. Coordinar con Operaciones, Mantención y Planificación los planes y sus cambios. Gestionar el sistema de acuerdo a las mejores prácticas. Emitir reportes del turno.

Responsable	Tareas
Jefe de Turno	ROL: • Es el jefe operativo del despacho. RESPONSABILIDAD: • Controlar uso efectivo del despacho mediante seguimiento de <u>KPI's</u> del Despacho. • Informar a despacho de contingencias operacionales. • Entrega información oficial de <u>mantención</u> a Despacho, en turno C
Operadores	ROL: • Uso del sistema de acuerdo a los procedimientos. RESPONSABILIDAD: • Avisar a despacho problemas en <u>Hw, Sw</u> o comunicaciones.
Analistas Rajo	ROL: • Realizar análisis de desempeño del Despacho. RESPONSABILIDAD: • Realizar <u>benchmarks</u> internos y externos. • Generar y mantener procedimientos. • Controlar <u>registro de soporte para gestión</u>

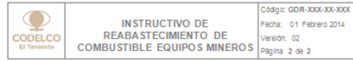
Anexo 6:
Tabla de Tiempo de Carguio de Combustible en un CAEX:

Actividad	Min			
Litros petrolados	547	459	669	590
Tasa de llenado aprox [Lt/min)	312,57	262,29	382,29	337,14
Pique - Parqueo frente petrolera	1:36	1:36	1:36	1:36
Parqueo frente petrolera - Inicio petroleo	1:57	1:40	1:47	1:50
Inicio petroleo - Término petroleo	1:45	1:13	2:07	2:45
Término petroleo - Salida Caex	2:21	3:40	2:36	4:00
Salida Caex - Recorrido a pique	1:35	1:35	1:35	1:35
Total	9:14	9:44	9:41	11:46
Tiempo medio Petroleo	10:06			

Se puede ver que dado un espacio muestral de cuatro camiones, que para este caso es bastante representativo, el tiempo medio de carga de combustible es de aproximadamente 10 minutos. Si bien suena bastante marginal para un turno de 12 horas, dada la gran cantidad de viajes que se realizaban al día se analizó la oportunidad de establecer un nuevo estándar de carga en donde los camiones solo fueran a cargar cuando el remanente de combustible fuese de 20%.

Se adjunta el estándar de carga de combustible, que incluye la inclusión del atendedor al turno del rajo, como el nuevo sistema de medición en línea asociado a los anillos del ORPAC.

Nuevo Estándar de petróleo y acceso a ORPAC online



INSTRUCTIVO DE
REABASTECIMIENTO DE
COMBUSTIBLE EQUIPOS MINEROS

Código: GDR-XXX-XXX-XXX
Fecha: 01 Febrero 2014
Versión: 02
Página: 2 de 2

Objetivos y Alcance

El objetivo de este instructivo es dar las directrices para efectuar el proceso de abastecimiento de combustible de manera ordenada y efectiva, con el objetivo de mantener la continuidad operacional y aumentar las horas efectivas de los camiones. Además nos permitirá controlar la facturación del petróleo, mismo relevante en nuestros gastos. Este instructivo tiene por alcance todos los equipos de alto tonelaje de Mina Rajo Sur, CODELCO-CHILE "Division El Teniente"

Procedimiento

- 1.- El reabastecimiento de combustible se hará cuando el estanque del camión tenga un remanente del 20% de su capacidad. (Aproximadamente 225 kg)
- 2.- El Despacho avisará a cada camión cuando ir a petroleo considerando la definición anterior.
- 3.- El operador del CAEX al petroleo deberá:
 - ✓ Cambiar su estado y actividad en computador de despacho.
 - ✓ Ingresar SAP.
 - ✓ Ingresar Litros de petróleo abastecidos.
- 4.- A considerar:
 - La estación de servicio operará durante todas las horas operativas del turno, los bomberos se movilizarán con el turno.
 - Para el abastecimiento de combustible se deberá usar el sistema Otagak (hoy instalado en los CAEX) el que se activa con la correspondiente llave, única de cada camión. Para el caso excepcional de no disponer de la llave, el Despacho dispondrá de una llave maestra.
 - Los CAEX deben ser abastecidos en la estación de servicio, en los tiempos NO OPERATIVOS podrán ser cargados por el camión PETROLERO para aprovechar estos tiempos.

Responsabilidades

De Jefe de Turno:
Es el responsable del cumplimiento de este instructivo.

Del Operador:
Los operadores deberán informar a Mantenimiento la falta del gomo protector en el ducto para llenado y al goteo de los inyectoros en el caso que lo hubiese. (Esto ayuda a reducir la contaminación de combustible y del terreno respectivamente).

Instructivo Petroléo

Resumen Personalización

Cabeza de Informe: Custom report Litros por y'pala 30

Orden

Estación 3 Selección C130 3094 C134 0171 E5 Rajo Sur 0175

Fecha 1 desde 22.12.2014 08:00:00 para 07.01.2015 08:00:00

Placa 3

Foto 10 Selección Foto Rajo

Volumen de refuello 4 Selección

Producto 8 Selección

Cantidad 7 desde para

Departamento 2 Selección

Volumen 5

Motor 6

Device name 11 Selección

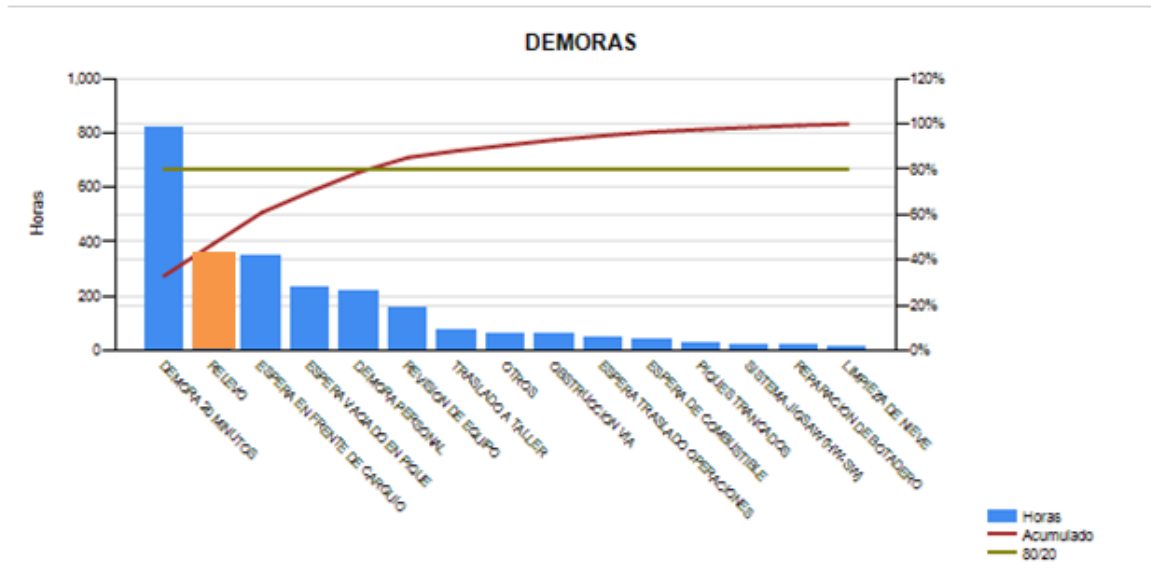
Planilla Teniente 2014 Nuevo Teniente 2014 Borrar Modificar

Apuda

ORPAC online EDS desde 15/12

Anexo 7:

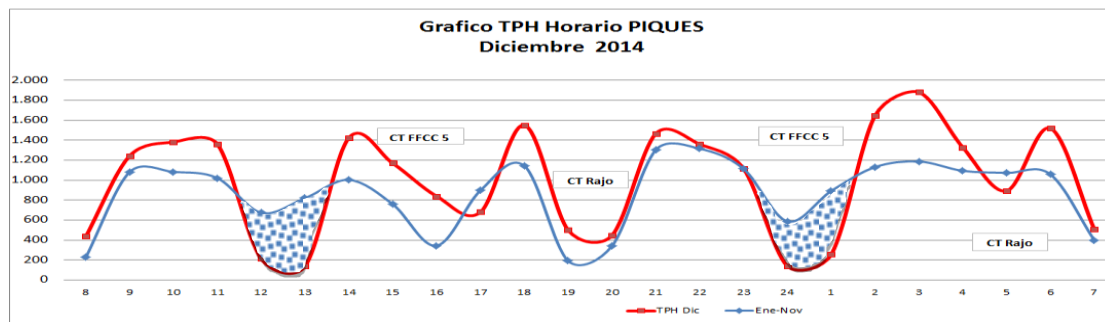
Resultados del año 2014 desde Enero a Noviembre, al concepto de Demora Relevo y su peso relativo.



RAZON	Frecuencia	Duracion (Min.)	Duracion (Hr)	MINUTOS POR Evento	Acumulado
RELEVO	3648	21066	351	6	47%

Anexo 8:

Muestra cómo ha afectado el nuevo sistema de colación a la alimentación de mineral a piques.

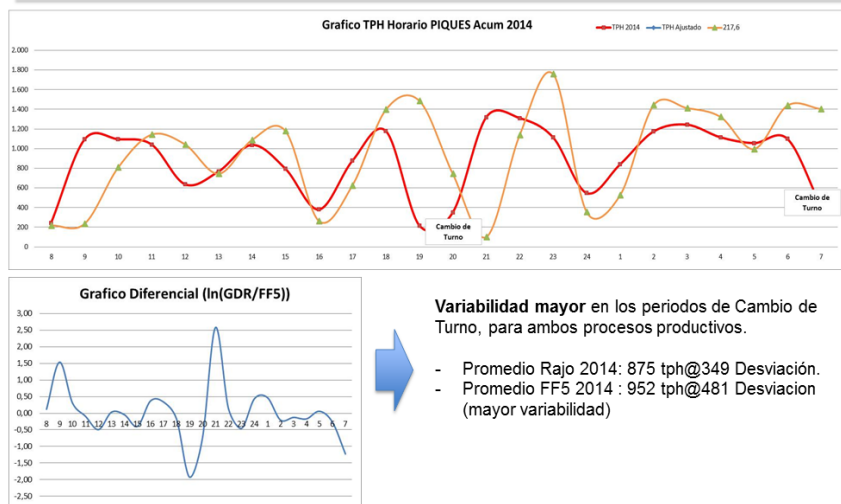


Las zonas marcadas con azul representan las pérdidas de mineral dado el nuevo turno de colación. Además se puede ver que en los horarios de cambio de turno del rajo y del TTE 5 existen claras zonas de bajada de alimentación, dado que el funcionamiento de alguno de los dos sistemas se encuentra en *standby*. La

siguiente figura muestra los ritmos del hora a hora entre la Mina Rajo & Ferrocarril Teniente 5

Opciones productivas Gerencia Rajo

Comportamiento Piques 2014 : GDR vs FF5



Anexo 9:

Evaluación en detalle de la Jornada de Trabajo propuesta versus la actual

4) Que, la jornada diaria diurna de 12 horas solicitada, se conforma de la siguiente manera:

Horario	Actividad	Hrs.
08:00-08:15	Cambio de Ropa	0.25
08:15-08:25	Charla Seguridad / instrucciones	0.17
08:25-08:35	Traslado a postura	0.17
08:35-12:35	Trabajo en faena	4
12:35-13:35	Colación	1

Horario	Actividad	Hrs.
13:35-17:35	Trabajo en faena	4
17:35-17:55	Descanso / Colación fría	0.33
17:55-19:45	Trabajo en faena	1.83
19:45-20:00	Cambio de ropa	0.25
		12



Rajo Sur Actual...

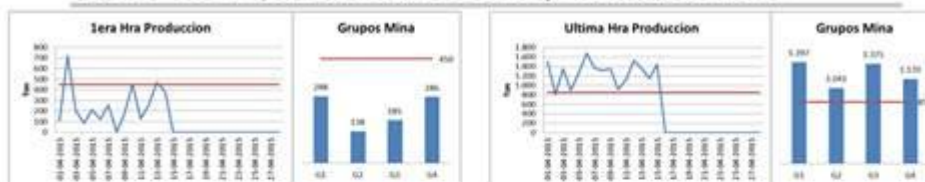
Propuesta de Jornada de Trabajo, según la metodología LEAN:

Plan 1: Propuesta Jornada de Trabajo: LEAN

DETALLE	Turno A 8:00-20:00			Turno B 20:00 - 08:00		
	Inicio	Final	Duración	Inicio	Final	Duración
TRASLADO DESDE RANCAGUA-JOACHIM	6:00	7:40	1:40	18:00	19:40	1:40
CAMBIO DE ROPA	7:40	7:50	0:10	19:40	19:50	0:10
CHARLA INICIO DE TURNO	7:50	8:00	0:10	19:50	20:00	0:10
TRASLADO DESDE SALA DE CAMBIO	8:00	8:05	0:05	20:00	20:05	0:05
TRASLADO A POSTURA	8:05	8:20	0:15	20:05	20:20	0:15
CHEQUEO PRE OPERACIONAL	8:20	8:25	0:05	20:20	20:25	0:05
PRODUCCIÓN	8:25	9:45	1:20	20:25	21:45	1:20
COMBUSTIBLE/BAÑO	9:45	9:55	0:10	21:45	21:55	0:10
PRODUCCIÓN	9:55	12:00	2:05	21:55	00:00	2:05
RELEVO	12:00	12:05	0:05	00:00	0:05	0:05
PRODUCCIÓN	12:05	12:45	0:40	0:05	0:45	0:40
TRONADURA	12:45	13:10	0:25	0:45	1:10	0:25
PROCESO MANTENCIÓN (*)	13:10	14:50	1:40	1:10	2:50	1:40
PRODUCCIÓN	14:50	15:00	0:10	2:50	3:00	0:10
OTRAS DEMORAS PERSONAL (**)	15:00	15:15	0:15	3:00	3:15	0:15
PRODUCCIÓN	15:15	17:35	2:20	3:15	5:35	2:20
DESCANSO 20 MINUTOS	17:35	17:55	0:20	5:35	5:55	0:20
OTRAS DEMORAS PROCESO (***)	17:55	18:00	0:05	5:55	6:00	0:05
PRODUCCIÓN	18:00	19:35	1:35	6:00	7:35	1:35
TRASLADO A JOACHIM	19:35	19:55	0:20	7:35	7:55	0:20
CAMBIO DE ROPA	19:55	20:10	0:15	7:55	8:10	0:15
REGRESO A RANCAGUA	20:10	21:50	1:40	8:10	9:50	1:40
			12:20			12:20

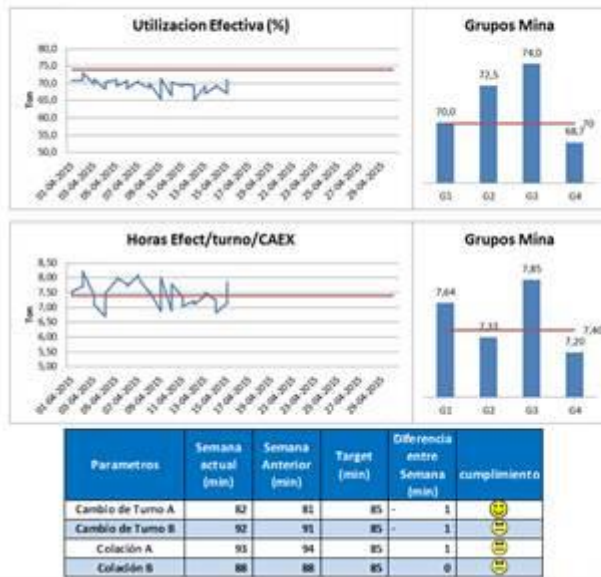
Anexo 10: Seguimiento & Control Semanal de los Diálogos de Desempeño y Retroalimentación

Lean - KPI Operacionales: 1era y Ultima CARGA



Parametros	Semana actual	Semana Anterior	Target	Diferencia entre Semana	cumplimiento
Produccion Primera Hora (Ton)	265	238	450	27	😊
Produccion Ultima Hora (Ton)	1267	1272	800	-5	😊
Primer Camion Cargado A (hra)	8:53:40	8:51:27	8:50:00	0:02:13	😊
Primer Camion Cargado B (hra)	20:56:34	20:53:57	20:50:00	0:02:37	😊
Ultimo Camion Cargado A (hra)	19:23:28	19:23:15	19:30:00	0:00:13	😊
Ultimo Camion Cargado B (hra)	7:26:06	7:33:41	7:30:00	0:07:35	😊

Lean - KPI Operacionales : UEBD CAEX



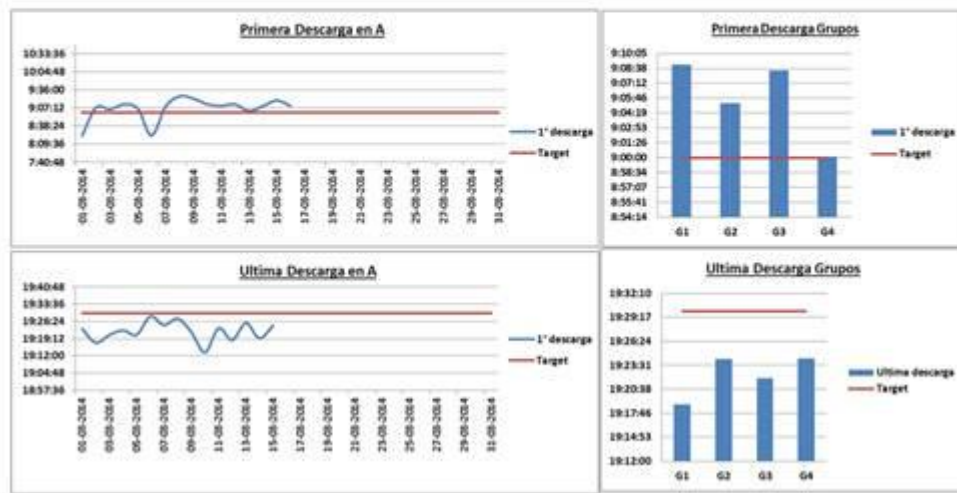
Comentarios:

• El Cambio de Turno se retrasan entradas de turno B por trabajos en carretera del cobre y tramos 2-4

• La Colación no se cumple objetivos, en comparación a la semana anterior los tiempos incrementaron debido a el poco control de los horarios para las demás empresas colaboradoras, teniendo que esperar los operadores aproximadamente 15 minutos

Lean - KPI Operacionales : Horario 1era y Ultima Carga PIQUES

Descargas en piques turno A:



Pantalla LED de información relevante

