



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

**HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO EN MINERÍA.  
INVESTIGACIÓN, ANÁLISIS Y ESTRATEGIA PARA CASO DE  
APLICACIÓN EN CODELCO DIVISIÓN ANDINA**

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

**DANIEL EDGARDO VÁSQUEZ MONJE**

**PROFESOR GUÍA  
IVAN BRAGA CALERON**

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

**SANTIAGO DE CHILE  
2016**

## Resumen Ejecutivo

La industria minera se encuentra en constantes desafíos para mejorar su rentabilidad enfrentando interrupciones laborales, caídas en los precios del metal, encarecimiento en los costos de energía, relaciones cada vez más complejas con la comunidad y el medio ambiente, entre otros. Para enfrentar estos escenarios es fundamental para las empresas mineras aplicar estrategias que le permitan posicionarse como un referente en eficiencia, con el fin de poder sortear de forma exitosa esos vaivenes del mercado. Una opción real de mejora es, integrar inteligencia de negocio.

La mayoría de las compañías generan grandes volúmenes de información y esta solo es almacenada y rara vez revisada por lo tanto algo peor que no tener información disponible, es tener mucha información disponible y no saber qué hacer con ella, es por esto, que las herramientas de inteligencia de negocio, nos permiten, con la información existente y almacenada, investigar el pasado, generar posibles escenarios, crear pronósticos y entregar reportes que ayuden a la toma de decisiones, lo que se traduce en una ventaja competitiva.

El objetivo de este trabajo es identificar el estado y uso de la herramienta inteligencia de negocio, instalada entre los años 2008 al 2010, en Codelco Chile División Andina, su utilización desde su puesta en marcha hasta la actualidad (2015), con la finalidad de poder identificar los problemas críticos que afectan a un sistema de esta envergadura tecnológica en el sector minero estatal. Para posteriormente proponer una estrategia para su implementación, operación en la organización y asegurar su continuidad operacional.

Se describen sectores industriales que han sido apoyados de forma exitosa por las herramientas de inteligencia de negocio, para continuar con una mirada al sector minero chileno y en detalle el caso de Codelco Chile División Andina. Para ésta última, este trabajo se dividirá en tres etapas principales; primero revisión de la herramienta existente de inteligencia de negocio, que utiliza el Centro Integrado de operación, en segundo lugar el estado actual de la herramienta de inteligencia de negocio, su aporte en la gestión de producción y apoyo a la toma de decisiones de la gerencia de Operación, para finalizar con una propuesta de estrategia transversal a la organización que permita mejorar su uso dentro de la compañía y asegurar la continuidad operacional.

La relevancia de este trabajo sobre la herramienta de inteligencia de negocio utilizada en División Andina, es definir, si existe un aumento en la creación de valor en la cadena productiva por haber instalado y utilizado este tipo de tecnologías y el aporte que generan la herramienta de inteligencia de negocio, como apoyo a la toma decisiones del centro integrado de operación.-

## **Abstrac**

The mining industry is in constant challenges to improve profitability, facing labor disruptions, falls in metal prices, rising energy costs, relationship with the community and the environment, among others. To confronty these scenarios is essential for mining companies, implement strategies that enable it to position itself as a benchmark in efficiency, for the purpose of to successfully overcome these market swings. A real option for improvement is to integrate business intelligence.

Most companies generate large volumes of information and this is only stored and rarely revised therefore worse than no information available, is to have a lot of information available and not knowing what to do with it, is for this reason that tools business intelligence, allow us, with existing and stored information, create scenarios, prognostics and reports to aid decision-making, which translates into a competitive advantage. The objective of this work is to identify the status and use of the tool business intelligence, installed between 2008 to 2010, Codelco Chile Andina Division, use from its implementation to the present, in order to be able to identify critical problems affecting a system of this magnitude technology. To later propose a strategy for implementation and operation in the organization.

Industrial sectors that have been successfully supported by business intelligence tools, to continue with a view to the Chilean mining sector and in particular the case of Codelco Chile Andina Division are described. For the latter, the research will be divided into three main stages; first review of the tool business intelligence using the Integrated Operations, second Center the current state of the intelligence business tool and its contribution in production management, ending with a proposed strategy to improve the use of these tools within the company.

The relevance of this research tool business intelligence used in Andina Division, is to define, if there is an increase in the creation of value of the mining company to have installed these technologies and the contribution that generate intelligence tool business, to support the decision making of the Integrated Operations Center

## **DEDICATORIA.**

A mi amada esposa Andrea, quien fue un pilar fundamental para desarrollar este post grado y completarlo con éxito, y a mi hermana Leonora quien siempre me apoyo en el deseo de seguir avanzando en mis estudios.

## TABLA DE CONTENIDO

### Contenido

<b>CAPITULO 1</b> .....	1
1. Introducción.....	2
2. Objetivo y Alcance .....	3
3. Metodología. ....	3
4. Inteligencia de negocio.....	4
<b>CAPITULO 2</b> .....	7
1. Estado del arte.....	8
1.1. Entretenimiento .....	8
1.2. Agro.....	9
1.3. Petróleo y Gas .....	9
1.4. Energía y servicios .....	9
1.5. Minería .....	10
1.6. Minería en Chile.....	11
1.6.1. Caso Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi.....	11
1.6.2. Caso Anglo American, Operación los Bronces .....	12
2. Problema.....	14
3. Solución .....	16
3.1. Incorporar Nuevos Paradigmas en la Gestión Minera.....	16
• Modelo de Transformación:.....	16
• Modelo del Flujo:.....	16
• Modelo del Valor: .....	16
3.1.1. Modelo de Transformación .....	17
Concepto: .....	17

Principio de Minimización de Costo .....	17
Principio de Valor .....	17
3.1.2. Modelo de Flujo .....	17
Concepto: .....	17
Principio de Reducción de Pérdidas .....	17
Principio de Reducción de Tiempo de Ciclo:.....	17
Principio de Simplificación:.....	18
Principio de Aumento de Flexibilidad: .....	18
Principio de Aumento de Transparencia: .....	18
3.1.3. Modelo del Valor .....	18
Concepto: .....	18
3.2. Estrategia del Modelo Integrado de Operaciones .....	21
3.2.1. Primer Prototipo Funcional del Modelo Integrado de Operaciones..	23
3.2.2. Proceso de Planificación Colaborativa.....	25
3.3. Nuevas Evoluciones del Primer Prototipo Funcional del Modelo Integrado de Operaciones .....	26
4. Descripción de la herramienta.....	27
4.1. Herramienta de Inteligencia de Negocio .....	27
4.1.1. Acceso a Plataforma OBIEE .....	28
4.1.2. Vista de análisis .....	28
4.2. Aplicación para usuarios de la herramienta de inteligencia de negocio	36
4.2.1. Etapa de creación de reportes .....	39
<b>4.3. Potencialidad para la toma de decisiones generadas por la herramienta de inteligencia de negocio.....</b>	<b>40</b>
5. Consecuencia Aumento de Variabilidad del flujo de mineral, por no gestionar con plataforma tecnológica.....	41
<b>6. Factores que incidieron en el desuso de la herramienta de inteligencia de negocio.....</b>	<b>42</b>

CAPÍTULO 3 .....	46
1. Estado actual de la herramienta.....	47
2. Cambio de tecnología .....	47
<b>3. Diferencias de funcionalidades de los Sistemas .....</b>	<b>51</b>
<b>3.1. Comparación de funcionalidad.....</b>	<b>52</b>
4. Encuesta personal Andina sobre funciones del Centro Integrado de Operación (CIO).....	53
5. Conclusión Capitulo 3 .....	56
CAPITULO 4 .....	57
<b>1. Propuesta de Mejora.....</b>	<b>58</b>
<b>1.1. Fase Técnica.....</b>	<b>59</b>
1.1.1. <b>Etapa 1.....</b>	<b>59</b>
1.1.2. Etapa 2.....	60
1.1.3. Etapa 3.....	60
1.1.4. Etapa 4.....	60
1.1.5. <b>Etapa 5.....</b>	<b>60</b>
<b>1.1.6. Evaluación Económica propuestas.....</b>	<b>62</b>
1.1.7. .Conclusión de Propuestas Evaluación Económica .....	65
<b>1.1.8. Desarrollo Etapa 4 .....</b>	<b>65</b>
1.1.9. Antecedentes Etapas 5.....	65
<b>1.2. Fase Organizacional. ....</b>	<b>66</b>
<b>1.2.1. Plan de acción para la segunda etapa .....</b>	<b>67</b>
CAPITULO 5 .....	69
<b>1. Conclusión.....</b>	<b>70</b>
BIBLIOGRAFIA. ....	73
Anexos .....	1
ANEXO 1 “Detalle encuesta Realizada”.....	82
ANEXO 2 “Requerimientos Tecnológico Centro Integrado de Operaciones” ..	83

ANEXO 3 “Evaluación Económica de Alternativas” .....	84
ANEXO N°4 “Detalle Propuestas” .....	85

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: “Tabla de Industrias”:	8
Ilustración 2: Mapa de la ubicación de las principales mineras en Chile-fuente: Minería Chilena .....	11
Ilustración 3: Variabilidad del flujo de mineral para un proceso minero.....	14
Ilustración 4: Diagrama de bloques correspondiente a la plataforma de Inteligencia de la producción para realizar la gestión y control de la variabilidad del flujo de mineral. ....	15
Ilustración 5: Esquema de gestión tradicional para el proceso minero.....	16
Ilustración 6: Nuevo paradigma de gestión para el proceso minero.....	19
Ilustración 7: Modelo de procesos para el paradigma del Modelo Integrado de Operaciones (MIO).....	20
Ilustración 8: Diagrama del autómatas representativo del MIO.....	21
Ilustración 9: Estrategia del MIO. ....	22
Ilustración 10: Esquema representativo del estado actual del modelo MIO y de los aspectos relevantes adicionales para la evolución del MIO.....	26
Ilustración 11: Descripción gráfica del proceso que administra la herramienta de Inteligencia del negocio. Fuente: DGIO.....	27
Ilustración 12: Acceso a Sistema Herramienta Inteligencia Negocio. Fuente: MIO .....	28
Ilustración 13: Descripción Análisis Integrado de negocio Andina. Fuente MIO .....	29
Ilustración 14: análisis en tiempo Real, selección de Reporte. Fuente MIO.....	29
Ilustración 15: Descripción gráfica de reportes. Fuente MIO.....	29
Ilustración 16: Descripción de reporte proceso Mina Rajo y Subterránea. Fuente MIO .....	30
Ilustración 17: Descripción Gráfica de proceso de Conminución. Fuente MIO .	30



Ilustración 18:Descripción gráfica de Variabilidad. Fuente MIO .....	31
Ilustración 19:Descripción gráfica Proceso de Selección Colectiva. Fuente MIO .....	31
Ilustración 20: Descripción gráfica de la producción de cobre. Fuente MIO.....	32
Ilustración 21:Descripción gráfica de Cu Larox. Fuente MIO .....	32
Ilustración 22:Descripción gráfica salida de Molibdeno. Fuente MIO .....	33
Ilustración 23: Descripción gráfica Análisis histórico para mina Rajo. Fuente MIO .....	33
Ilustración 24: Descripción gráfica del proceso mina Rajo en histórico de tiempo. Fuente MIO.....	34
Ilustración 25: Descripción gráfica de Análisis de recursos , en tiempo real . Fuente MIO .....	34
Ilustración 26; descripción de promedio por año de recursos para producción .Fuente MIO .....	35
Ilustración 27: Descripción Promedio de recursos para molino SAG. Fuente MIO .....	35
Ilustración 28: mantenedor de umbrales. Fuente: MIO .....	36
Ilustración 29: mantenedor de umbrales para análisis de causalidad. Fuente MIO .....	37
Ilustración 30: descripción de análisis de Ganancia. Fuente MIO .....	37
Ilustración 31: Descripción básica de umbrales para Línea Convencional. Fuente: MIO .....	38
Ilustración 32: Mantenedor de Umbrales. Fuente: MIO.....	39
Ilustración 33: Descripción gráfica para modelamiento Cubos. Fuente: MIO...	39
Ilustración 34:Dashboard analógico. Fuente MIO .....	40
Ilustración 35: Descripción básica del Proceso con Herramienta BI. Fuente Elaboración Propia.....	41
Ilustración 36: diagrama Ishikawa: Fuente: Elaboración Propia.....	44
Ilustración 37: ponderación en el grado de incidencia de los factores. Fuente: Elaboración Propia.....	45
Ilustración 38: Monitoreo en línea Nivel 16, KPI`s relevantes Rendimiento, Tonelaje. Fuente: Elaboración Propia .....	48

Ilustración 39 Descripción: Describen los estados en que se encuentra cada equipo CAEX, mantenimiento, operativo, demoras y reservas. Fuente. Elaboración Propia .....	49
Ilustración 40. Descripción: Monitoreo Mina Rajo, KPI`s relevantes Rendimiento, Tonelaje, Producción, para los equipos carguíos y CAEX. Fuente Elaboración Propia .....	50
Ilustración 41: Descripción gráfica de resultado de encuesta aplicada en división Andina, Fuente Elaboración propia .....	55
Ilustración 42 Propuesta de Estrategia para Implementación y continuidad operación de la PIDGIO (Plataforma Informática Dirección Gestión Integrada de Operaciones).- Fuente: Elaboración propia.....	59
Ilustración 43: Etapa de implementación fase técnica. Elaboración propia.....	61
Ilustración 44: diagrama explicativo segunda etapa de implementación de Estrategia, elaboración propia.....	68



**CAPITULO 1**  
**INTRODUCCION HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO**

## 1. Introducción

Los avances tecnológicos hoy en día, son comunes en muchas áreas y conocidos por mejorar sustancialmente los niveles de ingreso de las empresas que introducen estos avances en la gestión de su negocio, sin embargo, el uso, el grado aprovechamiento y las mejoras que se podrían lograr, están muy relacionadas con tres aspectos fundamentales, al momento de instalar y utilizar estas tecnologías:

- Madurez de la organización.
- Modelo de trabajo que acompañara la herramienta de inteligencia de negocio.
- Gestión de la herramienta, personal calificado.

Estos aspectos terminarán por definir el grado de valor que la herramienta de inteligencia de negocio aportará, por tanto, es responsabilidad de las organizaciones que adquieren este tipo de tecnologías informarse acerca de las necesidades especiales que se requieren para gestionar de forma correcta la continuidad operacional de la plataforma tecnológica y el modelo de trabajo asociado con el fin de encontrar el correcto equilibrio entre costo/beneficio, que podría generar el implementar una herramienta con las características de una plataforma de inteligencia de negocio orientada al apoyo en la toma de decisiones de la operación, dentro de la organización.

Lo que motiva esta memoria es precisamente, realizar una investigación que permita definir qué ocurrió con la implementación de una herramienta de inteligencia de negocio en División Andina, específicamente en su Centro Integrado de Operaciones (CIO) entre los años 2008 y 2015. Para lograr llevar a cabo esta investigación y obtener resultados concluyentes el proceso se realizara por medio de un análisis descriptivo del modelo de trabajo que se implementó en conjunto con la herramienta, un análisis técnico sobre la herramienta de inteligencia de negocio desde sus inicios hasta la actualidad, para continuar con una etapa de diagnóstico que permita definir una estrategia a seguir en cuanto a los resultados obtenidos. Con el fin de aportar conocimiento sobre una implementación ya realizada con una herramienta del tipo inteligencia de negocios en minería, su experiencia como organización, las mejoras que esta pudo lograr en su transitar durante estos años hasta la actualidad (2015), el grado de apoyo al Centro Integrado de Operaciones en el desarrollo de su gestión, el estado actual de la herramienta y su aporte en la cadena de valor de la organización y a partir de este punto, definir, si es una herramienta que genere valor dentro de la minería.

El desarrollo de esta investigación permitirá ver de forma generalizada el uso de las herramientas de inteligencia de negocio (casos de éxito), en distintos ámbitos productivos para luego acotar a una exposición más cercana en minería chilena y luego ver en forma detallada el caso particular de División Andina, que podría ser considerada como una pionera en la implementación y utilización de este tipo de tecnologías, en la minería en Chile.

Una vez finalizada la investigación y con una clara visión del estado de la herramienta de inteligencia de negocio, se espera generar una estrategia que

en el futuro sirvan de guía para ser consideradas al momento de evaluar la instalación y utilización de herramientas de inteligencia de negocio, dentro del Centro Integrado de Operación en División Andina.

## **2. Objetivo y Alcance**

La implementación de herramientas de inteligencia de negocio en la organización, permite el control de los procesos, generación de escenarios y la toma de decisiones oportunas en apoyo a la operación de las distintas etapas productivas, lo que se traduce en la optimización de los procesos, lo que a su vez genera, mejoras económicas a la compañía. Para que se dé esta relación, es necesaria una continuidad operacional bien definida de la herramienta de inteligencia de negocio y el modelo de trabajo asociado a ella. Conocer el grado de madurez de la organización, contar con trabajadores con las competencias necesarias para la utilización de este tipo tecnologías y tener personal calificado que asegure la continuidad operacional de la herramienta, son los factores que deben estar presentes en un centro integrado de operación exitoso. Es por esto que este trabajo tiene los siguientes objetivos:

- Contextualizar el uso de las herramientas de inteligencia de negocio en las distintas industrias y los casos de aplicación en la industria minera, a nivel nacional.
- Analizar el caso de aplicación (experiencia obtenida), resultados, estado actual de la gestión del centro integrado de operación y de la herramienta de inteligencia de negocio de División Andina.
- Conocer las causas del reemplazo de la herramienta de inteligencia de negocio y sus consecuencias para la División Andina.
- Proponer una estrategia que considere mejoras y/o soluciones a la situación actual del centro integrado de operación.
- Esto se realizará a través de una propuesta integral y transversal a la organización, que considere la parte técnica de una herramienta de inteligencia de negocio (hardware/software), la organización y la correcta gestión de cambio, entre otros, de manera que la herramienta de inteligencia de negocio sea sustentable en el tiempo.

## **3. Metodología.**

La metodología que se utilizará en este trabajo será la siguiente:

- Investigación descriptiva de la literatura internacional referente a sectores económicos, que han sido apoyados por la herramienta de inteligencia de negocio. A través de la exposición de casos de éxito en distintos sectores industriales y la implementación actual de este tipo de tecnologías en el área minera en Chile y en

detalle en el centro integrado de operación de Codelco Chile División Andina.

- Diagnóstico de la herramienta de inteligencia de negocio y el modelo de trabajo asociado a ella, en Codelco Chile División Andina. A través de la revisión de la arquitectura informática del sistema, funcionalidad de la plataforma tecnológica, a nivel de usuarios, gestión interna de la herramienta (mantenibilidad) y hardware que sustenta la herramienta de inteligencia de negocio, analizando forma de operación y reportes entregados la toma de decisiones en la operación.
- Descripción y comparación de la situación actual de la herramienta de inteligencia de negocio instalada en Codelco Chile División Andina, versus, los desarrollos presentes (año 2015). Esto se realizará mediante la revisión y evaluación del nuevo esquema de sistemas web y sistemas de apoyo con que opera en la actualidad el centro integrado de operación.
- Aplicación de encuestas a personal transversal a la organización y con especial énfasis en el área de operaciones, además de participantes directos del desarrollo del proyecto original, para establecer las causas que generaron el reemplazo de la Herramienta de inteligencia de negocio.
- Luego de concluir la investigación de los puntos anteriores, se expondrán los resultados y el diseño de una estrategia con las posibles mejoras o recomendaciones para la continuidad de la herramienta de inteligencia de negocio, en Codelco Chile División Andina, esto se realizará por medio de una propuesta que consistirá en una estrategia reutilización del potencial de una herramienta de inteligencia de negocio, en apoyo a la toma de decisiones dentro de la operación.

#### **4. Inteligencia de negocio**

Es la habilidad para transformar los datos en información y la información en conocimiento con la idea de que se pueda mejorar el proceso de toma de decisiones en los negocios. (Calzada y Abreu (2009)- "The impact of business intelligence tools in executive business decisions" [http://www.spentamexico.org/v4-n2/4\(2\)%2016-52.pdf](http://www.spentamexico.org/v4-n2/4(2)%2016-52.pdf)> [consulta: 07 de Agosto de 2015])

La inteligencia de negocio actúa como un factor estratégico para una empresa u organización, creando una potencial ventaja, la que consiste en proporcionar información privilegiada para responder a los problemas de negocio en los siguientes aspectos, control financiero, optimización de costos, planificación de la producción, rentabilidad de un producto concreto, etc...

En definitiva, una solución tecnológica como la implementación de una herramienta de inteligencia de negocio permite:

- Observar ¿qué está ocurriendo?
- Comprender ¿por qué ocurre?
- Predecir ¿qué ocurriría?
- Colaborar ¿qué debería hacer el equipo?
- Decidir ¿qué camino se debe seguir?

El concepto de herramienta de inteligencia de negocio no es nuevo, desde que la idea fue introducida a mediados de los años 60 (<http://www.itmadrid.com/blog/que-es-inteligencia-de-negocios-business-intelligence/>), no ha dejado de evolucionar a soluciones más efectivas y adaptadas al nuevo entorno tecnológico imperante. Con el precio del hardware en descenso, procesadores más potentes, la hegemonía de Internet-Web, Internet de las cosas (internet of things) y software de gestión más eficientes. El concepto de inteligencia de negocio (BI) se coloca al alcance de muchas organizaciones modernas quienes están interesadas en maximizar sus inversiones en el área informática y mejorar sus procesos.

El DSS (Decision Support Systems) fue el origen de todo, luego aparecieron conceptos similares, tales como los EIS (Executive Information Systems), hasta llegar al estado del arte actual, los BI's y BI-Web. Los pioneros del campo fueron el Dr. Ralph Timbal, considerado el creador del DSS, y Bill Inmon, considerado el padre del Data Warehouse. (Cerdeña, 2010)

Las herramientas de inteligencia de negocio son una necesidad. Entre las principales razones que justifican una inversión en herramientas de inteligencia de negocio se pueden señalar:

- Visibilidad de lo que está pasando en el negocio
- Informes / reportes centralizados
- Análisis de tendencias y “predicción” del futuro
- Toma de decisiones efectivas sobre procesos que funcionan de forma correcta o proceso que no funcionan de forma correcta
- Centraliza datos dispersos
- Retroalimentación de las decisiones tomadas y sus resultados
- Oportunidades de mejoras constantes

Los principales “productos” de las herramientas de inteligencia de negocio usualmente son los siguientes: Cuadros de Mando Integrales, Dashboard corporativos, KPI (Key Performance Indicators), CPI (Corporate Performance Indicators), reportes y gráficos de todo tipo, entre muchos otros. Para lograr lo anterior la herramienta de inteligencia de negocio solo necesita la inmensa “estela” de datos que va dejando la empresa en sus operaciones diarias. Podríamos afirmar que la empresa está cimentada sobre una inmensa “mina” de datos, explotarla y lograr que los datos se conviertan en información de valor es el reto de los proyectos que implementan herramienta de inteligencia de negocio. Su llegada requiere de un análisis de diseño e implementación cuidadosa. Usualmente las empresas emprenden proyectos que integran



herramientas de inteligencia de negocios corporativas, o Data Warehouse corporativos para lograr sus objetivos de análisis de información y búsqueda de oportunidades de mejoras. Las implementaciones tienden a ser por rango o nivel de necesidad de la información: Estratégica, de Gestión u Operacional. Desde un punto de vista tecnológico, el elemento central que genera la implementación de una herramienta de inteligencia de negocio suele ser la centralización de la información para análisis esto generalmente se logra por medio de un DataWarehouse o Datamarts (o ambos). Estos son grandes bases de datos corporativas que albergan datos agrupados y procesados usualmente por dimensiones: región o área, tiempo, producto, unidad de negocio, entre otras para generar información disponible, con el fin de que las herramientas de inteligencia de negocio se complementen y puedan ser más exactas en su apoyo a la toma de decisiones. (IT Madrid (2008) “Qué es Inteligencia de Negocios (Business Intelligence)” <<http://www.itmadrid.com/blog/que-es-inteligencia-de-negocios-business-intelligence/>> [consulta: 09 de julio de 2015 ] ).

**CAPITULO 2**  
**ANALISIS DE**  
**HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO**

# 1. Estado del arte

Estado del arte para las herramientas de inteligencia de negocio. Se describe a continuación una muestra de áreas empresariales, que han utilizado de forma exitosa las herramientas de inteligencia de negocio, en distintos sectores productivos, con la finalidad de dejar claro la validez y el aporte que genera el trabajar apoyado por medio de este tipo de tecnologías. (Ilustración N° 1)

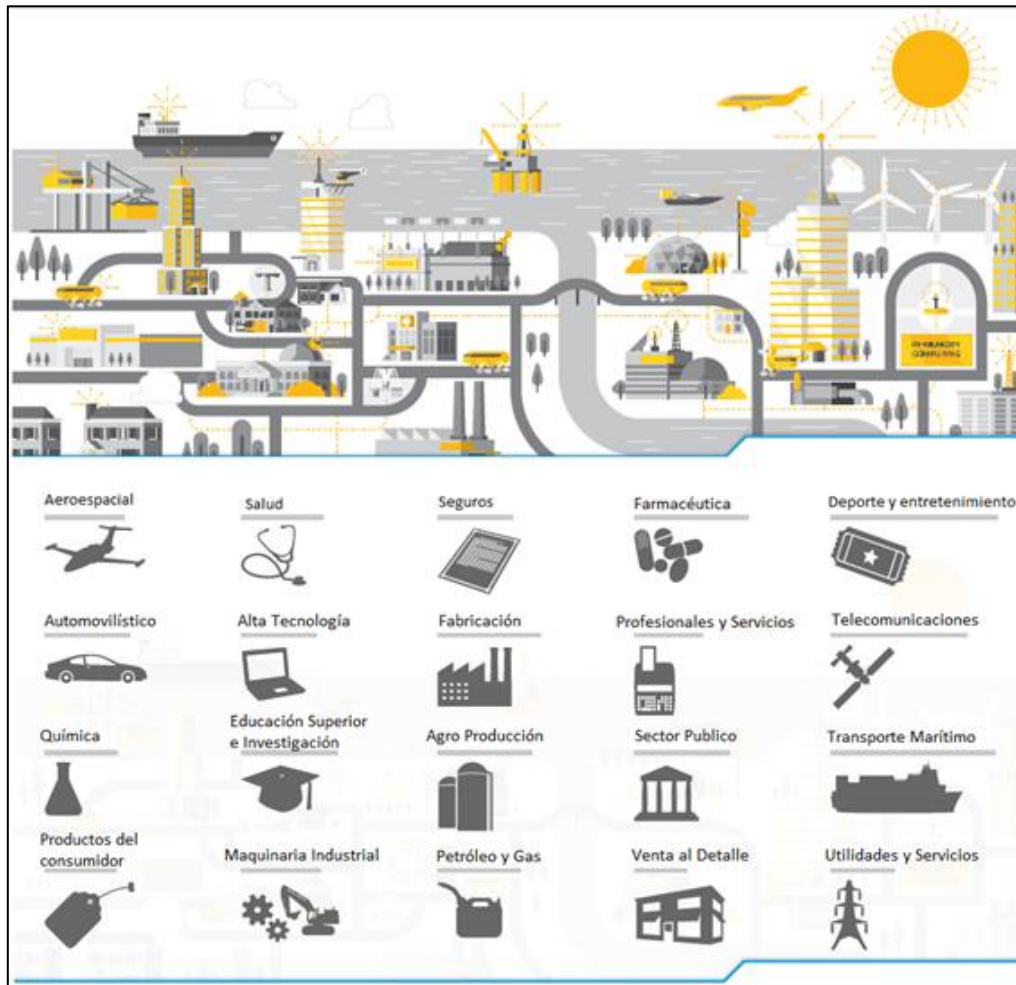


Ilustración 1: "Tabla de Industrias": Existen alrededor de 27 industrias que utilizan herramientas tecnológicas de inteligencia de negocio y que se encuentran a la vanguardia de sus áreas productivas. **SAP 4Hana, SAP**

## 1.1. Entretenimiento

### FOX

20Th Century Fox utiliza BI para predecir qué actores, argumentos y filmes serán populares en cada vecindario. Evitando ciertos argumentos en cines específicos, la compañía tiene ahorros de aproximadamente \$100 Millones de dólares alrededor del mundo cada año. Esa misma tecnología utilizan para seleccionar los "trailers" (cortos previos a la presentación de una película) alternativos para cada película en cada cine y así maximizar las ventas. Una película puede tener varios "trailers" diferentes, cada cual puede percibirse de

diferente forma por cada tipo de audiencias. De ahí la importancia de enviar el "tráiler" correcto para la audiencia correcta.-

## **1.2. Agro**

### **Jhon Deer**

Los sistemas BI de Jhon Deer no predicen el futuro, sino que lo planifican. Esta empresa manufacturera de equipo agrícola, mejora su negocio dando a los clientes una gran variedad de opciones en los productos que ellos pueden requerir, obteniendo millones de permutaciones para cada opción. Esto es grandioso para el área de marketing pero no tanto para el área de manufactura. John Deer solucionó este problema empleando inteligencia computarizada que aprende a "criar" agendas mejor de lo que lo harían los seres humanos. El equipo agrícola ahora fluye más suavemente a través de la línea de producción. Así como estos casos, existen una gran cantidad de casos de aplicación exitosa de sistemas de BI, que han brindado una verdadera inteligencia al negocio, proporcionándole no solo una notoria eficiencia y ventaja competitiva, sino que a la larga puede ser la diferencia entre la supervivencia o desaparición de la empresa.

## **1.3. Petróleo y Gas**

### **Pacific Drilling S.A**

La operación de un buque de perforación en aguas extremadamente profundas, corresponde a una ejecución constante 24/7 y el máximo de eficiencia es crucial para la operación del día a día. Las operaciones de Pacific se encuentran en el golfo de México, Brasil y el Oeste de África. Por el hecho de tener operaciones distanciadas geográficamente y con puntos de extracción aislados, es fundamental ser preciso en la cadena de suministros y la gestión de operaciones, (adquisiciones, finanzas, inventario, etc.). La solución que implemento Pacific para ordenar y mejorar en tiempo real su gestión corresponde a la implementación de BI, logrando coordinar de forma correcta la operación de los 4 buques de perforación ultra profunda, generando disminución de costos y aumentando la rentabilidad de las operaciones en un 27%.-

## **1.4. Energía y servicios**

### **Alliander**

Es una empresa dedicada a servicios que proporcionan gas y electricidad a más de 3 millones de clientes en los países bajos además cuenta con inversiones en minería referente a Rodio y otros metales de compleja extracción, precisamente para esta área productiva, es que, Alliander integro sus sistemas informáticos a una plataforma BI, con análisis en tiempo real de comportamiento de las diferentes minas, obteniendo resultados favorables en las operaciones de las dos minas que fueron piloto, en esta apuesta, en el futuro considera la integración de sus 5 yacimientos para ser controlados y operados por sistemas inteligentes del tipo BI.-

## 1.5. Minería

### Rio Tinto

Rio Tinto es un líder internacional de negocios relacionados a la industria minera involucrados en cada etapa de la producción de mineral, el grupo está compuesto por Rio Tinto PLC, que cotiza en la bolsa de metales de Londres, y Rio Tinto Limited, que cotiza en la Australian Securities Exchange. Una de las estrategias que se encuentran utilizando en la actualidad consiste en el análisis de Big Data (Grandes Volúmenes de Datos) en su centro de excelencia, para impulsar mejoras en la productividad.

Con fecha 3 de mayo del 2015, Rio Tinto inicia un proceso tecnológico de análisis de Big Data, para mejorar la productividad, en su centro de excelencia, para mejoras significativas en productividad a nivel global. El centro evalúa volúmenes masivos de datos capturados por el conjunto de sensores integrados a cada uno de sus procesos productivos, la información permite a los expertos por medio de sus teléfonos móviles, predecir y prevenir averías de motores, mejoras en tiempo de inactividad, aumentando significativamente la productividad y seguridad.

Usando matemáticas predictivas, aprendizaje automático y modelos avanzados integrados a herramientas de inteligencia de negocio en conjunto con equipos informáticos especializados, han logrado desarrollar sistemas que predicen y aplican correcciones en tiempo real a los procesos productivos.

El centro de excelencia en Pune (India), estará trabajando para identificar una serie de posibles problemas y corregirlos antes de que ocurran. Esto generara una reducción en los costos, mejorara los tiempos de mantenimiento y evitara las pérdidas de producción por averías no previstas.

Ejecutivos de tecnologías e Innovación del grupo Rio Tinto por medio de Greg Lilleyman dijeron “La excelencia analítica en los centros de análisis y tecnologías, nos permitirá extraer el máximo valor de los datos que estamos capturando, por medio del desempeño de nuestras herramientas tecnológicas (BI, RTD), la mayor cantidad de datos provenientes de nuestro equipos es analizada, obteniendo resultados, que de otra forma no podrían haber sido previstos, es decir descubrimos opciones de mejoras que no habrían sido vistas de otra forma , que no fuera por el análisis de Big Data.

Se trata de una primicia a nivel mundial para la industria de la minería y es parte de la búsqueda incesante que lleva a cabo Rio Tinto, por mejorar los niveles de productividad y ganancias en un negocio cada vez más difícil.

Para un futuro a corto plazo y dado las experiencias ya obtenidas, el alcance del proyecto se extendido a determinar de forma lo más exacta posible, el rendimiento operativo de todos sus equipos, logrando predecir hoy, lo que ocurrirá mañana. Se está cambiando el mundo y el concepto de minería, integrando la experiencia humana en conjunto con la de la máquina, inteligencia conjunta que brinda más apoyo y mayor continuidad a las operaciones.

## 1.6. Minería en Chile.

A pesar de la gran cantidad de empresas mineras existentes en Chile, existe una baja integración y utilización de las tecnologías de información orientadas a la inteligencia de negocio.



Ilustración 2: Mapa de la ubicación de las principales mineras en Chile-fuente: Minería Chilena

Es común confundir la automatización como un proceso de inteligencia de negocio, por este motivo muchas empresas mineras adquieren tecnología de las cuales muy pocas veces se obtiene conocimiento y a través de este poder generar valor a la cadena productiva, por lo tanto es aún más complejo entender y utilizar una herramienta de Inteligencia de Negocio. Si a esto se le suma que la cultura minera chilena, continúa con una mirada desconfiada de realizar minería con este tipo de tecnologías específicamente herramientas de inteligencia de negocio, los ejemplos a nivel nacional de utilización de este tipo de tecnologías son escasos y comúnmente son iniciativas parciales de un área dentro de una organización

Para demostrar lo anterior se expondrán de forma generalizada, dos empresas consideradas relevantes dentro del ámbito minero, quienes aún no operan con herramientas de inteligencia de negocio.-

### 1.6.1. Caso Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi

Existió un proyecto TI de integración de múltiples fuentes de datos con una herramienta ORACLE, Data Integrator 11g, que consiste en la construcción de un cubo con datos operacionales y financieros. Este proyecto se vio finalizado

debido a que el grupo de trabajo que integraba este proyecto, ya no se encuentra en la compañía.

En la actualidad en Collahuasi operan con un reporte WEB, que si bien no es un reporte que se desprenda de una herramienta de Inteligencia de Negocio, es un primer intento de integración de sistemas de información, llamado reporte de VPO, este reporte está compuesto por información de toda la cadena de valor de la empresa, además se encuentran en un proceso de integración de sistemas informáticos (PISystem de OSISOFT) que incluye los datos de perforación, palas y camiones, con el fin de realizar trazabilidad desde a mina al puerto, en operación se encuentra solo Chancado al puerto.

Existe también en paralelo el CCR, (que corresponde al sistema documental en portal WEB) el desarrollo de un Dashboard de control de gastos, por contratos que integra datos de finanzas y Ellipse. La finalidad es implementar un cubo de integración de datos, el proyecto tiene una duración de 10 meses y se encuentra en su segundo mes de avance.-

Por último, algunas operaciones que han trabajado con herramientas de Inteligencia de Negocio, han sido utilizados como mecanismos de detención de fallas en correa de chancado (sin obtener los resultados esperados), generación de proyecciones diarias, para determinar puntos de operación óptimos de apoyo a los sistemas de expertos asociados, orientado principalmente a los sistemas SAG.-

Si bien existen proyectos que buscan la integración de herramientas de inteligencia de negocio, se puede apreciar, que estas no han sido utilizadas correctamente, arrojando resultados que no eran los esperados.-

### **1.6.2. Caso Anglo American, Operación los Bronces**

En la Operación de Filial de Anglo American, Los Bronces, se cuenta con un Sistema de Control Integrado (ICS) que ha demostrado ser un diferenciador clave que impulsa la rentabilidad en la industria minera.-

Un ICS permite a la operación de Los Bronces alinear mejor sus actividades y objetivos operativos del día a día con los objetivos de la Iniciativa de Valor de conducción Anglo American por la explotación de oportunidades de optimización en tiempo real que mejorará la rentabilidad de la operación. Un sistema de control avanzado de procesos (APC) es una de las herramientas que forman parte de un ICS, que proporcionará la agilidad para implementar fácilmente y mantener las fórmulas de procesamiento óptimas en las diversas plantas de procesamiento de Los Bronces. Un ICS que permite la integración de los sistemas de control de la mina (tales como el Sistema de Gestión de Flotas - FMS) con los sistemas de control de la planta (sistemas de APC propuestas) a través de la Cadena de Valor Los Bronces abrirá oportunidades de optimización importantes que pueden ser explotadas.

La operación Los Bronces no tiene un ICS que integra los sistemas de control mina existente (FMS) con el fresado existente y flotación Sistemas de APC Planta. En 2013 la operación Los Bronces reconoció la necesidad de un ICS y

comenzó la aplicación del control Fuzzy Logic (una de varias tecnologías APC disponibles). Hay varios controladores de lógica Fuzzy desplegados en la planta de molienda Confluencia y Los Bronces, así como la planta de flotación Las Tórtolas II.

Para que Los Bronces pueda aplicar plenamente un ICS es necesario ampliar los controladores de lógica Fuzzy y luego implementar modelo basado (MBC) y modelo de control predictivo (MPC). Estos controladores entregará la estabilidad del proceso requerido y la eficacia esperada. Para soportar el diseño e integración de la información, se hace necesaria la adquisición de alguna herramienta tecnológica, que permita el trabajo de grandes volúmenes de datos y soporte los modelos predictivos, para dar apoyo a la gestión diaria de la operación de Los Bronces.-

### **1.6.3. Caso de Investigación Codelco Chile División Andina**

El presente trabajo describe el funcionamiento conceptual asociado al Modelo Integrado de Operaciones (MIO), la problemática abordada y la solución planteada, así como la metodología para la implementación exitosa del MIO en la organización, además de una plataforma informática para el correcto funcionamiento de este modelo. Desarrollada principalmente entre los años 2007 y 2012, el proyecto se estructuró en dos etapas; una que consistía en diseño e implementación del modelo Integrado de Operaciones en un concepto de prototipo y una segunda etapa, que consistía en una versión productiva o final, la cual iniciaría a finales del 2012.

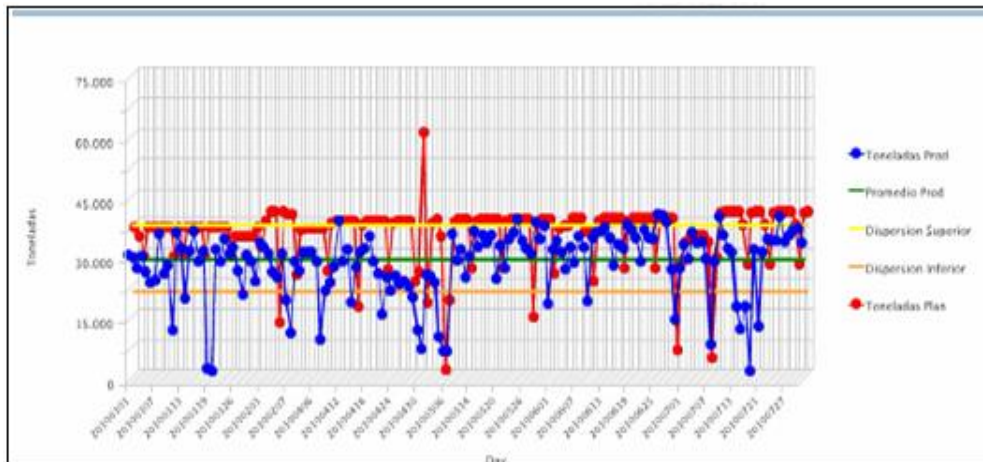
El desarrollo de este trabajo consiste en realizar una investigación que permita responder e identificar las principales variables que incidieron en el desuso del modelo y la pérdida de la herramienta tecnológica, además de desarrollar una estrategia que se presentará como una propuesta de mejora para el centro integrado de operación.



## 2. Problema

### La Variabilidad de los Procesos

Una conocida problemática en la industria minera es la variabilidad de los procesos que afecta sensiblemente tanto los niveles de producción como sus costos.-



**Ilustración 3:** Variabilidad del flujo de mineral para un proceso minero. La línea azul muestra el comportamiento del flujo de mineral para un periodo de un año, se puede observar que existe una gran variabilidad con respecto al plan definido (línea roja).

La solución de este problema ha sido difícil de lograr, debido a que no se ha tenido una métrica adecuada ni la visibilidad en línea (tiempo real) de comportamiento de la variabilidad, hacia todos los actores involucrados (planificación, operación, mantenimiento y gestión), lo que se ha traducido en que no se ha podido gestionar oportunamente los quiebres – fuente de la variabilidad - que se producen en el proceso. En la actualidad, gracias a las herramientas tecnológicas implementadas y los cambios en el proceso de planificación adoptados, se dispone en toda la cadena productiva, de información pertinente, en tiempo real, de la variabilidad para la toma de decisiones conducentes a corregir toda desviación en forma oportuna respecto del cumplimiento de los planes de producción. Estos productos han ayudado a estabilizar sus procesos críticos, disminuyendo la variabilidad de los mismos.

En general, las capacidades de tratamiento de las plantas de reducción de tamaño, concentración y obtención de productos están determinadas por la interacción de múltiples variables.

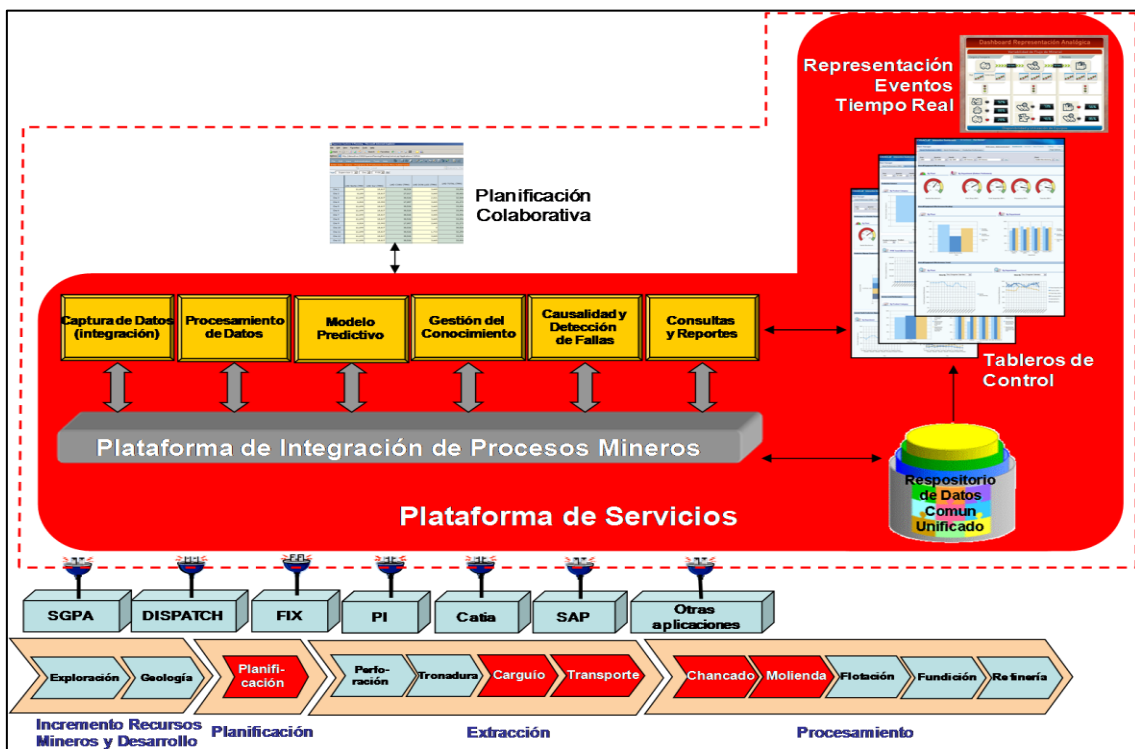
Producir eficientemente en una cadena productiva no sólo implica una alta productividad de cada una de las áreas de la cadena, sino que también la conectividad entre las distintas fases del proceso, ya que la fase más lenta de la cadena limita la producción de las otras y en consecuencia de la totalidad del sistema.

En este contexto, el éxito del proceso productivo radica en su habilidad de gestionar de tal forma de poder medir, controlar, aprender y reducir sistemáticamente la variabilidad del flujo de mineral.

Las fuentes de variabilidad provienen desde todos los frentes de la producción: equipos, procesos, insumos, calidad de la materia prima, comportamiento del flujo, etc. Los impactos de la variabilidad afectan los tiempos de cola, causando congestión en la línea de procesos, también impacta la certidumbre de las tasas de alimentación y el tiempo de proceso. Otra característica de la variabilidad es que se propaga copulativamente, impactando las tasas de alimentación y de entrega de un proceso a otro.

La razón por la cual la variabilidad de los procesos no se discute frecuentemente es simple: medir este factor no es una tarea fácil, ya que se requiere de una plataforma que dé cuenta de ella. Podría ser medida a través de observaciones puntuales en el tiempo, pero esto no deja de ser estático y si las condiciones cambian en el tiempo se pierde la visibilidad de estos cambios.

La plataforma tecnológica descrita en este reporte permite mostrar la variabilidad de los procesos en forma integrada considerando toda la cadena de producción. A esta plataforma, se le ha denominado “Plataforma de Inteligencia de la Producción” y es comandada desde la sala del Centro Integrado de Operaciones (CIO), con el objetivo de obtener mayores oportunidades de capturar valor a través de la optimización global del negocio.-



**Ilustración 4:** Diagrama de bloques correspondiente a la plataforma de Inteligencia de la producción para realizar la gestión y control de la variabilidad del flujo de mineral.

### Gestión Minera Tradicional

El paradigma tradicional aplicado a la industria minera implica una gestión operacional basada en procesos con características estancas, cada unidad tiende a gestionar en forma cerrada o hermética, por lo que existe una visibilidad global nula del flujo de mineral y su variabilidad y la forma en que

esta afecta a los procesos tanto aguas arriba como aguas abajo. Además, la planificación de corto plazo no involucra a todos los actores y sus compromisos (ver figura n°). Lo anterior se traduce en acciones basadas en un modelo de control de gestión ex-post, actuando una vez que los problemas se han desencadenado, y un soporte tecnológico especializado en procesos individuales.

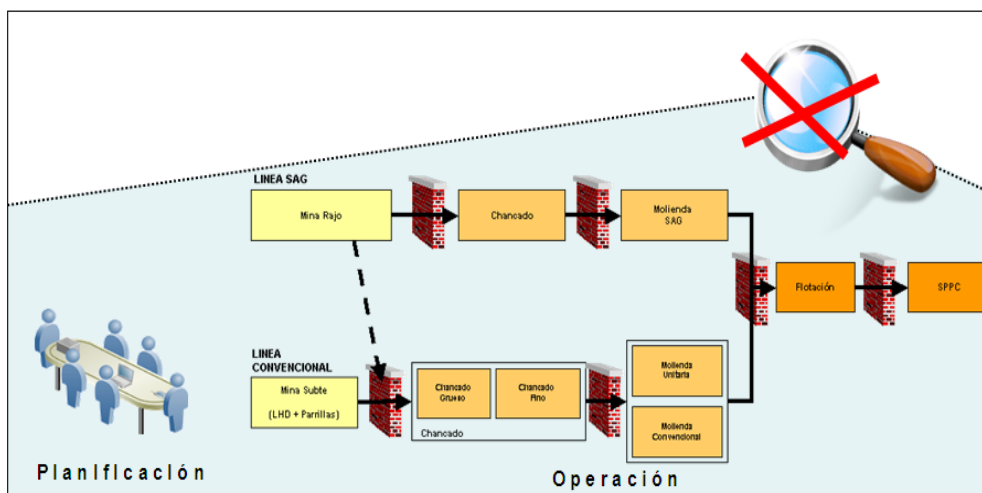


Ilustración 5: Esquema de gestión tradicional para el proceso minero. El paradigma tradicional está basado en procesos estancos en los que la planificación se realiza sin involucrar a todos los actores y especializando el modelo en análisis de tipo histórico con un soporte tecnológico especializado en procesos individuales.

### 3. Solución

#### 3.1. Incorporar Nuevos Paradigmas en la Gestión Minera

Dada la creciente complejidad del proceso de gestión minera se hace necesario incorporar nuevos paradigmas que permitan visualizar, diseñar y gobernar el Negocio en términos de procesos de negocios en lugar de áreas funcionales o centros de costos y optimizar procesos de cadena larga, no de cadena corta (sub-optimización racional versus optimización irracional).

Este nuevo paradigma de gestión sostiene que la producción puede ser concebida de tres formas:

- **Modelo de Transformación:** Proceso de conversión que transforma entradas en salidas.
- **Modelo del Flujo:** Flujo de materiales e información a través del tiempo y del espacio.
- **Modelo del Valor:** Proceso para generar valor para el Cliente.

### 3.1.1. Modelo de Transformación

**Concepto:** Se define como un conjunto de procesos de conversión destinados a transformar las entradas (materias primas, información, equipos) en bienes intermedios o terminados.

**Principios:**

**Principio de Minimización de Costo:**

El costo total de la transformación puede ser minimizado si se reduce el costo de cada uno de los subprocessos que la componen.

**Principio de Valor:** El valor que el proceso de transformación genera, es la diferencia entre el costo (valor) de los productos terminados obtenidos como resultado de la transformación y el costo de las entradas que se usaron en su producción.

### 3.1.2. Modelo de Flujo

**Concepto:** Considera a la producción como un flujo continuo de materias primas e información a través de los procesos productivos, en pro de la obtención de bienes intermedios o finales.

**Principios:**

**Principio de Reducción de Pérdidas:** la complejidad de un producto o proceso aumenta los costos más allá de la suma de los costos individuales de cada paso del proceso en todas aquellas actividades que no agregan valor al producto.

- Excesivos recursos para la producción.
- Sobreproducción.
- Inventario excesivo.
- Inversión en capital no necesaria.

**Principio de Reducción de Tiempo de Ciclo:** El tiempo de ciclo de producción, puede ser reducido si se eliminan del proceso todas aquellas actividades que no agregan valor al producto.

- Tiempo en que el material es procesado.
- Tiempo de espera, movimiento.
- Tiempo de inspección.

**Principio de Reducción de la Variabilidad:** Se basa en que a mayor variabilidad del flujo hay mayores pérdidas en el proceso.

**Principio de Simplificación:** La complejidad de un producto o proceso aumenta los costos más allá de la suma de los costos individuales de cada paso. Procurar la simplificación de la producción, mediante la eliminación de pérdidas y la reestructuración de actividades que agregan valor.

**Principio de Aumento de Flexibilidad:** Se basa en producir una mayor cantidad de productos diferentes en tener capacidad de introducir nuevos productos de manera rápida; en producir en volúmenes de producción flexible en tiempos de entrega adaptable a las necesidades.

**Principio de Aumento de Transparencia:** “El flujo de operaciones desde el comienzo al fin del proceso sean visibles y comprendidos por todos los empleados”.

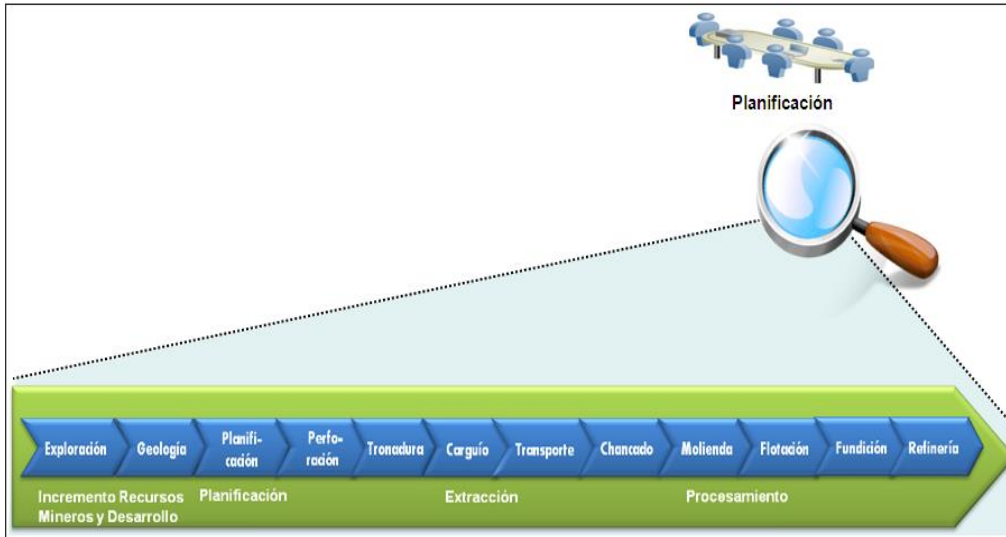
### **3.1.3. Modelo del Valor**

**Concepto:** El modelo de generación de valor, considera a la producción como un proceso destinado a satisfacer los requerimientos de los clientes. Complementando los modelos anteriores, este modelo agrega la participación de un nuevo y fundamental participante del proceso, el cliente, y plantea que el resultado de la producción no es sólo un bien o servicio, sino la percepción de valor por parte del cliente. (Cerdeira, Causa, Peña-2010 “Conceptualización Modelo Integrado De Operaciones – Centro Integrado De Operaciones” Codelco Chile División Andina)

#### **Principios:**

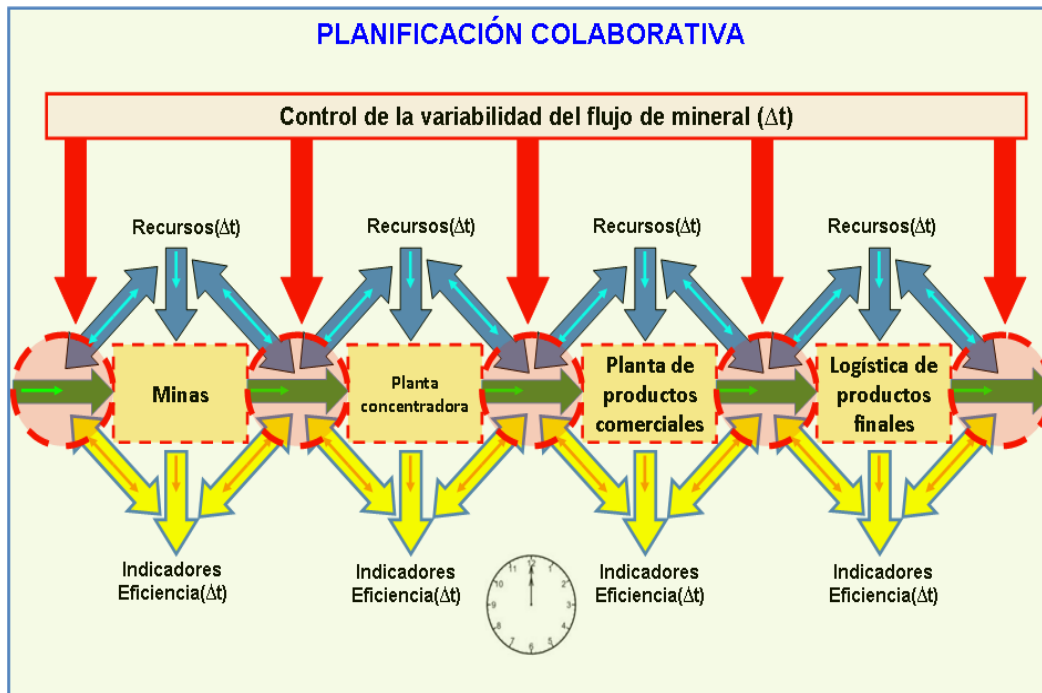
- a) Principio de Captura de Requerimientos de Clientes.
- b) Principio de Propagación Interna de los Requerimientos del Cliente a través de todas las Fases de la Producción.
- c) Completitud de los Requerimientos del Cliente.
- d) Capacidad de Producción del Sistema.
- e) Medición de Valor o Satisfacción del Cliente.

El nuevo paradigma de gestión, que incorpora los 3 modelos anteriormente descritos, permite realizar acciones que permitan integrar los procesos de Negocios donde cada proceso sea cliente del proceso anterior y proveedor del siguiente y utilizar innovadoramente las tecnologías para apoyar este nuevo Modelo Integrado de Operaciones e inducir nuevas prácticas (ver ejemplo de figura n°5).



**Ilustración 6:** Nuevo paradigma de gestión para el proceso minero. Este modelo permite gestionar el negocio de manera integrada eliminando los procesos estancos, haciendo visible el flujo y la variabilidad del mineral y generando herramientas tecnológicas que apoyan el proceso integrado.

Este nuevo paradigma de gestión corresponde al Modelo Integrado de Operaciones (MIO). Bajo este nuevo paradigma, el flujo de mineral es la columna vertebral del proceso productivo y por lo tanto es fundamental gestionar de forma eficiente este activo, para esto es necesario controlar la variabilidad del flujo de mineral, considerando todas las interrelaciones de los distintos procesos productivos, todos los elementos de la cadena y re-alimentando estos procesos de manera tal que los flujos de entrada y salida, recursos e indicadores de eficiencia permitan representar todo el proceso y atacar de forma coordinada la variabilidad, dando énfasis en la dinámica del proceso, es decir considerando el tiempo como una variable de análisis relevante. La figura n°6 muestra un diagrama de procesos general utilizando el paradigma del MIO, el análisis está basado en el control de la variabilidad del flujo y en la Planificación Colaborativa.



**Ilustración 7:** Modelo de procesos para el paradigma del Modelo Integrado de Operaciones (MIO). El objetivo es medir y controlar la variabilidad del flujo de mineral de manera de permitir gestionar más eficientemente el activo flujo de mineral. Para controlar la variabilidad es necesario utilizar la Planificación Colaborativa<sup>®</sup> y las herramientas tecnológicas de la plataforma de inteligencia de la producción.

El MIO integra todos los niveles productivos (operativo, táctico y estratégico). Se sustenta en la existencia de un proceso productivo integrado para el que existen tres tipos de observadores:

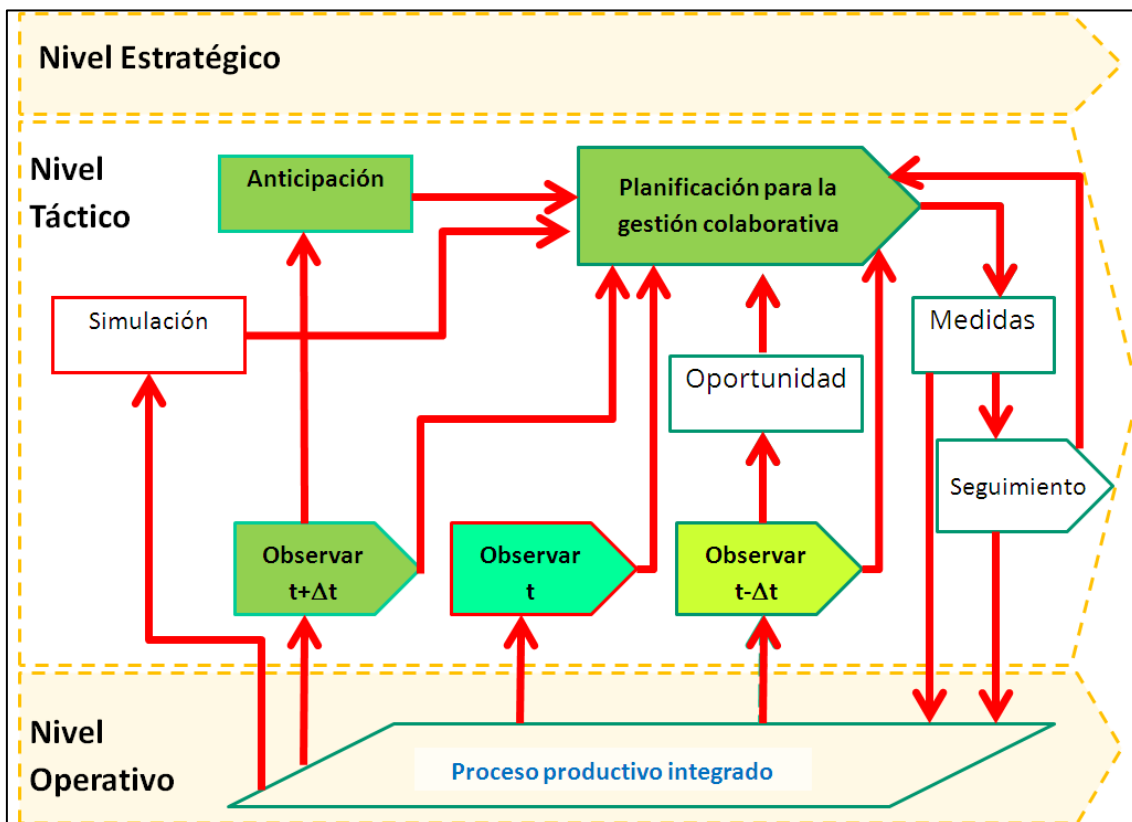
Histórico ( $t-\Delta t$ ): observador tradicional, ve información histórica.

Tiempo real ( $t$ ): observador en línea, ve lo que sucede en ese momento con las variables fundamentales que describen el flujo, la variabilidad y otras variables transversales del proceso.

Anticipativo ( $t+\Delta t$ ): nuevo observador, usa la información histórica y en tiempo real para alimentar modelos de inteligencia computacional de tal manera de anticipar escenarios relevantes para la toma de decisiones (ex-antes) que permitan mantener la estabilidad y por ende administrar y gestionar para controlar la variabilidad del proceso.

Estos observadores permiten en su conjunto generar las acciones y oportunidades necesarias para realizar un proceso de planificación para la gestión colaborativa. Permitiendo a la organización más que predecir el futuro, crearlo, diseñando un escenario deseable, creando las condiciones para lograrlo, basándose en una adecuada definición de actividades, determinando las potenciales dificultades en forma anticipada, con una óptima utilización de los recursos disponibles y con un seguimiento de los compromisos con foco en el flujo de mineral.

La capacidad de estos tres tipos de observadores se encuentra asociado a un sistema informático dentro de la plataforma de inteligencia de la producción. La figura n°7 muestra un diagrama con la descripción del MIO.



**Ilustración 8:** Diagrama del autómata representativo del MIO. El MIO se basa en la existencia de tres tipos de observadores: históricos, tiempo real y anticipativos, los que entregan la información necesaria para realizar las acciones que permitan generar una planificación para la gestión colaborativa.

### 3.2. Estrategia del Modelo Integrado de Operaciones

Para la implementación del MIO se debe utilizar la metodología de “Prototipación Evolutiva”.

La Prototipación evolutiva consiste en que la secuencia de construcción, instalación, pruebas y entrega de cada producto del sistema (prototipo), se realiza con entregas desde lo más simple y rápido de implantar hasta lo más complejo y lento. Considerando el tiempo involucrado en todas las etapas de tal manera que las entregas iniciales comiencen en forma temprana, para luego ir evolucionando este prototipo de manera de llevarlo en cada nueva evolución (etapa) a un nivel de madurez mayor.

La implementación y construcción de las herramientas informáticas para realizar la gestión integrada del negocio, y el correspondiente rediseño del proceso de negocio se sugiere que sea realizada en tres etapas:

La primera etapa denominada Proyecto Prototipo debe consistir básicamente en la conceptualización del problema, experimentación y validación Industrial.



La segunda etapa denominada Proyecto Enlace debe consistir en extender funcionalidades y la implementación de las primeras aplicaciones de la plataforma tecnológica, con el primer diseño del nuevo proceso de Planificación Colaborativa.

La tercera etapa denominada Proyecto Escalamiento debe consistir en una ampliación funcional y técnica de la actual plataforma y la evolución del diseño de la Planificación Colaborativa.

Desde el punto de vista de la estrategia, la tecnología informática se debe utilizar como inductor del cambio para controlar la variabilidad del flujo de mineral, mediante:

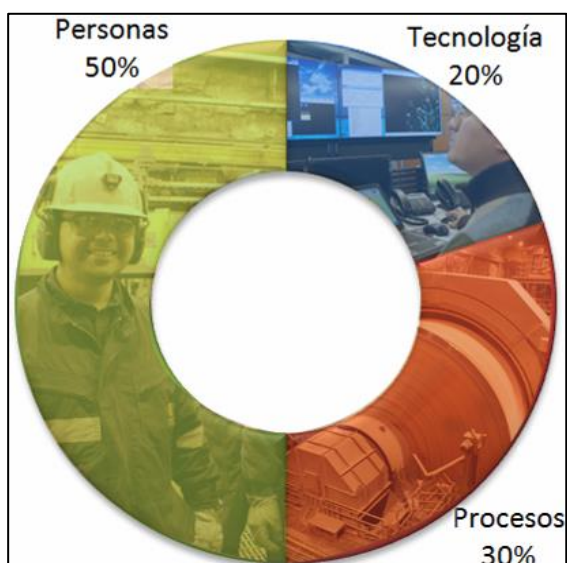
Cambiar el observador, mostrando el proceso integrado en tiempo real, la variabilidad del flujo de mineral, su métrica y sus efectos económicos.

Apoyar la toma de decisiones en tiempo real y la anticipación mediante un modelo de Planificación Colaborativa.

Apoyar el cambio de las reglas de juego, la definición de roles, y la forma de generar valor al proceso, de manera de incentivar sistemáticamente la colaboración entre las personas y el cumplimiento de sus compromisos.

Generar un proceso de aprendizaje permanente.

Es importante recordar que el MIO es más que un proyecto de software, en el que además de los desarrollos tecnológicos se debe abarcar la gestión del cambio (trabajo con las personas) y el modelamiento de los procesos (ver figura n°8).



**Ilustración 9:** Estrategia del MIO. Si bien la tecnología informática es el pilar fundamental para lograr el cambio de paradigma que busca el Modelo, este proyecto abarca mucho más que el desarrollo de software, ya que considera como punto fundamental para establecer este modelo la gestión del cambio con las personas y el modelamiento del proceso.

## **Solución Tecnológica del Modelo Integrado de Operaciones**

Para apoyar la implantación de un MIO es necesario desarrollar una plataforma informática que permita disponer de una visión integrada de la operación en tiempo real, por línea de negocio, con énfasis en la variabilidad de los procesos, caracterizada por:

- Gestionar, en tiempo real, los flujos de producción y del cumplimiento de las metas.
- Mejorar la oportunidad y confiabilidad de las decisiones, aumentando la capacidad para determinar la causalidad de eventos con un fuerte incremento en el análisis predictivo.
- Disponer de un modelo de planificación colaborativo e integrado.
- Proporcionar un conjunto de indicadores de gestión integrada en tiempo real

Las principales funcionalidades de la plataforma de inteligencia de la producción son:

- Integración de procesos mineros a través de la integración de datos de sistemas de planificación y producción Mina – Planta – Logística.
- Análisis de la variabilidad del flujo de mineral Mina – Planta - Logística (histórica y en tiempo real).
- Análisis de disponibilidad y utilización simultánea de equipos Mina – Planta – Logística.
- Seguimiento en tiempo real del cumplimiento del plan diario de producción.
- Planificación de corto plazo colaborativa y centralizada.
- Análisis predictivo de eventos y causalidad en línea. Gestión del conocimiento minero.
- Dashboard para la visibilidad, en tiempo real, del flujo Mineral Mina – Planta – Logística.
- Reportes de gestión.

### **3.2.1. Primer Prototipo Funcional del Modelo Integrado de Operaciones**

Durante el año 2009, Codelco Chile División Andina desarrolló un prototipo cuyo objetivo fue validar empíricamente la factibilidad técnica y de negocio para implementar una plataforma tecnológica que le permitiera visualizar y gestionar, en forma integrada la mina y la planta.

En este proceso, se demostró la necesidad de contar con soluciones que permitan apoyar el proceso de toma de decisiones con información en tiempo real, con capacidades de análisis de causalidad y predicción.

La solución implementada en el prototipo está basada en productos Oracle, con un alto grado de lógica de negocio de los procesos mineros-metalúrgicos.

En este prototipo se cubrió parte del proceso de mina y de la planta como una manera de mostrar la viabilidad de gestionar integradamente los procesos de

toda la cadena de producción, poniendo énfasis en el nuevo modelo de operaciones de Codelco Andina.

Durante parte del año 2011 se desarrolló y se puso en funcionamiento el Proyecto Enlace para realizar una extensión del prototipo que permitiera completar la integración de los procesos desde el carguío (mina) hasta la molienda (planta) y para implementar una primera parte de la solución en la nueva sala del Centro Integrado de Operaciones de Andina (Sala CIO). Adicionalmente, se definió un modelo para la Planificación Colaborativa y se implementó la fase I de la herramienta tecnológica que soporta este modelo.

La última etapa (2012) del prototipo funcional da cuenta principalmente de la etapa de “Escalamiento” de la plataforma tecnológica a toda la cadena de producción y cubre los procesos que no fueron parte del prototipo es decir, en la mina rajo carguío y transporte, en la mina subterránea niveles de traspaso y en la planta desde la Flotación hasta el Almacenamiento y Transporte de productos finales.

Este prototipo funcional de la plataforma tecnológica está focalizada en la mitigación de vulnerabilidades del proceso productivo y contiene la experiencia en soluciones de innovación que incluyen los cambios en los aspectos humanos, de procesos y tecnológicos, necesarios para hacer cada vez mayor el compromiso y participación de todos sus actores con la productividad de los procesos de extracción y procesamiento y apoyar la visión de negocio integrada de una empresa minera líder en el mundo, que garantiza el mejor rendimiento de los activos.

El prototipo del sistema desarrollado, probado y evaluado exitosamente en el área piloto hace factible que Codelco lo aplique como solución en toda la cadena de valor de la División Andina y posteriormente, en el mediano plazo transfiera esta experiencia a toda la Corporación, contribuyendo con ello a incrementar sustancialmente la productividad de los procesos de negocio de Codelco, como también disminuir los costos y, por tanto, aumentar el valor del negocio.

El prototipo funcional utiliza de forma innovadora la tecnología informática, como inductora de cambios en la gestión de la empresa, es así como esta plataforma es parte integrante de un Proyecto Estratégico, que consiste en la implementación de un nuevo modelo integrado de operaciones, que contempla cambios en la conducta de las personas y en los procesos del negocio, apoyado por la tecnología informática.

La metodología utilizada para el diseño y construcción de las aplicaciones informáticas, contempló debidamente la participación de los profesionales y trabajadores de la operación, quienes son los que en definitiva adoptaron estas herramientas en su trabajo cotidiano.

### **3.2.2. Proceso de Planificación Colaborativa**

La Planificación Colaborativa es la herramienta social para controlar la variabilidad del flujo de producción y corresponde al principal cambio realizado en el proceso de negocio.

La Planificación Colaborativa está basada en 4 principios fundamentales:

- Transparencia y apertura.
- Colaboración.
- Ciclos de Compromiso.
- Predicción y anticipación.

La Planificación Colaborativa integra todos los niveles productivos (operativo, táctico y estratégico). Se sustenta en la existencia de un proceso productivo integrado y en la existencia de información histórica, tiempo real y anticipativa.

Estos observadores permiten en su conjunto generar las acciones y oportunidades necesarias para realizar un proceso de planificación para la gestión colaborativa. Permitiendo a la organización crear el futuro más que predecirlo, diseñando en forma colaborativa un escenario deseable, generando las condiciones para lograrlo, basándose en una adecuada definición de actividades para levantar oportunamente las restricciones, determinando las potenciales dificultades en forma anticipada, con una óptima utilización de los recursos disponibles y con un seguimiento de los compromisos siempre focalizados en el flujo de mineral.

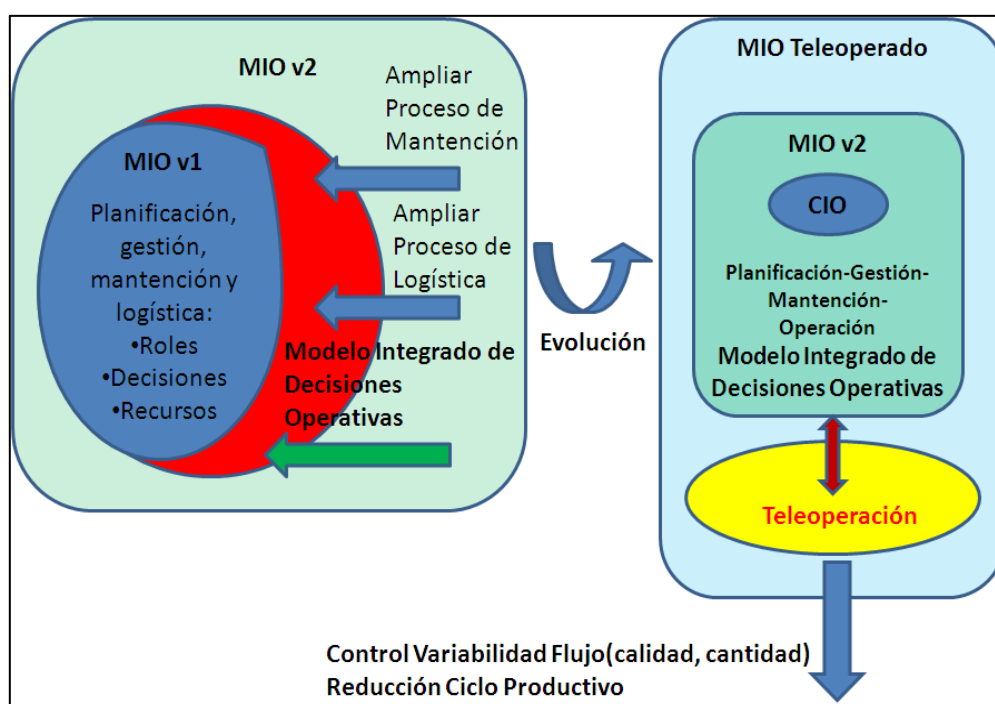
El modelo conceptual de la Planificación Colaborativa tiene como objetivo generar las conversaciones que permitan coordinar las acciones necesarias para el correcto cumplimiento del plan de producción controlando la variabilidad, identificando los focos críticos, entregando capacidad de anticipación de las restricciones y permitiendo gestionar el ciclo de compromisos correspondiente a las personas directamente responsables de las actividades de producción.

La reunión de planificación es el motor de este modelo. Esta reunión se transforma en el eje central de la coordinación y marca un Hito importante en la gestión del proceso para todos los efectos. Esta reunión tiene como objetivo estimular: trabajo en equipo real, participación de los actores relevantes, generación y revisión de compromisos, planes de producción, planes de mantención y logística, de tal forma de visualizar anticipadamente las restricciones que pueden alterar el comportamiento deseado del flujo de producción tanto en calidad como cantidad, asignación de las tareas necesarias para levantar las restricciones y la gestión del ciclo de compromisos correspondientes a lo largo y ancho de la cadena productiva.

### 3.3. Nuevas Evoluciones del Primer Prototipo Funcional del Modelo Integrado de Operaciones

El MIO se encuentra en una etapa de prototipo funcional que incorpora los procesos de planificación y gestión, y los aspectos básicos relacionados con mantenimiento y logística.

Como parte de la metodología de Prototipación evolutiva, se buscaba llegar a un nuevo nivel de evolución del MIO, considerando una versión 2.0 en la que se incorpore completamente la mantenimiento y la logística, de manera de englobar en un modelo a todos los actores principales del proceso productivo integrado posibilitando el desarrollo de un modelo de toma de decisiones que apoye la gestión y operación realizada desde la sala CIO. Esta evolución del MIO v2.0 busca incorporar un modelo decisional integrado para la toma de decisiones y la teleoperación de equipos principales los cuales deben responder a los requerimientos del flujo de mineral bajo la perspectiva de este sistema integral de planificación, gestión, mantenimiento, logística y operación. La figura n°8 muestra el esquema general de la situación actual y el objetivo de la evolución y adición de nuevos procesos al MIO.



**Ilustración 10:** Esquema representativo del estado actual del modelo MIO y de los aspectos relevantes adicionales para la evolución del MIO. Actualmente el MIO v1 incorpora los aspectos de planificación y gestión y algunos aspectos relacionados con mantenimiento y logística. Se busca evolucionar el MIO a una versión 2.0 en la cual se incorpore completamente la mantenimiento y logísticas, de manera de llevar el sistema a un nivel de madurez tal que permita la incorporación de un modelo integrado de toma de decisiones operativas que considere la teleoperación de equipos, capaz de controlar la variabilidad del flujo de mineral y reducir el ciclo productivo de Codelco Andina y por lo tanto incrementar sustancialmente su valor.

## 4. Descripción de la herramienta

El sistema tecnológico que se presenta como apoyo al modelo integrado de operaciones (MIO) de Codelco Chile división Andina, está compuesto por una base de datos ORACLE 10, una herramienta de inteligencia de Negocio (BI), Modulo RTD (Real Time Decisions), MOC (Manufacturing Operations Center), en su versión prototipo correspondiente a los años 2008- 2012, además de un Dashboard Analógico independiente propuesto por Sonda y Empulso, con la finalidad de mostrar el proceso de forma gráfica y explicativa.-

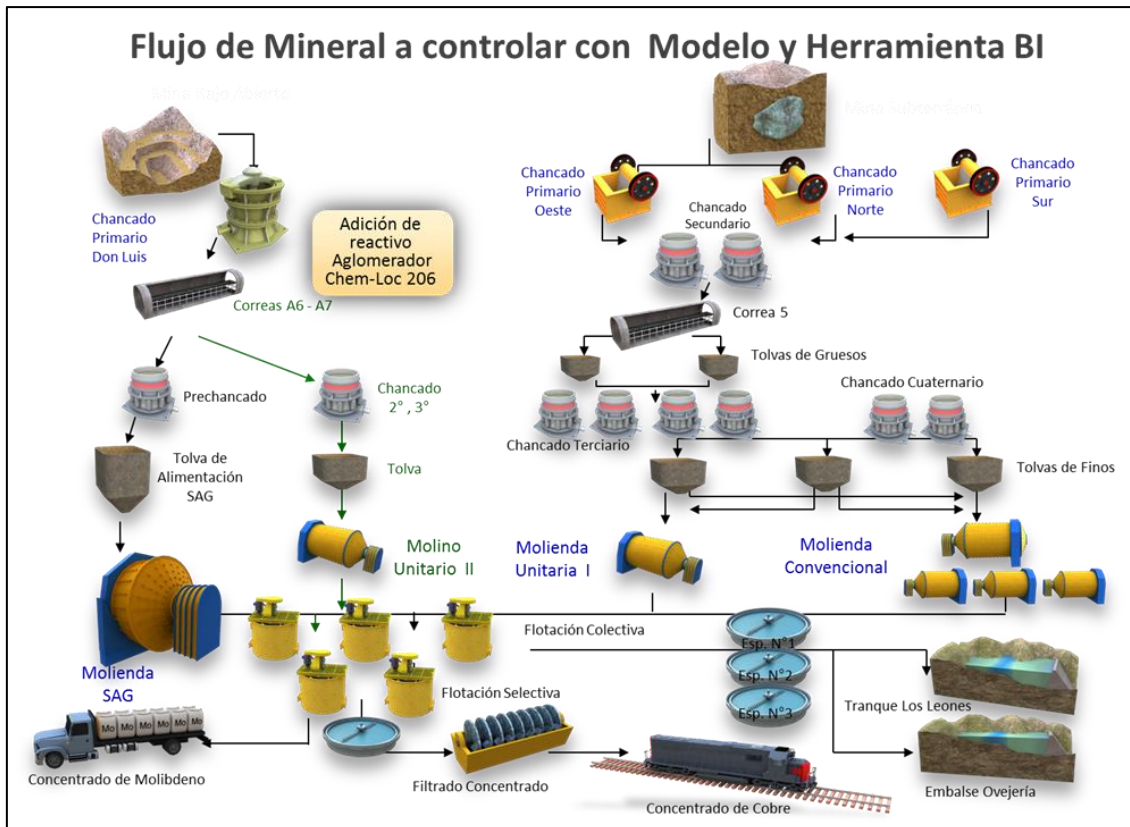


Ilustración 11: Descripción gráfica del proceso que administra la herramienta de Inteligencia del negocio. Fuente: DGIO

### 4.1. Herramienta de Inteligencia de Negocio

En esta etapa se describe el funcionamiento de La herramienta de inteligencia de negocio que disponía Andina, la cual permite navegar entre los reportes predefinidos desarrollados, que son parte de la herramienta de inteligencia de negocio, además de proveer de reportes personalizados en la herramienta de análisis Oracle Business Intelligence Enterprise Edition 11g (OBIEE) en ambiente Web, a continuación se describirá una serie de pasos para poder acceder y trabajar con la herramienta:

- Acceder a la plataforma Oracle Business Intelligence Enterprise Edition (OBIEE) en ambiente WEB
- Construir reportes para realizar análisis sobre la información disponible

- Diseñar o dar formato a reportes
- Personalizar reportes
- Exportar resultados a distintos formatos

#### 4.1.1. Acceso a Plataforma OBIEE

Para el acceso a la plataforma es necesario contar con las credenciales de usuarios registrados en la Base de Datos Oracle en su versión 10.-

Existen tres tipos de usuarios, según ilustración 11:

- `vyd_analytic` : Usuario de Consulta
- `vyd_adm`: Usuario con privilegios de modificar umbrales
- Administrador: Usuario administrador del sistema

Ilustración 12: Acceso a Sistema Herramienta Inteligencia Negocio. Fuente: MIO

#### 4.1.2. Vista de análisis

En esta etapa se describe los posibles análisis que están disponibles en la herramienta y que fueron conceptualizados y diseñados para la operación de la división Andina, con nombre en la herramienta de inteligencia de negocio como, análisis integrados para división Andina, se dispone de los siguientes análisis (Ilustración 12)

- **Análisis en tiempo Real:** Información de los procesos en las ultimas 24Hrs de operación
- **Análisis Histórico:** Información de los procesos según tiempo especificado.
- **Análisis de recursos:** Información del consumo de energía, en tiempo real e histórico.

- **Análisis de causalidad:** Información correspondiente a causalidad
- **Mantenedor de Umbrales:** Permite modificar los umbrales, esta acción solo puede ser realizada por usuarios con privilegios o autorizados

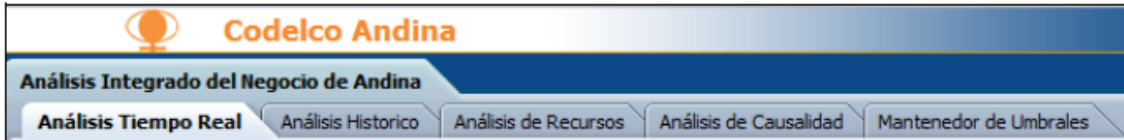


Ilustración 13: Descripción Análisis Integrado de negocio Andina. Fuente MIO

### Análisis en tiempo Real

El análisis en tiempo real expone en tiempo real la temporalidad de los procesos ocurridos en las últimas 24hrs, esta información es representada en puntos de medias horas. Se muestra a continuación un ejemplo descriptivo del análisis en tiempo real. Para este ejemplo se considera un análisis en un lapso de tiempo de 48hrs medias-móviles



Ilustración 14: análisis en tiempo Real, selección de Reporte. Fuente MIO

Al seleccionar una visión integrada se despliega una información resumida de las últimas 24hrs de los procesos, Mina Conminución, Flotación Colectiva, filtrado de cobre y molibdeno, logística de productos finales.

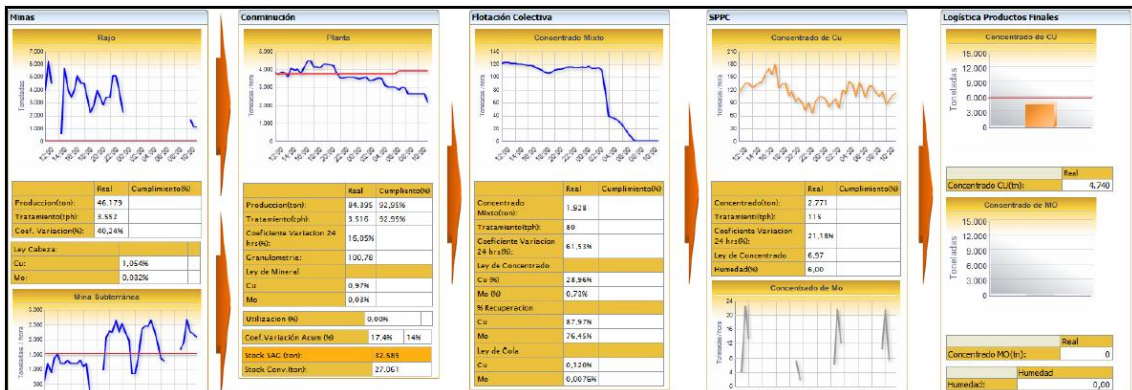


Ilustración 15: Descripción gráfica de reportes. Fuente MIO



## Proceso Mina

Para el proceso mina se despliega información de la extracción del Rajo y la Subterránea, comprendida entre las últimas 24hrs, el total planificado para las últimas 24hrs y por ultimo expone una variabilidad de los procesos asociados.-

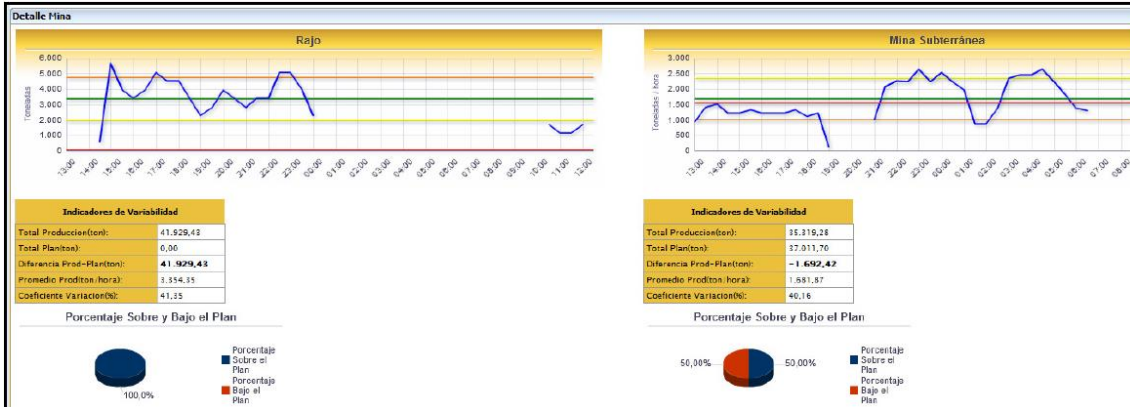


Ilustración 16: Descripción de reporte proceso Mina Rajo y Subterránea. Fuente MIO

## • Proceso Conminución

Este proceso muestra información importante relacionada con el flujo de la planta y la ley del mineral, además contiene los sub reportes, para línea SAG, línea unitaria SAG, y línea convencional.-



Ilustración 17: Descripción Gráfica de proceso de Conminución. Fuente MIO

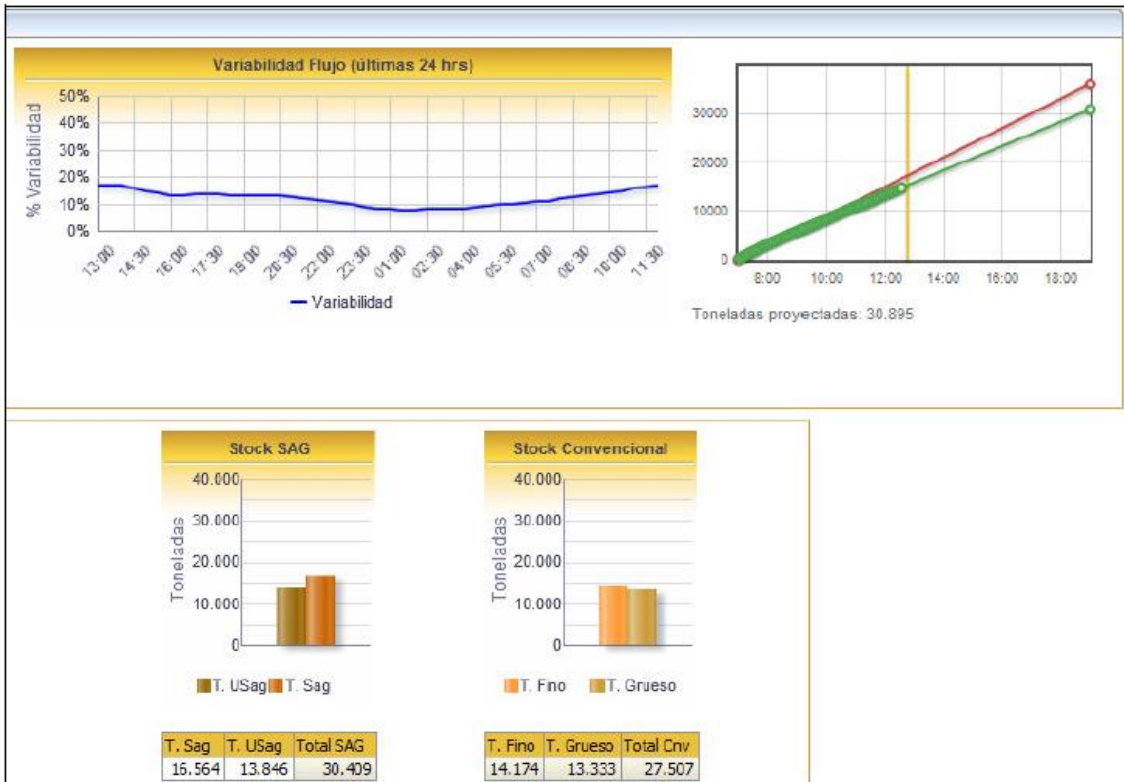


Ilustración 18: Descripción gráfica de Variabilidad. Fuente MIO

• **Proceso de Flotación Colectiva**

Este proceso expone información sobre el comportamiento del proceso productivo de flotación y toneladas proyectadas, además integra los sub reportes para, Rougher ( Flotación de Desbaste, proceso unitario en la cual se extrae la mayor cantidad de mineral posible), Barrido (Scavenger o agotamiento, proceso que se aplica para recuperar posibles pérdidas ocurridas en el proceso de Rougher), Relave (Descarte de operación de concentración de minerales de la operación productiva), Columna (proceso aplicado a la etapa de limpieza , con la finalidad de aumentar la ley del concentrado).

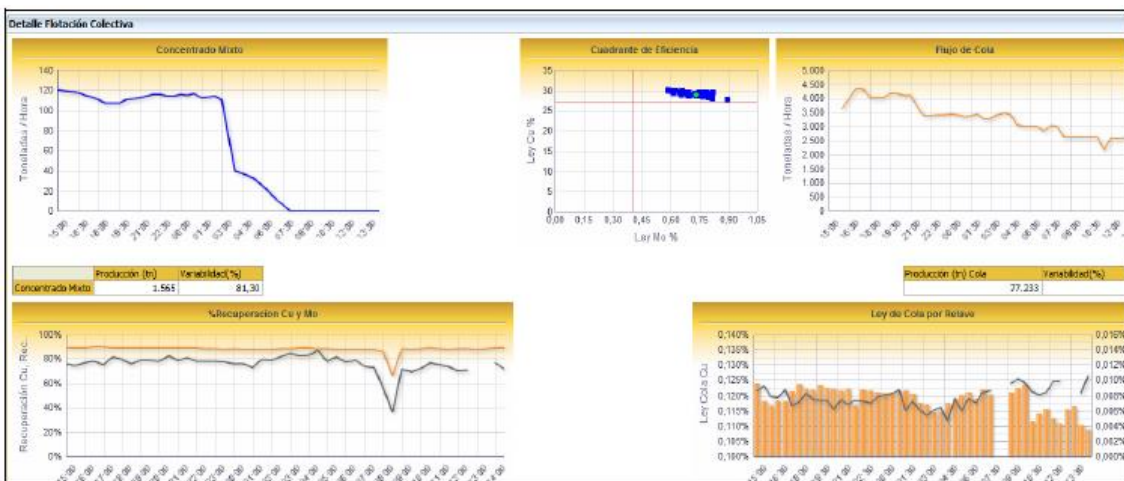


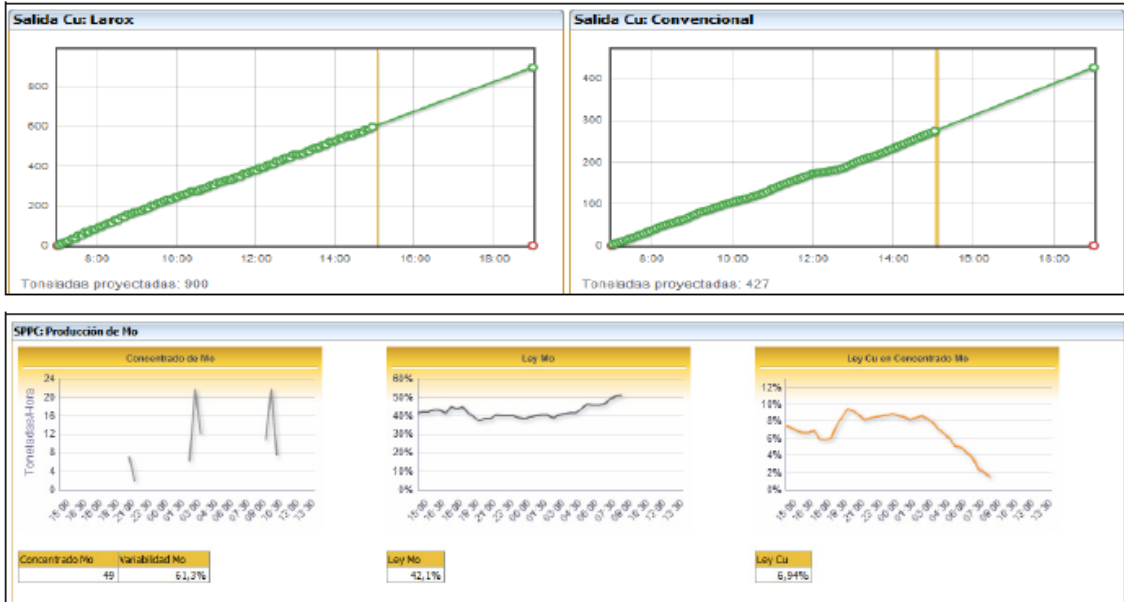
Ilustración 19: Descripción gráfica Proceso de Selección Colectiva. Fuente MIO

- **Proceso de flotación Selectiva**

La SPCC, expone información del comportamiento de la flotación Selectiva y del concentrado (mezcla de minerales), mixto para realizar el proceso de separación del molibdeno del cobre.-



**Ilustración 20: Descripción gráfica de la producción de cobre. Fuente MIO**



**Ilustración 21: Descripción gráfica de Cu Larox. Fuente MIO**

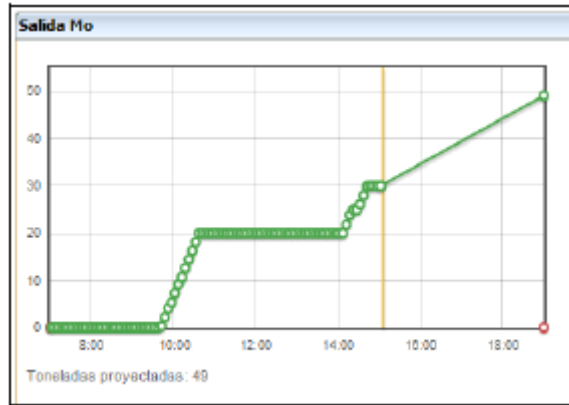


Ilustración 22: Descripción gráfica salida de Molibdeno. Fuente MIO

- **Logística de productos Finales**

El proceso de logística de productos finales corresponde a una exposición del stock de mineral disponible en caso de que exista.-

- **Análisis histórico**

Expone información en base a fichas específicas por el usuario, por defecto el sistema expone los días del mes en curso, para generar sub reportes de Mina Rajo y Subterránea, Conminución, flotación colectiva y SPCC (o flotación Selectiva)

Ilustración 23: Descripción gráfica Análisis histórico para mina Rajo. Fuente MIO

A modo de ejemplo se seleccionó Mina Rajo, con la finalidad de obtener un histórico del comportamiento del Rajo, pero este proceso es repetible para cada uno de los puntos de la operación que controla el sistema.



Ilustración 24: Descripción gráfica del proceso mina Rajo en histórico de tiempo. Fuente MIO

### Análisis de recursos

Para el proceso de análisis de recursos se considera en tiempo real ( las últimas 24hr), se expone información del consumo específico de energía para la Línea convencional, Línea SAG y Línea unitaria SAG. El proceso puede ser visto en histórico o tiempo real.-

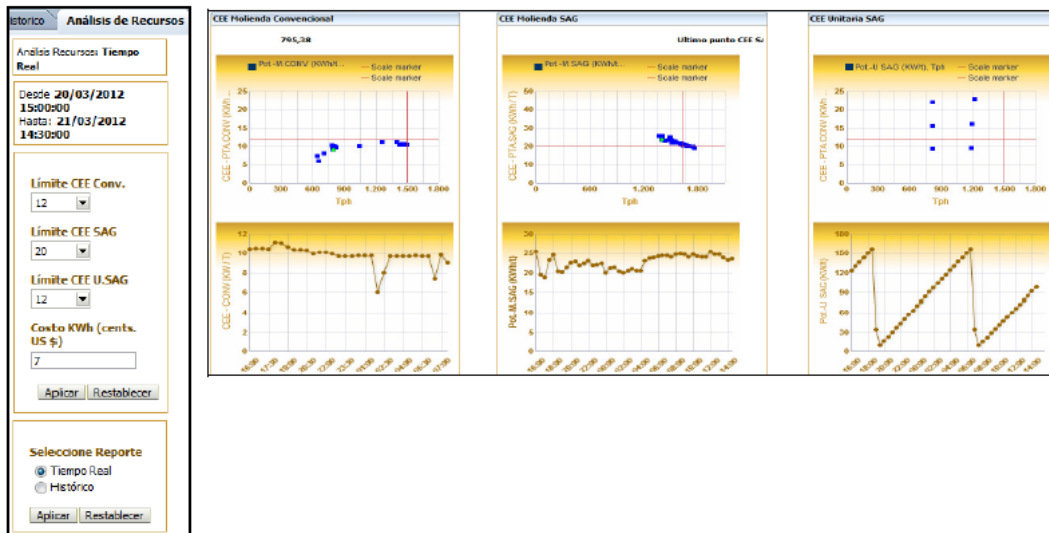


Ilustración 25: Descripción gráfica de Análisis de recursos , en tiempo real . Fuente MIO

Promedio CEE Histórico Molienda Convencional			Promedio CEE Histórico Molienda SAG			Promedio CEE Histórico Unitaria SAG					
Seleccione Vista Tabla CEE			Seleccione Vista Tabla CEE			Seleccione Vista Tabla CEE					
Año	Periodo	CEE	Año	Periodo	CEE	Año	Periodo	CEE			
2011	201103	9,55	2011	201103	21,76	2011	201103				
	201104	9,87		201104	21,57		201104				
	201105	9,79		201105	22,07		201105				
	201106	9,64		201106	22,17		201106				
	201107	9,14		201107	23,02		201107				
	201108	9,71		201108	22,71		201108				
	201109	9,42		201109	23,08		201109				
	201110	9,38		201110	22,80		201110				
	201111	9,58		201111	22,21		201111				
	201112	9,21		201112	23,68		201112				
	2012	201201		9,47	2012		201201	21,93	2012	201201	
		201202		9,60			201202	19,52		201202	
201203		9,70	201203	23,61		201203	69,30				

Ilustración 26; descripción de promedio por año de recursos para producción .Fuente MIO

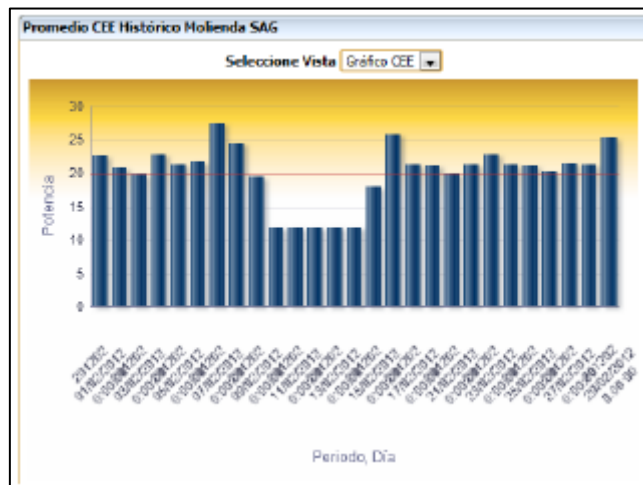


Ilustración 27: Descripción Promedio de recursos para molino SAG. Fuente MIO

- **Proceso de análisis de causalidad**

Los modelos de causalidad y flujo de concentrado tiene como finalidad identificar los procesos, sistemas y equipos, aguas arriba, responsables de un no cumplimiento del tratamiento del mineral en un lapso de tiempo a la salida de la molienda (SAG, Unitario SAG y convencional) y la SPPC.

El modelo de causalidad para el concentrado de cobre, tiene como finalidad identificar los procesos responsables, aguas arriba, de la producción de cobre en un lapso de tiempo a la salida de la flotación Selectiva.-

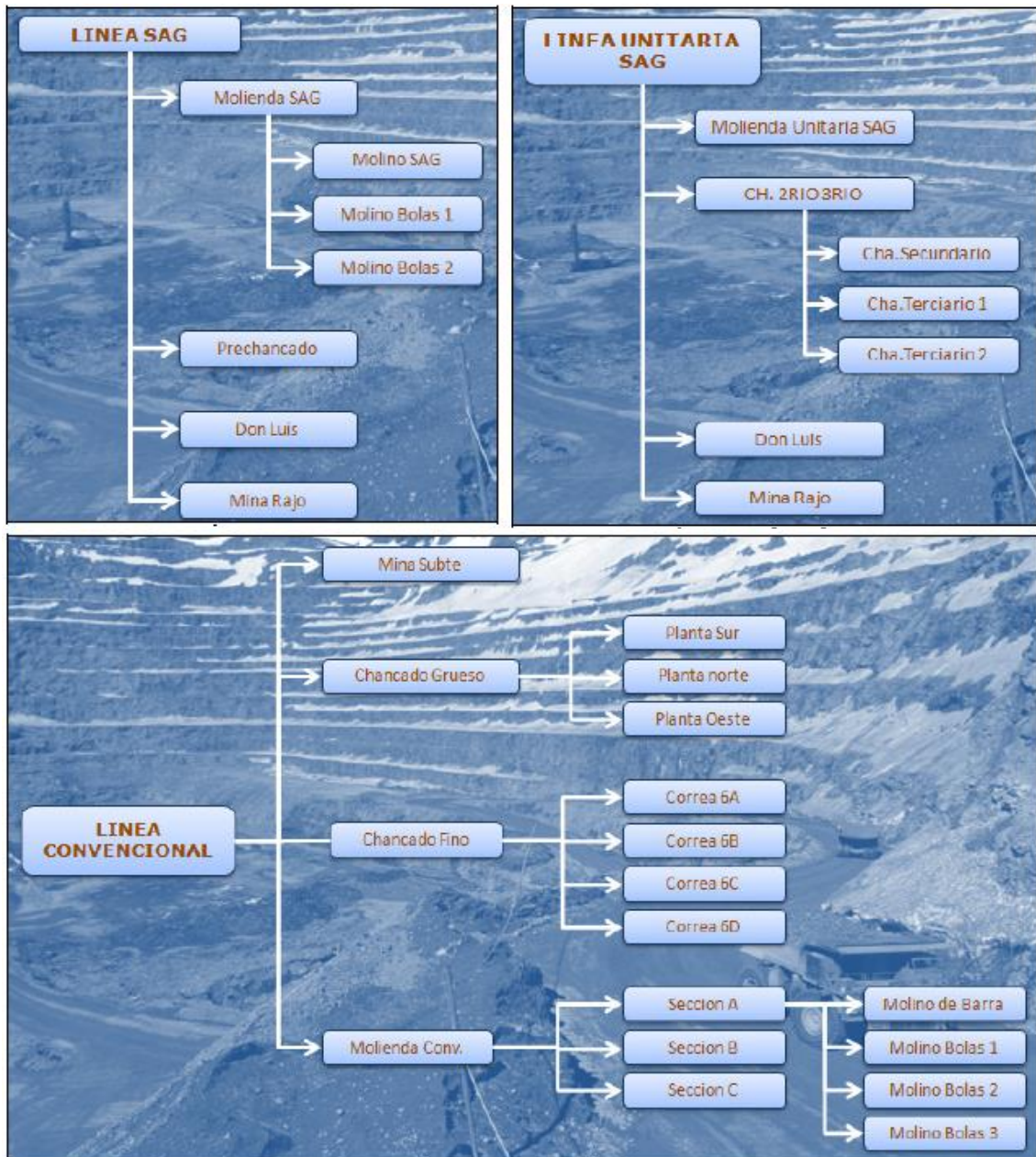


Ilustración 28: mantenedor de umbrales. Fuente: MIO

#### 4.2. Aplicación para usuarios de la herramienta de inteligencia de negocio

El ingreso por parte de los usuarios con privilegios de administración, al sistema está definido en una plantilla que permite a los navegantes recorrer todos los puntos nombrados anteriormente con el fin de obtener información para poder apoyar la toma de decisiones a la operación. A continuación expondremos algunos ejemplos de las vistas obtenidas por los usuarios en el modelo de causalidad.-



Ilustración 29: mantenedor de umbrales para análisis de causalidad. Fuente MIO

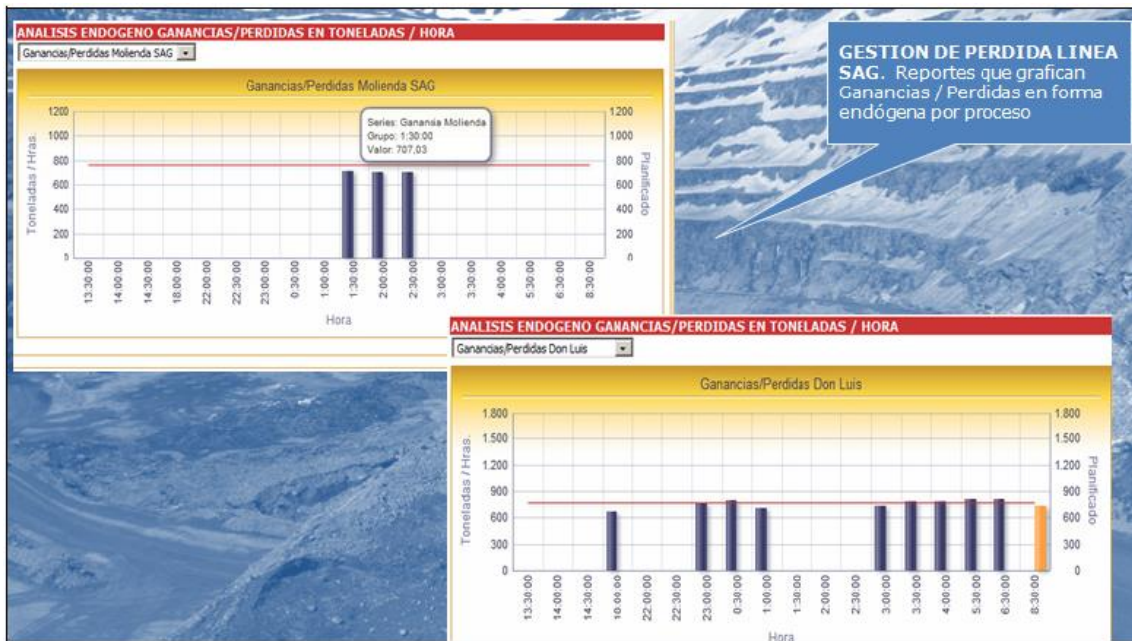


Ilustración 30: descripción de análisis de Ganancia. Fuente MIO



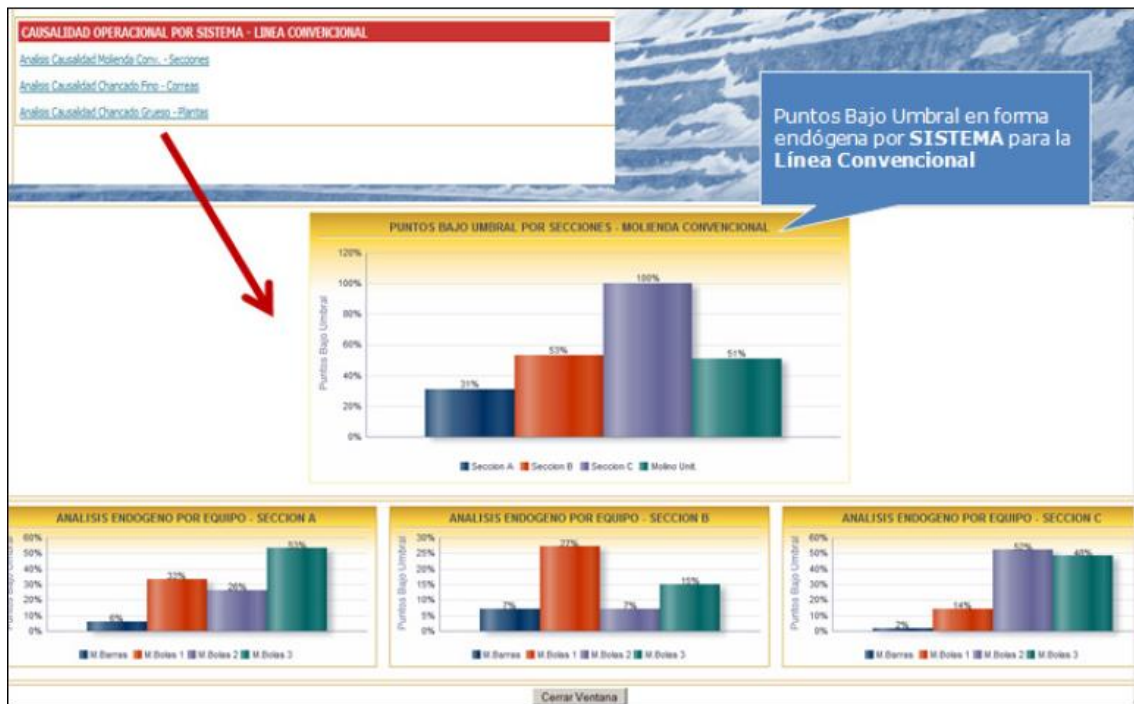


Ilustración 31: Descripción básica de umbrales para Línea Convencional. Fuente: MIO

### Mantenedor de umbrales

Esta interfaz está diseñada para que los usuarios que tengan acceso al sistema y cuenten con los permisos correspondientes puedan modificar los valores establecido para los umbrales de causalidad operacional, por línea de producción.-

Los valores están disponibles para ser modificados según línea de producción, una vez ocurrida la actualización o modificación del valor de causalidad, se puede obtener una revisión del modelo de causalidad, para ver el grado de impacto que tuvo el valor modificado.-

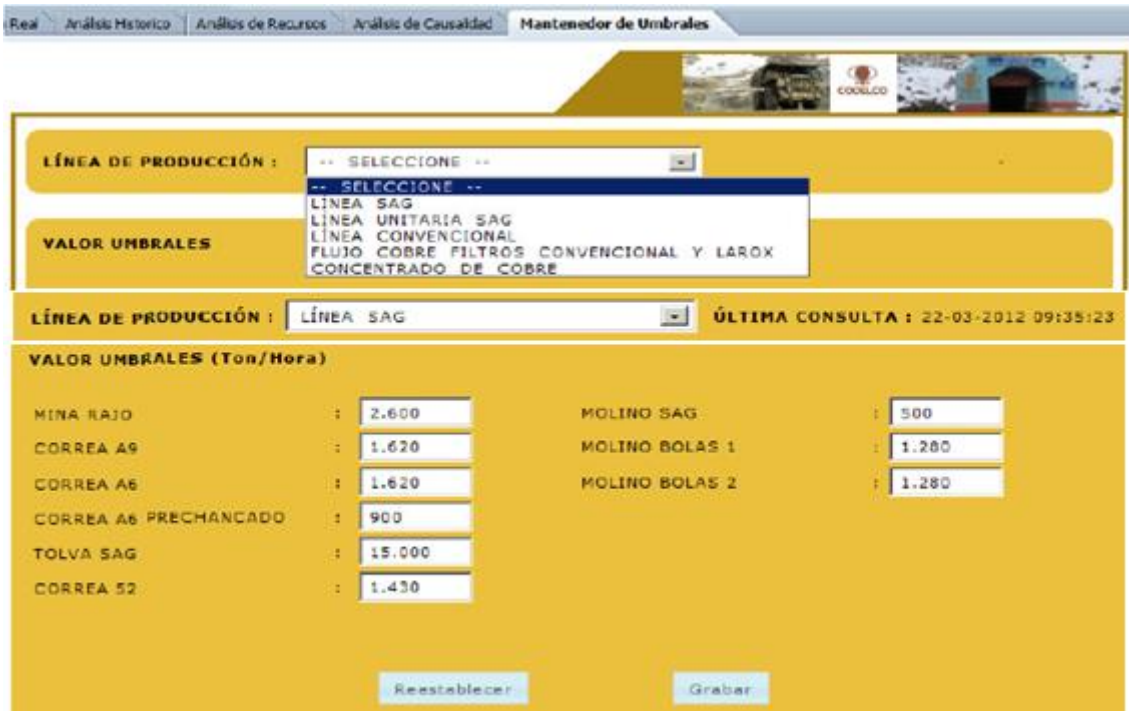


Ilustración 32: Mantenedor de Umbrales. Fuente: MIO

#### 4.2.1. Etapa de creación de reportes

La etapa de creación de reportes consiste en identificar las variables críticas del proceso, para controlarlas por medio del sistema con la finalidad de poder crear escenarios posibles de acuerdo a las desviaciones que será expuesta por el sistema, permitiendo con esto la toma de decisiones más acertadas que ayudaran a corregir problemas, evitaban repetir acciones de resultados negativos y por ultimo permitirán agregar valor al desempeño de la compañía generando una disminución de costos por medio del registro de acciones exitosas.

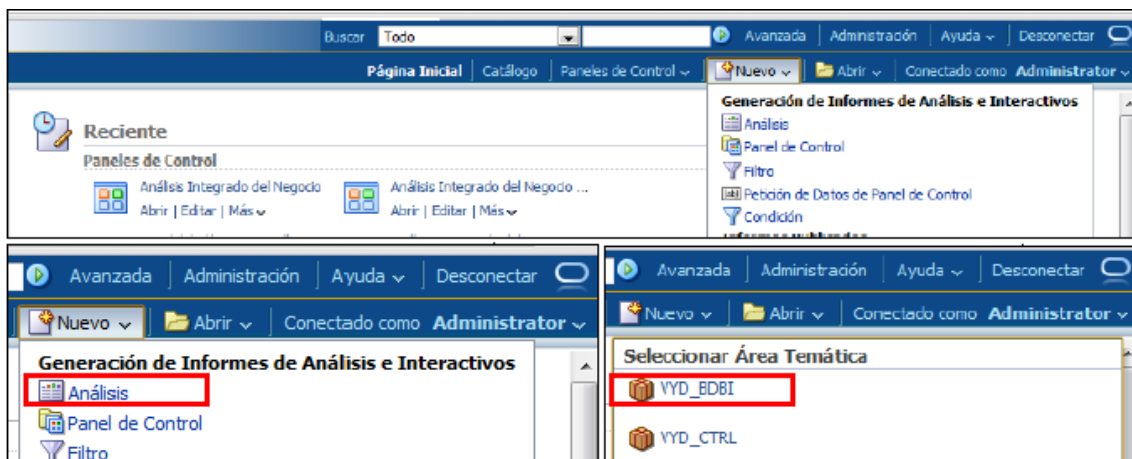


Ilustración 33: Descripción gráfica para modelamiento Cubos. Fuente: MIO



Ilustración 34: Dashboard analógico. Fuente MIO

### 4.3. Potencialidad para la toma de decisiones generadas por la herramienta de inteligencia de negocio

La herramienta de inteligencia de negocio Oracle 10 instalada en Codelco Chile División Andina, en su etapa prototipo, controlaba el proceso de forma transversal, desde los inicios en la tronadura y extracción del material hasta la llegada del concentrado a puerto. Tomando acciones por medio del KPI Variabilidad, el cual era controlado en el transcurso del procesamiento del mineral por cada una de las etapas (Mina, Planta y transporte).

Las funcionalidades más destacadas dentro de la herramienta de inteligencia de negocio, consisten en la capacidad de toma de decisiones en tiempo real, por medio del control de los procesos, en intervalos de tiempo (cada 5 Minutos), los que mostraban las variaciones del KPI de variabilidad.

Como ejemplo de este proceso de toma de decisiones apoyadas por la herramienta de inteligencia de negocio, se puede indicar como principal beneficio el evitar el aumento de la variabilidad del flujo de mineral, para lograr un equilibrio de los procesos, donde se puede apreciar en forma gráfica, si se sobrecargaba el tonelaje de mineral al chancador, lo que generaba un aumento en la exigencia de del proceso aguas abajo y aumentaba la variabilidad del flujo de mineral, generando periodos de inactividad o de estrés en los equipos, lo que en el largo plazo se traduce en mayor tiempo de mantención y aumento de costos. Dentro de la herramienta existen además, modelos matemáticos orientados a explicar y mejorar estadísticamente los tiempos de falla de los equipos y la duración de mantenciones asociadas a estos, al mismo tiempo se generaba un histórico que permitía ser consultado para obtener información de mantenciones o fallas pasadas, otro de las aplicaciones destacadas corresponde al modelo de causalidad, que identificaba en niveles desde lo general a lo particular, los factores o variables que incidieron en una posible falla, además de mostrar las fallas más recurrentes para ciertos equipos y el tiempo de reparación.

La herramienta de inteligencia de negocio permitía visualizar y mejorar el proceso por medio de análisis matemáticos a modelos diseñados de forma específica para Codelco Chile División Andina. Dentro de los beneficios que proveía la herramienta de inteligencias de negocio, existe la muestra de Dashboard diseñados exclusivamente para División Andina, los que estaban compuestos por Programa de planificación anual, semestral, mensual y un programa de corto plazo semanal para ver el cumplimiento de las metas de producción, además estos datos se comparan con el modelo de Variabilidad del flujo de mineral, y a su vez, se registran en el sistema detectando el aumento o caída de algún proceso correspondiente a un área específica.

Para identificar y pronosticar la probabilidad de cumplimiento de las áreas afectadas por la variabilidad y que esta se encontrara fuera de los umbrales establecidos para el proceso, se recurría a los modelos predictivos instalados en la herramienta de inteligencia de negocio, los que contaban con la capacidad de predecir la probabilidad de cumplimiento, mostrar las posibles causas que afectaron al proceso y los costos que esto tendría en la gestión económica de la División Andina .

Por último la implementación de esta herramienta en su totalidad, permitía a la División Andina gestionar en tiempo real el proceso productivo, asumiendo sus ganancias o pérdidas, de acuerdo a las decisiones y acciones sobre el proceso, utilizando el modelo de variabilidad del flujo de mineral.

## 5. Consecuencia Aumento de Variabilidad del flujo de mineral, por no gestionar con plataforma tecnológica

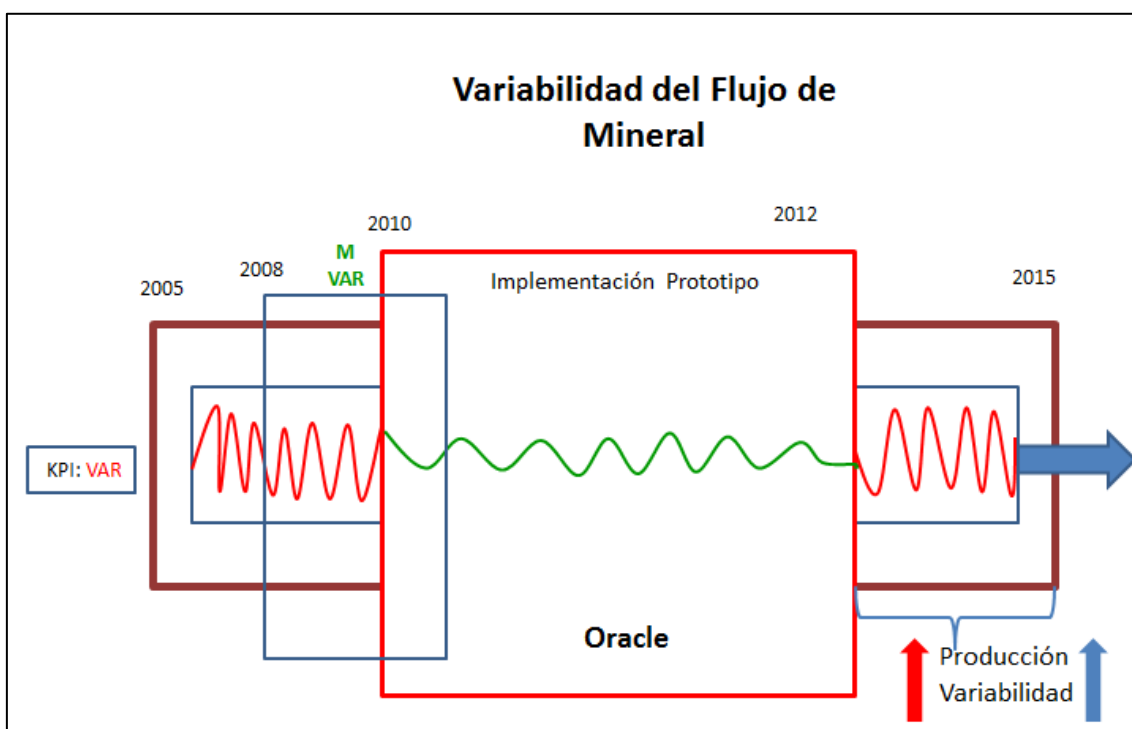


Ilustración 35: Descripción básica del Proceso con Herramienta BI. Fuente Elaboración Propia.

Año 2014 promedio por trimestre				Año 2015 promedio por trimestre			
Producción	83,50	84,16	87,78	90,43	88,89	85,33	83,57
VAR	21,41	22,16	25,61	22,18	23,83	22,54	20,73

Finalizada la utilización de la herramienta tecnológica, en el primer trimestre de año 2015 y la nula continuidad operacional asociada al modelo, generan como resultado un claro retorno del aumento en la variabilidad del flujo de mineral, con consecuencias tales como mayor cantidad de tiempo de equipos detenidos, pérdida de control sobre los procesos, aumento de costos de producción, entre otros, también genera la involución de tecnología que trae de regreso la gestión por medio de herramientas de menor capacidad de análisis como los desarrollos Web.

Se puede apreciar claramente las consecuencias que generó dejar de controlar la variabilidad del flujo de mineral por medio de la plataforma tecnológica, ya que nuevamente se produce un aumento de la variabilidad en los procesos, los que se traduce en menor eficiencia, generando menores ingresos.

Por lo tanto es necesario identificar de forma precisa los factores que incidieron en el desuso y pérdida de la herramienta.

## 6. Factores que incidieron en el desuso de la herramienta de inteligencia de negocio

Es necesario realizar una investigación que permita responder de forma más acertada cuales fueron las variables críticas que incidieron en el desuso del modelo (MIO) y la herramienta tecnológica. Este análisis de identificación deberá ser transversal a la organización y estará enfocado en definir y asignar un grado de responsabilidad a cada variable que sea encontrada y que se considere un aporte o que haya tenido algún grado de influencia en la pérdida de la plataforma tecnológica. Para el desuso de la herramienta de inteligencia de negocio, los factores de mayor relevancia que se pueden identificar corresponden a ( Ver ilustración N° 36):

- **Personas:** Debido a la pérdida del sponsor principal del proyecto, decae el interés por llevarlo a una etapa productiva en su totalidad, dejando a la deriva el proyecto. La llegada de nuevos equipos con bajas competencias y la salida del personal calificado, provoca la nula posibilidad de gestionar por medio de la herramienta, además de no contar con profesionales del área de tecnologías que diera el

mantenimiento adecuado a la plataforma y la resistencia al cambio presentada por los nuevo integrantes del área, impide continuar con el concepto de medir la variabilidad de los procesos por medio de una herramienta de inteligencia de negocio, el personal regresa a la planilla Excel, para mostrar indicadores aislados.

- **Ambiente:** Pérdida de credibilidad en la información provista por el centro integrado de operación, debido a, la generación de expectativas de producción demasiado elevadas, asociadas a incentivos perversos (bonos por cumplimiento de metas), lo que termino por hacer que los datos expuestos fueran incorrectos. Se desconfía en los datos entregados, ya que lo informado proveniente de otras áreas productivas difiere de los datos expuestos por el centro integrado de operación, además se genera redundancia de información y la inexactitud de los datos.
- **Herramienta Tecnológica:** El sistema informático, conocido como herramienta de inteligencia de negocio implementado en la División Andina, para el control de la variabilidad del flujo de mineral fue exitoso, arrojando un claro descenso de la variabilidad, dentro de cada área productiva, en su versión prototipo entre los años 2010-2012. Por medio del análisis de información histórica, la generación de posibles escenarios y la entrega de reportes, todo esto asociados a modelos matemáticos específicamente diseñados para División Andina, lo que se tradujo en un aumento en los ingresos. Pero el grado de complejidad de utilización de la herramienta, la falta de exactitud en los datos que entregaba, producto del sesgo en la información ingresado al sistema, la nula mantención del sistema tecnológico y la falta de personal calificado para la administración de la herramienta, concluyen en el desuso, pérdida de credibilidad y destrucción de la herramienta tecnológica por los trabajadores del centro integrado de operación, generando con esto la pérdida de oportunidades de mejora, que podrían haber aumentado las ganancias en el súper ciclo de precios o disminuir el nivel de pérdidas en el presente escenario de caída de precios.
- **Gestión:** Uno de los factores más relevantes dentro de la gestión de funcionamiento del sistema prototipo, es la baja interacción con el área de Tecnologías de la Información, Comunicaciones y Automatización (TICA), esto se produce principalmente, porque los integrantes del proyecto, lo asumen como un desafío personal, con el fin de obtener el crédito de los buenos resultados, por lo que ejecutan las actividades de forma aislada de las áreas expertas (TICA), esto genera la perdida de gobernabilidad, procedimientos, respaldos, gestión de versiones, entre otros, que establecen los protocolos el área TICA, para el desarrollo de este tipo de proyectos. Además de no trabajar de forma eficiente la gestión de cambio, sobre los beneficios aportados por controlar y disminuir la variabilidad del flujo de mineral. Esta situación ha generado un efecto contrario en la organización, pues se han desacreditados los beneficios de medir la variabilidad del flujo de mineral, y se ven como una amenaza, el ingreso de este tipo de tecnologías, las que revelan las deficiencias del proceso productivo.
- **Organización:** Al no contar con las competencias tecnológicas necesarias, la organización desconoce el potencial de funcionamiento y

uso de la herramienta, por lo tanto le es imposible entender los aportes (beneficios) de gestionar por medio de una herramienta de inteligencia de negocio, producto de esto la organización asigna personal poco calificado y sin trayectoria laboral al centro integrado de operación. Además este personal asignado tampoco cuentan con conocimiento técnico sobre el uso y manejo de este tipo herramientas. No existe un proceso de inducción a los nuevos integrantes que se incorporan al centro integrado de operación, esto tiene como consecuencia el desconocer el potencial de la herramienta, un pobre uso de las funcionalidades de la herramienta de inteligencia de negocio. Por último y no menos importante, mientras no esté dentro de los lineamientos organizacionales y estrategias de largo plazo de la corporación, el gestionar y trabajar de forma integrada con herramientas de inteligencia de negocio, se desaprovecharan los beneficios asociados a estas.

Para este trabajo se realizó una propuesta de mejora, la cual esta explicada en detalle en el capítulo cuatro.-

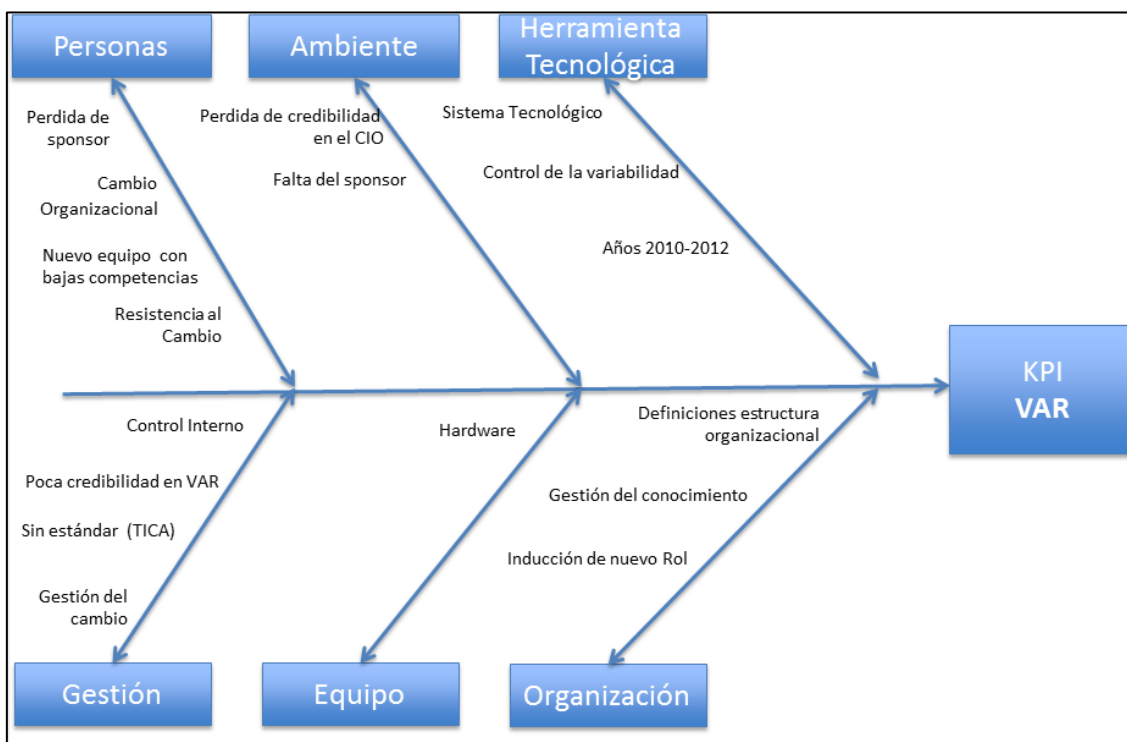


Ilustración 36: diagrama Ishikawa: Fuente: Elaboración Propia.

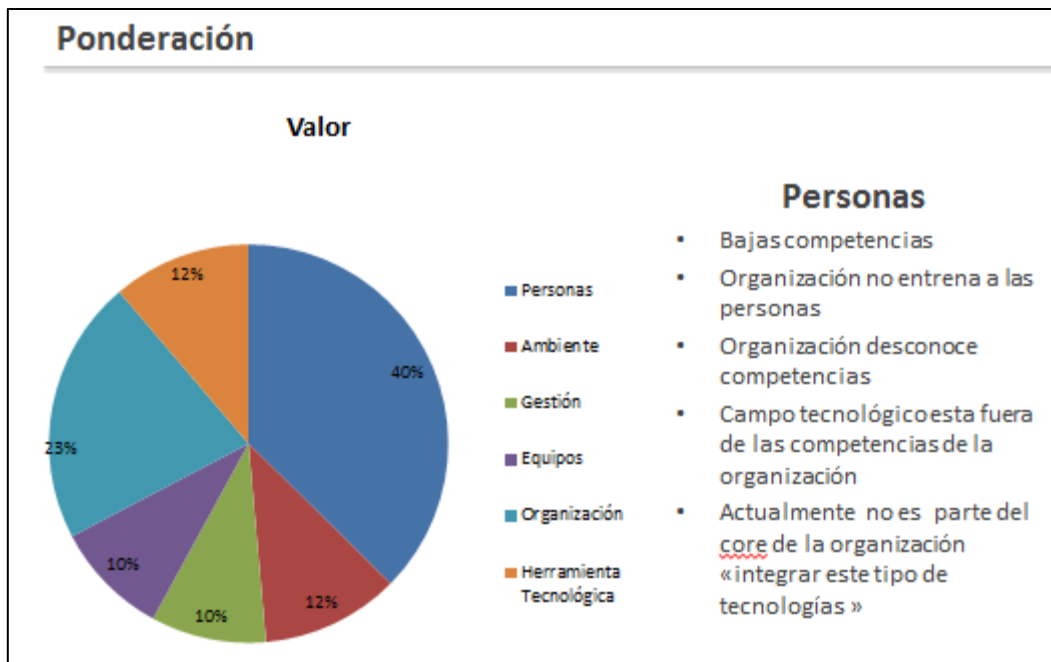


Ilustración 37: ponderación en el grado de incidencia de los factores. Fuente: Elaboración Propia.



## **CAPÍTULO 3**

### **SITUACIÓN ACTUAL**

**REPLAZO DE LA HERRAMIENTA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO,  
PÉRDIDA DE CONTROL DE LA VARIABILIDAD DEL FLUJO DE MINERAL**

## **1. Estado actual de la herramienta**

El centro integrado de operación en la actualidad, no gestiona con esta herramienta, por lo tanto División Andina no cuenta con una plataforma tecnológica de este nivel que apoye la operación. La herramienta de inteligencia de negocio, se encuentra inhabilitada de operar y cumplir su función, no es posible acceder a la herramienta. En su lugar se procede al reemplazo, por tecnología de más simple uso y menor capacidad de análisis. Transformando el centro integrado de operación, en un centro de información tardía, que repite la información entregada por las áreas en una reunión de operaciones donde se exponen los resultados de una gestión del día anterior, haciendo nula la posibilidad de una gestión proactiva de las áreas y obligando a generar acciones reactiva para eventos ya sucedidos. Esto ocurre debido a que la información no se encuentra actualizada y los errores o problemas que se suscitaron en la operación, corresponden a periodos pasados y que en ocasiones ya han sido resueltos al momento de informarlos. Además se pierde la capacidad de análisis predictivo, generación de escenarios y la detección de posibles oportunidades de mejora, tanto en mantenciones programadas, en donde nuevamente han aumentado los tiempos para esta labor, como también han aumentado las eventualidades que detienen la operación y que si se estuviera gestionando por medio de una herramienta de inteligencia de negocio se podrían considerar como posibles escenarios. Además la herramienta generaba un histórico con las eventualidades ya ocurridas y las soluciones implementadas, esto permitía ver la mejor solución implementada para las situaciones operacionales más comunes. Dada la capacidad de control que generaba la herramienta de inteligencia de negocio, las eventualidades que ocurrían en la operación diaria podían ser tratadas dentro del mismo turno, debido a su característica de entrega de información en tiempo real, lo que permitía la detección de oportunidades de mejora y continuidad de procesos productivos.

## **2. Cambio de tecnología**

En la actualidad el centro integrado de operación cuenta con algunos desarrollos Web apoyados por planillas Excel, que permiten ver de forma gráfica el estado de algunos procesos considerados como críticos dentro de la operación. Básicamente estos desarrollos están enfocados en mostrar, el avance, versus un plan establecido e identificar anomalías que se registren. El sistema actual (desarrollos Web) muestra la producción por hora, y el avance real diario, y en paralelo ir comparando con lo presupuestado en el corto plazo. Este monitoreo se realiza en base a Kpi's relevantes que fueron considerados y definidos en el centro integrado de operación, a cargo de cada uno de los jefes de negocio de las unidades Mina Rajo y Mina Subterránea y planta.

También muestra demoras y reservas de tiempos que implican pérdidas dentro del proceso y que no están consideradas como parte normal del accionar diario..-

- **Monitoreo en Línea Nivel 16**

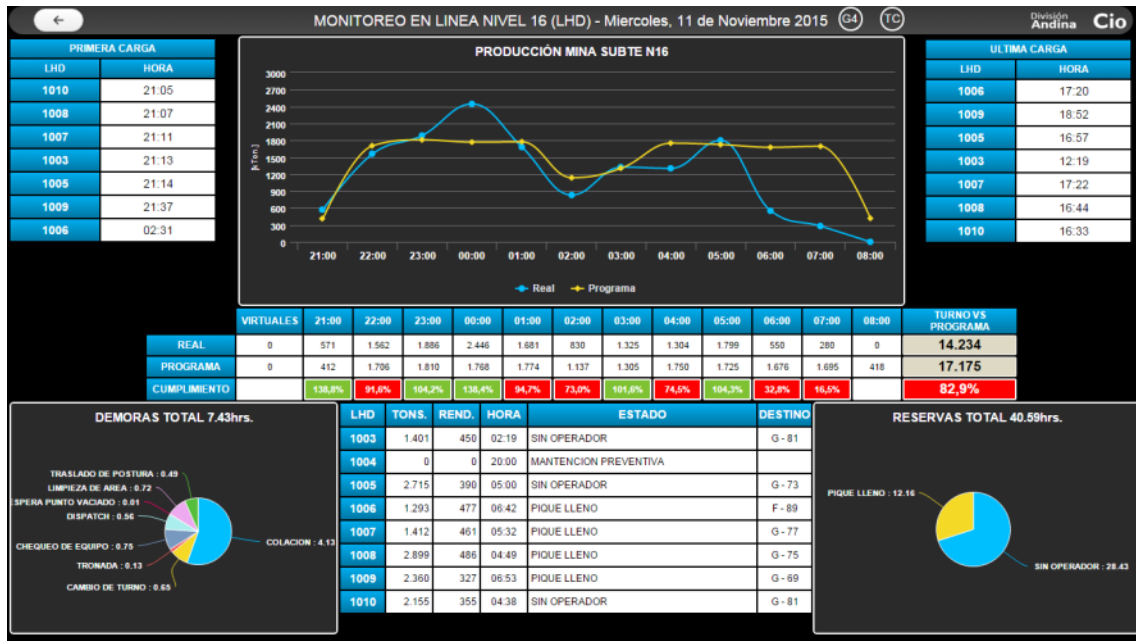


Ilustración 38: Monitoreo en línea Nivel 16, KPI's relevantes Rendimiento, Tonelaje. Fuente: Elaboración Propia

- **Monitoreo en Linea Nivel 17**

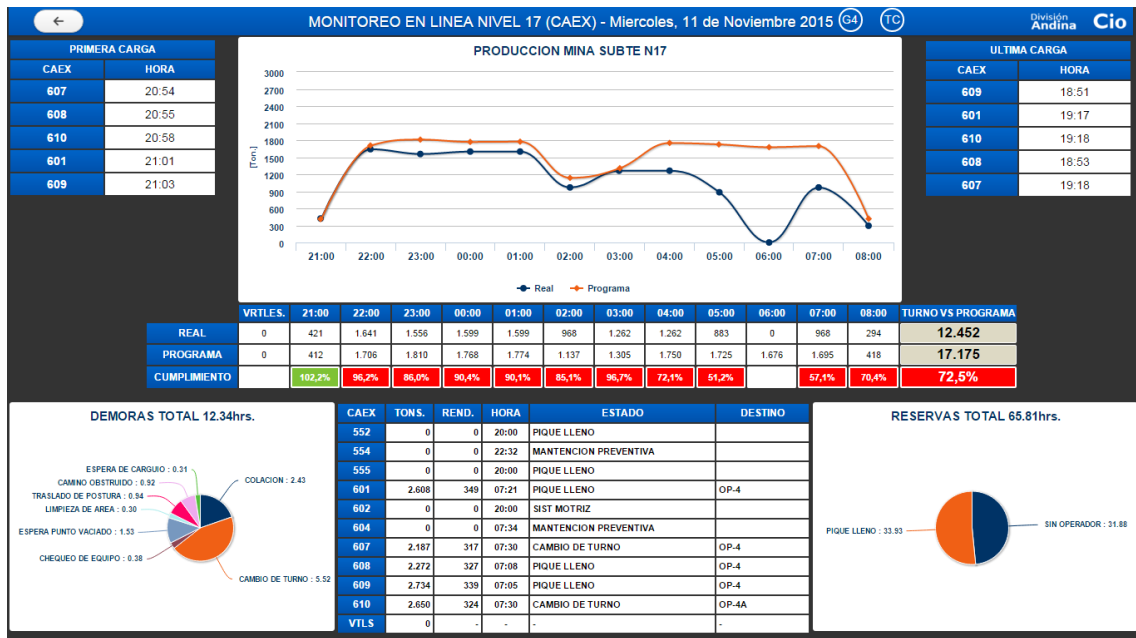


Ilustración Descripción: Monitoreo nivel 17, Kpi's rendimiento y tonelaje por hora. Fuente: Elaboración propia

- **Monitoreo en Línea, Plan Diario CAL**

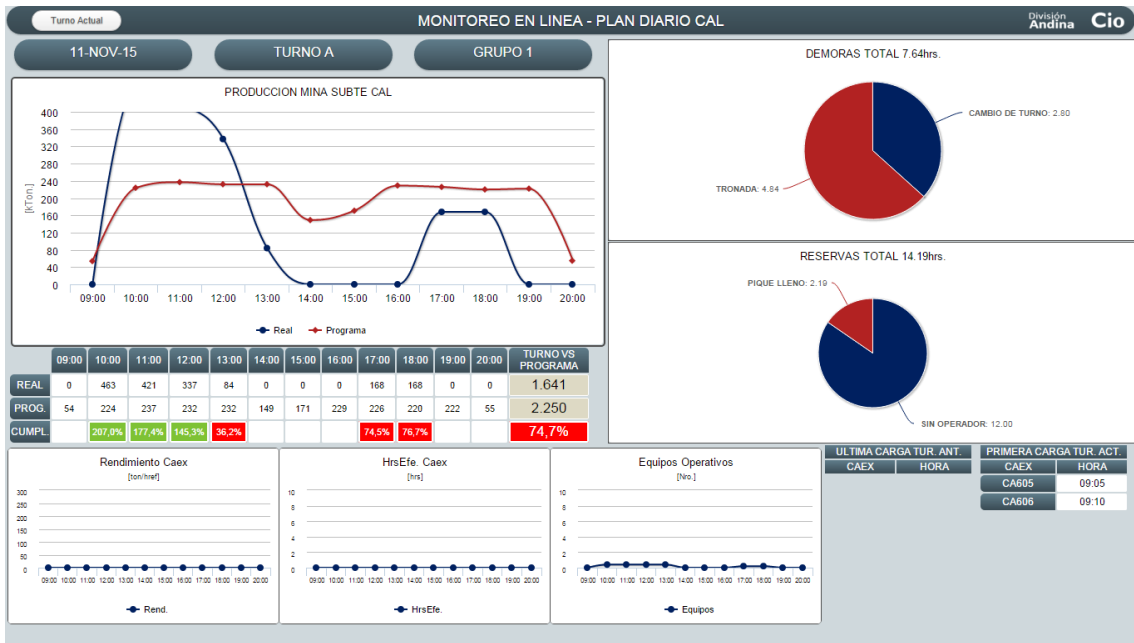


Ilustración Descripción: Monitoreo de nivel del CAL (Cuerpo de alta ley), KPI's caminos exclusivamente asignados al CAL.-Fuente. Elaboración Propia

- **Mina Rajo**



Ilustración 39 Descripción: Describen los estados en que se encuentra cada equipo CAEX, mantenimiento, operativo, demoras y reservas. Fuente. Elaboración Propia

- Estado palas

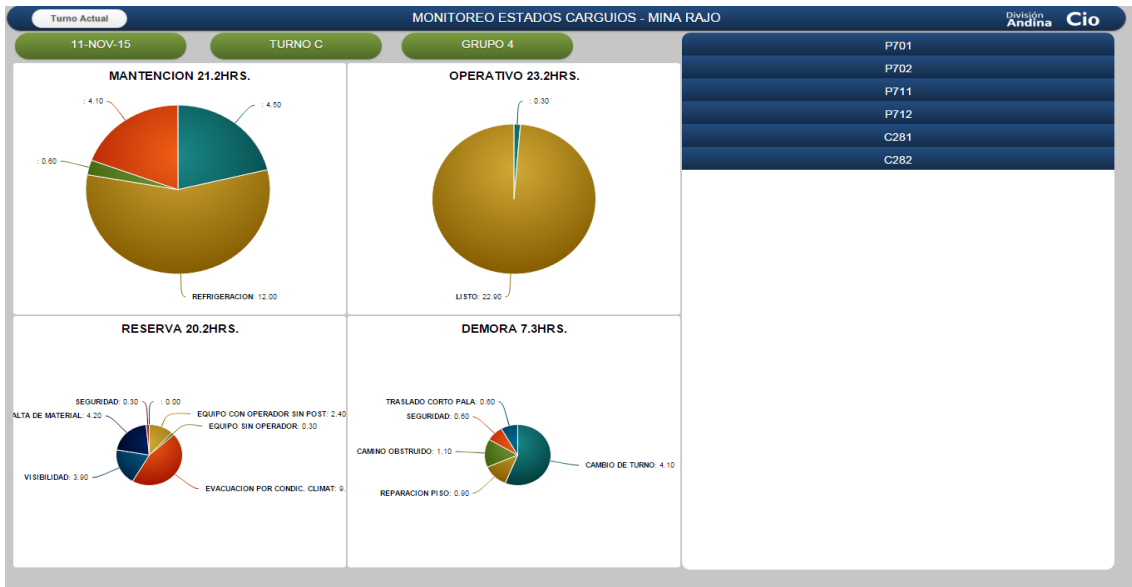


Ilustración 40 Descripción: Describen los estados en que se encuentra cada equipo CAEX, mantenimiento, operativo, demoras y reservas. Fuente Elaboración Propia.

- Monitoreo en línea mina rajo

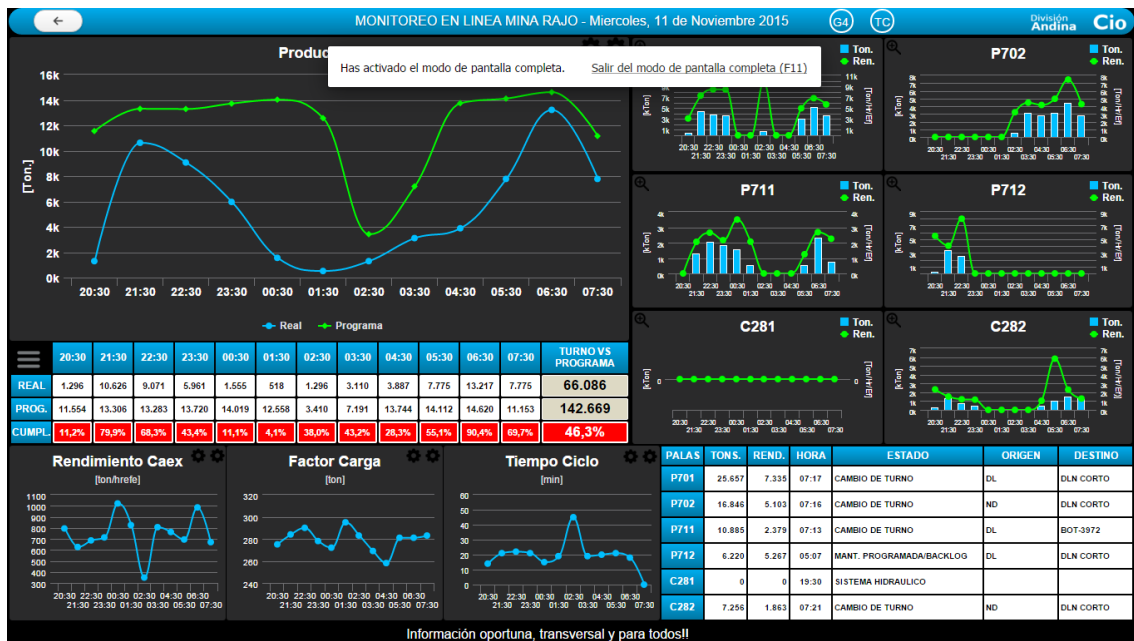


Ilustración 40. Descripción: Monitoreo Mina Rajo, KPI's relevantes Rendimiento, Tonelaje, Producción, para los equipos carguíos y CAEX. Fuente Elaboración Propia

# Tiempo en línea mina rajo

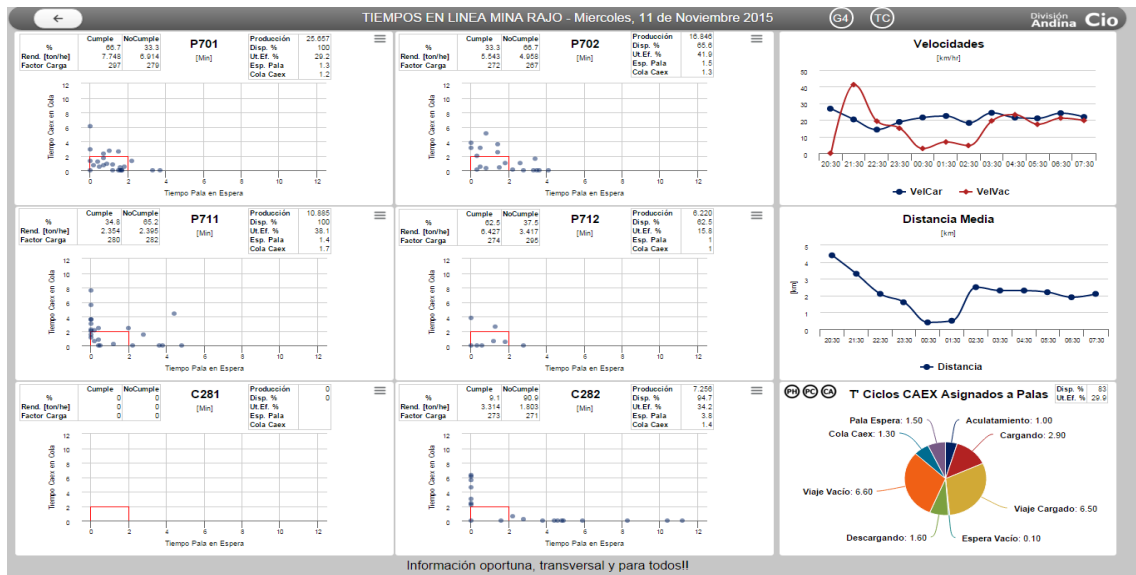


Ilustración 41 Descripción: Sistema de control de pérdida operativa de los CAEX, junto con los tiempos de ciclos de cada Carguío. Fuente Elaboración Propia

## 3. Diferencias de funcionalidades de los Sistemas

Cuadro comparativo

Matriz de comparación		
Descripción de potencialidades	Herramienta de Inteligencia de negocio ORACLE	Sistema de gestión y control del centro integrado de operación, desarrollos WEB
Análisis en Tiempo Real	●	●
Análisis Histórico	●	●
Análisis de Recursos	●	●
Análisis de Causalidad	●	●
Mantenedor de Umbrales	●	●
Análisis de proceso Mina	●	●
Análisis de proceso Conminucion	●	●
Análisis de proceso de flotación Selectiva	●	●
Análisis de proceso de flotación Colectiva	●	●
Análisis de logística de productos Finales	●	●
Generación dinámica de Reportes	●	●
Data Histórica	●	●
Layout de Procesos	●	●
Visualización de Usuarios	●	●

Tabla 1: Descripción comparativa de las funcionalidades de las herramientas. Fuente elaboración Propia

### 3.1. Comparación de funcionalidad

Luego del análisis y la descripción de las funcionalidades de ambos sistemas, es posible apreciar que la herramienta de inteligencia de negocio, se presenta como una solución más completa, con mayor y mejor capacidad de gestión sobre los procesos de la División Andina.

- **Análisis en tiempo real:** La herramienta de inteligencia de negocio contaba con un dashboard analógico que permitía ver en tiempo real (5 min) el flujo de mineral, facilitando tomar acciones correctivas inmediatas para los procesos. Esta funcionalidad del sistema no existe en los desarrollos web, a nivel de proceso global. Los desarrollos actuales solo muestran indicadores locales en cada área.
- **Análisis histórico:** La herramienta de inteligencia de negocio contaba con la capacidad de almacenar gran cantidad de datos para generar análisis e investigación sobre los eventos ocurridos en la totalidad del proceso. Los desarrollos web, no cuentan con la capacidad de almacenar datos para generar análisis e investigación.
- **Análisis de recursos:** Consistía en la capacidad de exponer los recursos utilizados durante la ejecución del plan diario (Horas Hombre, Costo energético, Cal, combustible, acero, entre otros). Los desarrollos web no cuentan con esta información y funcionalidad.
- **Análisis de causalidad:** Existía el potencial de identificar los principales factores que influían en el proceso, es decir, controlaba situaciones como caudales, temperatura y ventilación entre otros. Los desarrollos web no cuentan con esta funcionalidad, por lo que en la actualidad se paga un servicio aparte para el control de alguno de estos factores.
- **Mantenedor de Umbrales:** Permitía la modificación de los umbrales establecidos en los planes de producción, logrando una gestión dinámica y proactiva del proceso de transformación de mineral a concentrado. Los desarrollos web no cuentan con umbrales, que puedan ser modificados.
- **Análisis de proceso Mina:** Contaba con todas las características anteriormente mencionadas, además de controlar de forma específica los procesos en Mina Rajo y Mina Subterránea, controlando la variabilidad del flujo de mineral. Los desarrollos web en la actualidad solo muestran algunos kpi's (demoras y reservas) considerados como relevantes, de forma aisladas de las demás áreas.
- **Análisis de procesos Planta:** La herramienta de inteligencia de negocio permita controlar los procesos de Conminucion, Flotación Selectiva, Flotación Colectiva, cada uno de estas etapas generaba información sobre desviaciones en el modelo de variabilidad del flujo de minera relevante que permitía apoyar la toma de decisiones en tiempo real sobre el proceso. Los desarrollos web no consideran la planta, por lo tanto solo existen para Mina rajo y Mina subterránea.
- **Logística de productos finales:** corresponde a una exposición del stock de mineral disponible en caso de que exista. Lo desarrollos web no proporcionan esta información. En la actualidad el centro integrado de operación ingresa de forma manual los valores para estos stocks.

- Reportabilidad: La herramienta de inteligencia de negocio permitía cruzar distintas variables de cada área y generaba información gráfica con los datos solicitados, estos datos podían ser definidos por el usuario de forma dinámica y sin la intervención de terceros. Los desarrollos web en la actualidad no permiten la generación de reportes.
- Históricos: Se contaba con data histórica de gestiones anteriores en cada uno de los procesos con la finalidad de poder recurrir a ellos para identificar falencias, detectar oportunidades o realizar análisis e investigación. En la actualidad los desarrollos web no cuentan con data que permita realizar análisis e investigación.
- Layout de procesos: La herramienta de inteligencia de negocio contaba con descripciones gráficas (Layout) de cada uno de los procesos que controlaba con la finalidad de integrar en un Dashboard analógico final, la totalidad de los procesos y exponer de forma gráfica la medición del flujo de mineral. Los desarrollos web no cuentan con Layout de los procesos.
- Visualización de Usuarios: La herramienta de inteligencia de negocio contaba con la capacidad de mostrar a los usuarios los Dashboard analógicos, de cada uno de los procesos (función que nunca se utilizó, por desconocimiento del personal del centro integrado de operación). Los desarrollos web cuentan con la posibilidad de ser mostrados en cualquier área productiva de la División Andina.

#### **4. Encuesta personal Andina sobre funciones del Centro Integrado de Operación (CIO)**

Se desarrolló un proceso de encuesta a un grupo de trabajadores, como una muestra representativa de las áreas que integran División Andina, esta muestra estaba compuesta por Gerentes, directores, Supervisores, Operarios y trabajadores, con la finalidad de obtener información relevante para poder determinar la importancia del Centro integrado de operación dentro de la División Andina y su aporte en la cadena de valor.

El objetivo de esta encuesta es poder recopilar información y antecedentes sobre ¿cómo? La organización ve al centro integrado de operación y a través del análisis de estos datos desarrollar la propuesta de estrategia y solución, que se presentara en el capítulo 4 de este trabajo. Una vez finalizada esta etapa y evaluando el grado de conocimiento por parte de la organización sobre la gestión del centro integrado de operación, se definirá el grado de interacción entre los trabajadores y el centro integrado de operación y el apoyo que estos han recibido para mejorar la gestión de su área.

En resumen con los datos analizados se puede obtener información sobre la percepción de la organización acerca del actual centro integrado de operación, su credibilidad, y el grado de apoyo que presta a los trabajadores



en los cumplimientos de las metas propuestas. Dentro de las conclusiones más importantes se destacan:

- Para la organización es importante contar con un centro integrado de operación.
- La totalidad de los entrevistados asegura que trabajaría en conjunto con centro integrado de operación.

A continuación se muestran los resultados obtenidos de alguna de las preguntas consideradas como más trascendentales en la investigación.-

## Descripción gráfica encuesta

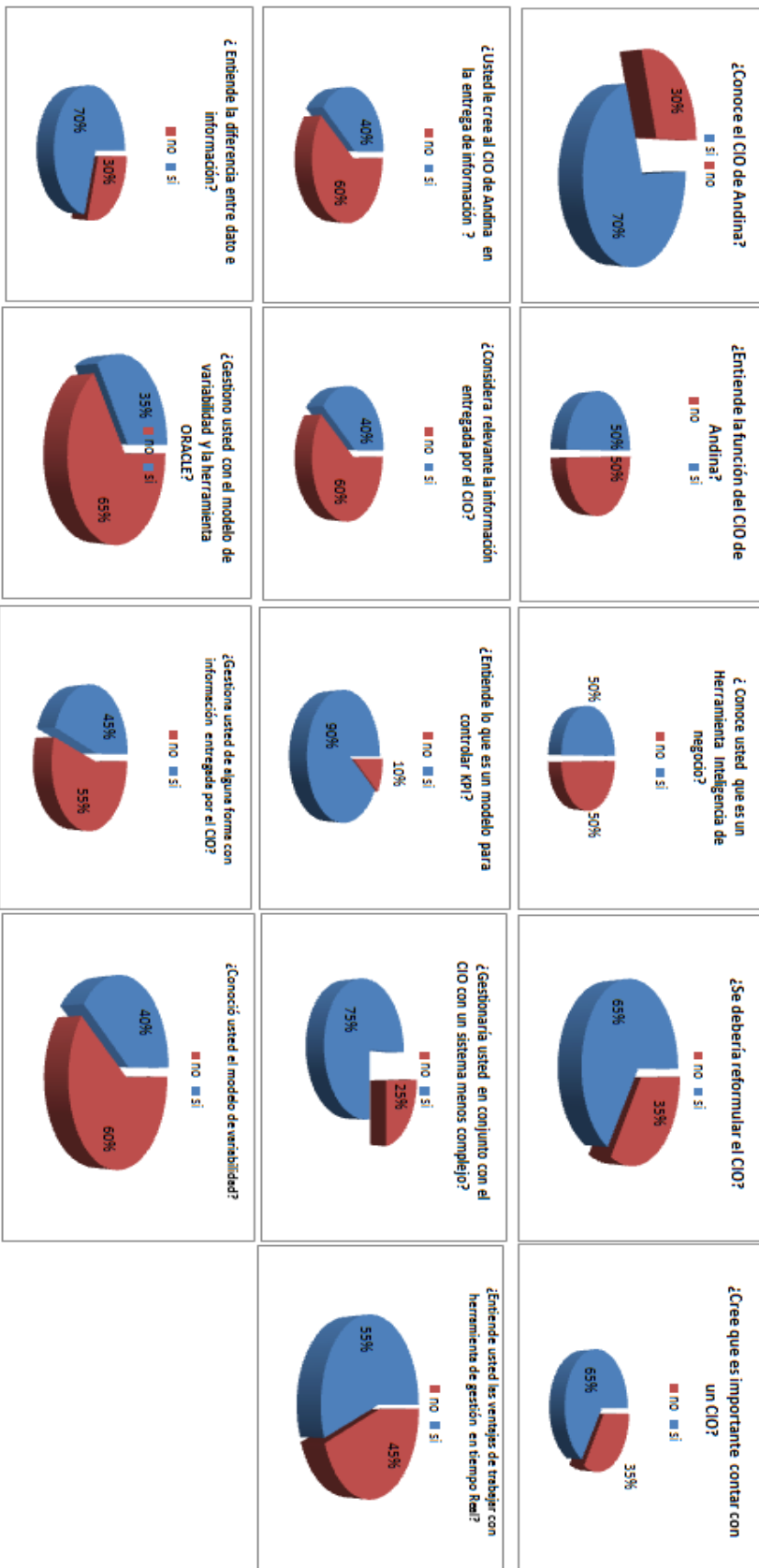


Ilustración 41: Descripción gráfica de resultado de encuesta aplicada en división Andina, Fuente Elaboración propia

## 5. Conclusión Capítulo 3

Luego del análisis y la descripción de las funcionalidades de ambos sistemas, es posible apreciar que la herramienta de inteligencia de negocio, se presenta como una solución más completa, con mayor y mejor capacidad de gestión, control y análisis sobre los procesos de la División Andina.

Además de contar con la capacidad de dar respuesta de nivel superior, que permitan agregar valor a el proceso productivo de la organización, lo que de acuerdo a el estado actual de la plataforma tecnológica, se ha perdido, generando una menor capacidad de gestión del centro integrado de operación, además presenta una involución de nivel tecnológico que impide generar acciones de mejora con mayor eficiencia y continuidad de largo plazo dentro de la organización, esto por tener que trabajar de forma reactiva y con herramientas que no presentan la capacidad de predecir y proyectar posibles escenarios , o entregar múltiples soluciones a distintas eventualidades y registrar las soluciones más utilizada para las eventualidades más comunes.

Por lo tanto en la actualidad el centro integrado de operación se ve impedido de lograr una gestión proactiva, que lo ayude a cumplir de forma más exacta con el plan de producción, además esto le impide ver oportunidades de mejora, ya que al no contar con el potencial que presentaba la herramienta de inteligencia de negocio, la mayoría de las soluciones son reactivas y con un retraso de 24hrs, generando una constante que obliga a desarrollar soluciones puntuales a situaciones ya ocurridas, lo que no agrega valor a la cadena productiva y a su vez genera ineficiencias en el proceso ya que al no gestionar de forma global y atacar problemas puntuales, muchas de las soluciones locales generan complicaciones aguas abajo del proceso productivo. Lo que deja como resultado final en un rechazo por parte de las áreas de involucrar al proceso al centro integrado de operación, a quienes definen más como un entregador de datos tardío, expositor de eventualidades y no como aporte en el proceso.

Es también necesario redefinir la estructura de profesionales que pertenecen al centro integrado de operación, potenciándolos con las capacidades idóneas (técnicas, operativas y funcionales) para trabajar en un área que opera con un alto nivel tecnológico tiene un fuerte nivel de dependencia de herramientas tecnológicas. Por último es importante entender que la organización si considera relevante la gestión por medio de un centro integrado de operación, como fue arrojado en el resultado de la encuesta realizada.

**CAPITULO 4**  
**PROPUESTA DE SOLUCIONES Y MEJORAS**

## 1. Propuesta de Mejora

En relación a las conclusiones obtenidas en los capítulos anteriores y luego de la identificación de variables críticas y problemas comunes en el accionar diario del centro integrado de operación, se desarrollará una estrategia que permita reposicionar el centro integrado de operaciones como el cerebro de la organización y que se convierta en un aporte transversal a las áreas operación.

La intención de la estrategia generada consiste en desarrollar un plan integral que incluya el aspecto tecnológico para una correcta continuidad operacional de la herramienta de inteligencia de negocio y la inclusión de esta en la organización.

Para lograr definir de mejor forma los resultados obtenidos por la investigación se plantea una propuesta de mejora que se detalla a continuación. (Ver ilustración N° 42)

La propuesta de mejora consiste en una estrategia orientada en su primera etapa (Fase Técnica) a la recuperación de las funcionalidades establecidas en la plataforma anterior, con la finalidad de proveer información confiable, real, a tiempo y que sea considerada útil por la organización.

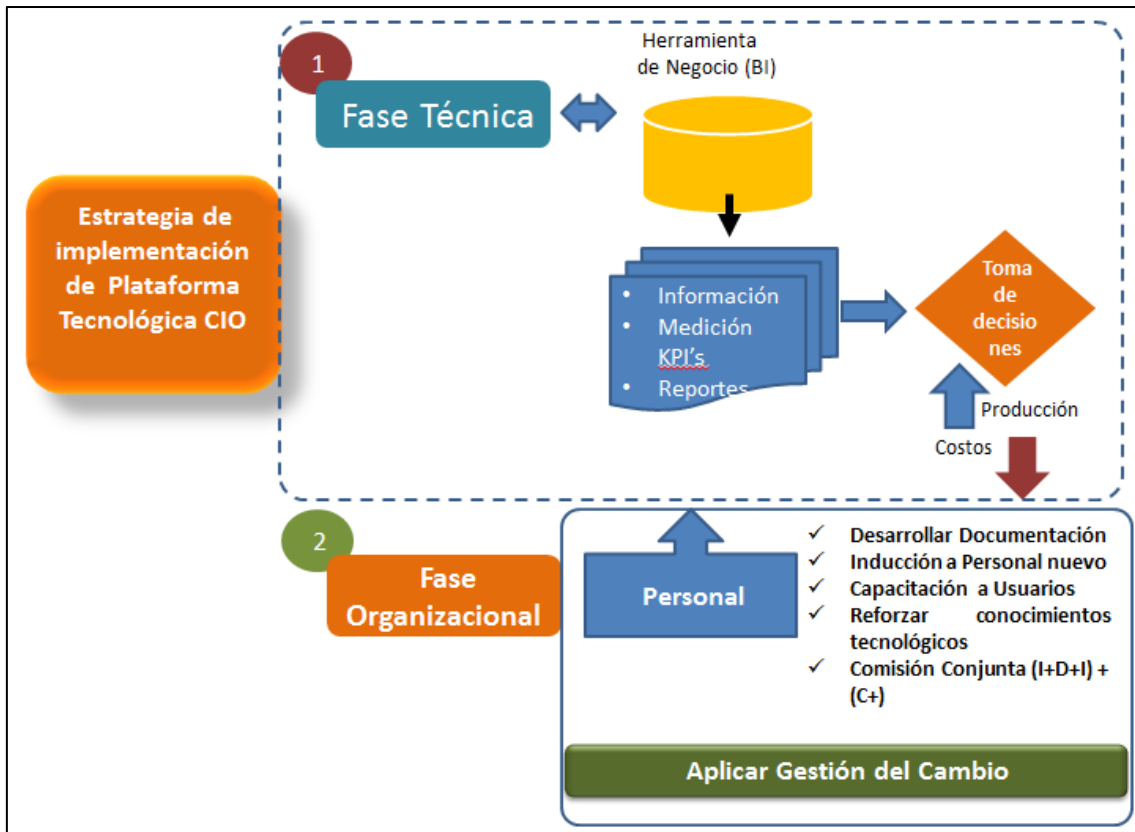
En su segunda etapa (Fase Organizacional) se aplicará una gestión de cambio sobre las personas y la organización, con el fin de que los usuarios utilicen de forma correcta la plataforma para la toma de decisiones, además se busca generar una continuidad en el uso del sistema, a través de la validación de la información y que esta sea considerada como la plataforma oficial. La gestión del cambio deberá ser transversal a la organización y además deberá considerar la capacitación y entrenamiento de todo el personal operativo que utilice la herramienta.

- Fase técnica

Consiste en el rediseño de la arquitectura de los sistemas tecnológicos, integración de sistemas existentes y reutilización de hardware disponible, para la generación de Big Data y Datawarehouse. Esto se convertirá en la nueva plataforma tecnológica que utilizará el centro integrado de operación.

- Fase Organizacional

Esta fase nos permitirá la continuidad de la herramienta, aplicando gestión del cambio a nivel de las personas y organización. Quienes deberán internalizar el uso adecuado, para lograr tomar decisiones acertadas, con la finalidad de mejorar el proceso, detectar oportunidades de mejoras y a su vez agregar valor a la compañía.



**Ilustración 42** Propuesta de Estrategia para Implementación y continuidad operación de la PIDGIO (Plataforma Informática Dirección Gestión Integrada de Operaciones).- Fuente: Elaboración propia.

A continuación se desarrollan de forma explicativa estas dos fases.

### 1.1. Fase Técnica.

Objetivo: Contar con una plataforma informática disponible, que permita continuidad operacional de los sistemas, para facilitar y apoyar la toma de decisiones.

- Centralización de la información para la gestión de operaciones.
- Tiempos óptimos de respuestas, a los requerimientos de información de las áreas operativas.
- Capacidad de desarrollo de aplicaciones de acuerdo a los requerimientos de las áreas

### Etapas de Implementación

#### 1.1.1. Etapa 1.

**Cuantificar la infraestructura tecnológica disponible en el centro integrado de operación.**

- Esquema de servidores existentes , que permiten la implementación de la plataforma tecnológica.

### **1.1.2. Etapa 2.**

#### **Diseño de requerimientos de Software para plataforma Tecnológica.**

- Sistema Open Source (sin costo de licencias).
  - Sistemas operativos y Bases de Datos.

### **1.1.3. Etapa 3.**

#### **Adecuar los servidores para instalación de la plataforma**

- Dar cumplimiento a estándar Tica, a través de respaldo de sistemas existentes.
- Servidores disponibles, a través formateo para instalación de nueva plataforma.

### **1.1.4. Etapa 4**

#### **Instalación y Configuración del Sistema.**

- Considerando los estándares Ticas, se realizaran las siguientes actividades a través de Empresa externa.

#### **1. Todos los sistemas serán instalados en tres ambientes: Desarrollo, Testing y Productivo.**

- Instalación de Servidor de Base de Datos, para alojar datos de los sistemas de las áreas operativas.
- Instalación de Sistema Operativos para la visualización de la información.
- Instalación de software para la creación y generación de Reportes.

### **1.1.5. Etapa 5**

#### **Centralizar información y análisis de datos.**

- Disponer y generar de Bases de Datos de las áreas de la GOP.
- Capacidad de análisis de datos y entrega de información en tiempo real, a través de modelos de producción y visualización en sistemas web.

### **Etapa 6**

#### **Continuidad operacional y mantenibilidad del sistema.**

- A través de TICA.

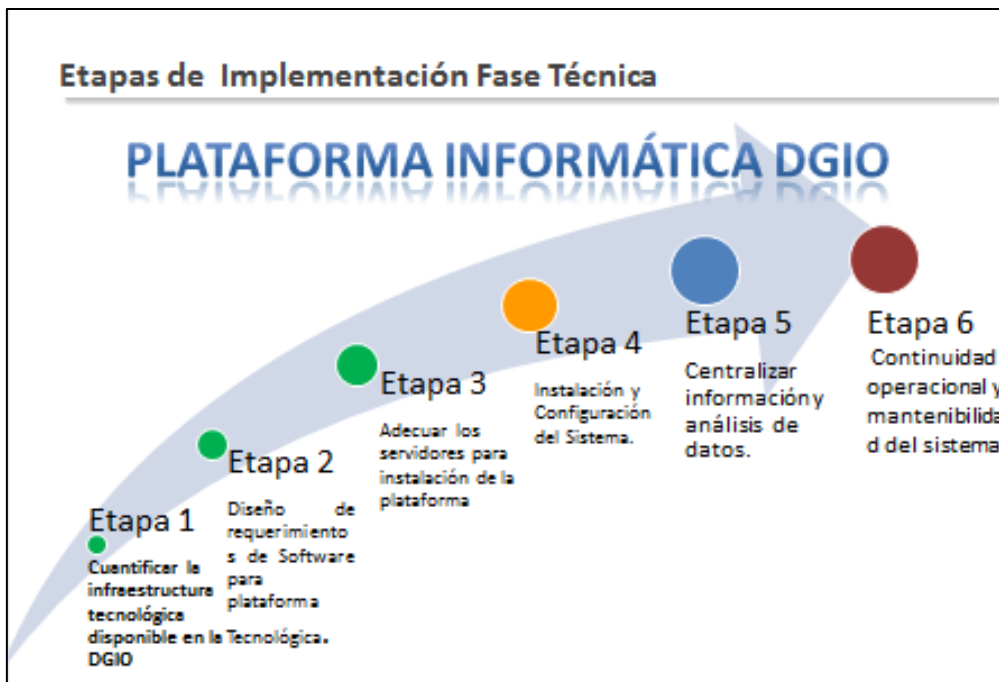


Ilustración 43: Etapa de implementación fase técnica. Elaboración propia.

## Antecedentes Etapa 4

### Instalación, virtualización y Configuración del Sistema.

#### Virtualización

- El proceso de virtualización se compone de dos actividades; Virtualización de esquema Prototipo en servidores: ANLAVA01 y ANLAVAR04 con las siguientes aplicaciones a respaldar:
  - RTD Oracle
  - Planificación Colaborativa
  - Base de datos 10g
- Actividad 1: Virtualización de esquema prototipo, para obtener respaldo de modelos matemáticos y de gestión para el control de la variabilidad del flujo de mineral.
- Actividad 2: Virtualización de esquema Funcional 6 servidores, respaldo de esquema.

#### Implementación y configuración del sistema

- Dado los requerimientos de las Áreas pertenecientes a la gerencia de operaciones, (Mina, planta y servicios) es necesario dejar operativa la plataforma tecnológica, para dar respuesta a sus necesidades.



- En este momento, TICA no cuenta con la disponibilidad de HH requeridas para la implementación de la Plataforma y no cuenta con el presupuesto asignado para para la contratación de profesionales, con las competencias adecuadas, para este requerimiento.
- Operatividad en menor tiempo. Una empresa externa cuenta con las competencias y los profesionales para el desarrollo de la Etapa 4.

### 1.1.6. Evaluación Económica propuestas

Para esta evaluación económica se consideraron cuatro alternativas, Caso Base, Empresa N° 1, Piloto HANNA y Empresa N°2, como alternativas de desarrollo de nueva plataforma Informática, o continuidad de operación en el estado actual (Desarrollos Web).

Para el diseño de este proyecto se consideraron como puntos críticos, para incluir en el análisis de los oferentes los siguientes antecedentes:

- Licencias
- Sistemas Operativos
- Sistemas de Base de datos
- Continuidad Operacional
- Desarrollos Estándar TICA (Testing y Producción)
- Servidor de Base de Datos (Open Source)
- Estándar de Mercado en Administración de Servidores (LVM)
- Administrado por el centro integrado de operación, bajo la supervisión de la TICA.

Con el cumplimiento de la Etapa 4, la plataforma estará disponible para dar Servicios a áreas Operativas, generando información y análisis para entregar reportabilidad con estándar de mercado.

**Caso Base:** Consiste en la evaluación económica del sistema de inteligencia de negocios, el que se encuentra instalado en la sala de servidores del centro integrado de operación, pero no se podía utilizar (fallas técnicas y falta de mantención). Este sistema está construido en una plataforma ORACLE, tienen licencias asociadas por usuario, lo que genera altos costos, además para cada nuevo usuario que desea utilizar el sistema, es necesaria la adquisición de una nueva licencia. El costo asociado a las licencias del centro integrado de operación es de US\$ 11.000, mensuales, con un pago que se realiza dos veces al año, además del costo de otros productos Oracle, que en conjunto suman para un plazo de 5 años un total de gastos de US\$ 1.090.185. Costo que fue asumido por la organización durante los años 2008 y 2012 (etapa prototipo), y que cuando se abandonó el proyecto, se continuó pagando hasta noviembre del 2015.( ver anexo 4)

**Empresa N°1 y Empresa N°2:** Consiste en la evaluación del desarrollo y continuidad operacional de una nueva plataforma informática, con herramienta de inteligencia de negocio, toda construido en base a software con licenciamiento gratuito y conservando la mayor cantidad de funciones de la herramienta de inteligencia de negocio anteriormente instalada, además de considerar la inclusión de nuevas plataformas existentes. Ver anexo 4.

**La empresa N°1** son de US\$ 129.952 para el desarrollo y continuidad operacional, con una duración del proyecto a 5 años (7 meses de desarrollo y 53 meses de continuidad operacional).

**La empresa N°2** presento un valor de US\$ 118.156 para los 5 años del proyecto (4 meses de desarrollo y 56 meses de continuidad operacional).

Expuesto los resultados del costo de desarrollar la plataforma informática del centro integrado de operación la empresa N°2 cuenta con un menor costo, lo que se traduce en un mayor ahorro, en comparación con el actual gasto que se genera por pagar el caso base.

**Piloto SAP/4Hanna:** Dado que la corporación cuenta con licenciamiento, para productos SAP y considerando el tipo del proyecto en cuanto a almacenar información y exponer reportes, SAP presenta una herramienta de clase mundial, con potencialidades superiores a cualquier otro símil del mercado, pero que también tienen un sistema de costos asociado a licenciamiento por usuarios, además la corporación no cuenta con el producto Hanna como parte de la suite de productos SAP, que actualmente se pagan, el costo de implementación de esta alternativa, hacen que no sea atractiva US\$ 129.210 solo para el primer año de uso. Además no considera la continuidad operacional de la plataforma. Ver Anexo N°4

La evaluación pretende definir, por medio de un análisis económico VAC, cual es la alternativa más rentable para la implementación de una nueva plataforma.

Las ventajas y desventajas de cada una de las formas de operar (Con herramienta de inteligencia de negocio v/s forma actual) están descritas en la Tabla N°1.

Esta evaluación considera 4 alternativas, las cuales serán analizadas a continuación en planilla Excel

## Evaluación Económica Nueva Plataforma Tecnológica DGIO

r	8% Tasa de interés para actualización de proyecto por Codelco
US\$ 2016	700
UF 201508	25.629,09

			2016	2017	2018	2019	2020	2021
130000	CASO	Suite ORACLE ALL	130000	130000	130000	130000	130000	130000
17.183		Licencias Oracle	17.183		17.183		17.183	
98.250	BASE	Lic. Windows Server	98.250			98.250		
		Continuidad Operacional	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356
7.249.392		<b>Total</b>	<b>255.789</b>	<b>140.356</b>	<b>157.539</b>	<b>238.606</b>	<b>157.539</b>	<b>140.356</b>
7.249.392	Empresa 1	Continuidad Operacional	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356
18522		Desarrollo	67.815					
7.249.392								
870	PILOTO hana	Continuidad Operacional	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356
		Desarrollo	31.853					
		Servidor y licencias	87.000					
		<b>Total</b>	<b>129.210</b>					
7.249.392	Empresa 2	Continuidad Operacional	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356
1530		Desarrollo	56.018					

<i>PND</i>		
Resumen	VAC US\$	Ahorro US\$
Columna1	VAC US\$	Ahorro US\$
VAC Caso Base	2.139.191	
PILOTO HANA	238.248	1.900.942
E2	175.413	1.963.778
E 1	187.210	1.951.981

<i>Quinquenio</i>		
Resumen	Análisis a 5 años	
Columna1	VAC US\$	Ahorro US\$
VAC Caso Base	826.023	
PILOTO HANA	163.511	1.975.680
E2	100.675	2.038.515
E1	112.472	2.026.719

### 1.1.7. Conclusión de Propuestas Evaluación Económica

En base a las propuestas descritas, para desarrollar la nueva plataforma informática, dependiente del centro integrado de operación, se define que la opción a seleccionar corresponde a la propuesta hecha por la **Empresa N° 2**, debido a que genera un mayor ahorro, el que es equivalente a US\$2.038.515 (para el cálculo a 5 años del proyecto) además cuenta con personal certificado, lo que asegura contar con un respaldo de nivel técnico para la instalación de la nueva plataforma.

### 1.1.8. Desarrollo Etapa 4

#### Solución propuesta por Empresa Externa.

Duración de 4 semanas, con los principales entregables:

- **Migración heterogénea DB Oracle a PostgreSQL**
- **Instalación sistema operativo Ubuntu.**
- **Instalación de Servidor de Bases de datos**
- **Sistema Migrado desde BD Oracle.**

### 1.1.9. Antecedentes Etapas 5

Una vez finalizada la Etapa 4, el centro integrado de operación estará en condiciones de:

- Recepción de requerimientos de las Áreas de la GOP.
- Realizar análisis, a través de los modelos matemáticos, migrados desde la Base de datos Oracle 10g.
- Emisión de Reporte y entrega de información para toma de decisiones, por parte de las Áreas operativas.
- Dar respuesta oportuna a los requerimientos de las áreas Operativas (GMIN,GPLA y GRMD)

## **1.2 Conclusiones Fase Técnica**

Con la opción establecida en Etapa 4 (empresa Externa), estará en 2 meses de trabajo aproximado el desarrollo de la plataforma para luego quedar en un estado Operativo.

Al finalizar el desarrollo de las etapas finales de este proyecto 4 y 5, el centro integrado de operación, tendrá la capacidad de generar análisis, predecir escenarios, detectar oportunidades de mejora y generar Reportabilidad, para aportar en el apoyo a la toma de decisiones de las Áreas operativas integrantes de la GOP. Con esto finaliza la Fase Técnica.

## **1.2. Fase Organizacional.**

### **Objetivos:**

- Lograr continuidad de la herramienta
- Independencia de los cambios organizacionales
- Credibilidad y posicionamiento del Centro Integrado de Operación
- Personal calificado

Para asegurar la continuidad de la nueva herramienta tecnológica, es necesario definir indicadores claros y que sean requeridos por las distintas áreas de la organización, con la finalidad de que el centro integrado de operación entregue esta información.

El centro integrado de operación se posicionará como el cerebro de la operación definiendo y coordinando la forma de actuar en conjunto con las áreas operativas, para dar cumplimiento a los planes de producción y costos establecidos por la división, retomando su capacidad de análisis y predicción de escenarios. Durante este proceso el centro integrado de operación debe lograr la independencia de los constantes cambios organizacionales (cambios de gerentes, supervisores, etc.) y deberá ser parte activa de la gestión diaria de las personas que trabajan en las áreas productivas, apoyando la toma de decisiones, demostrando las mejoras posibles de acuerdo a las acciones ejecutadas, agregando valor a la organización, de forma independiente, pero integrado transversalmente en el apoyo a la producción, esto con la finalidad de que los avances logrados sean autosustentables en el tiempo y no estén sujetos a la volatilidad del momento.

Una vez lograda la independencia del constante cambio organizacional el centro integrado de operación debe ser capaz de entregar información real y creíble para los usuarios, para esto es fundamental la integración de forma transversal a la organización, en donde se debe exponer a los trabajadores la necesidad de cooperar en cada uno de los procesos, en que serán apoyados por centro integrado de operación y su plataforma tecnológica, demostrando la capacidad de aportar con información a todas las áreas productivas, desde los usuarios de nivel más básico, hasta la toma de decisiones de nivel gerencial, con esto se tendrá un centro integrado de operaciones validado, por todas las

unidades operativas y por los usuarios en su función de clientes receptores de información.

Con la correcta integración y gestión de la plataforma tecnológica entre los profesionales del centro integrado de operación y los usuarios, se generarán soluciones conjuntas, de este modo el centro integrado de operación, estará validado por la organización, para poder operar y ayudar de forma estratégica al cumplimiento de los planes de producción.

Debido a la complejidad de la plataforma tecnológica la organización tendrá la obligación de capacitar a los profesionales que trabajarán de forma directa con la herramienta. Asimismo será necesario diseñar interfaces amigables, que muestren en terreno el estado de los procesos productivos, donde se pueda observar el resultado de la acción conjunta entre los profesionales del centro integrado de operación y los trabajadores, con esto tendremos un centro integrado de operación transversal a la organización, que contará con la validación de todos los usuarios que integran las distintas áreas productivas de la división.

Como parte del proceso de cambio, la organización deberá considerar contar con especialistas en áreas tecnológicas específicas, con la finalidad de asegurar la continuidad de la plataforma. En esta etapa del proceso es fundamental que los especialistas a cargo de la plataforma tecnológica pertenezcan a la división, ya que las experiencias anteriores han demostrado que la gestión de este tipo de proyectos, administrada por externos no genera valor a la organización y son destruidas en el mediano plazo, debido a que no existe un real compromiso por dar continuidad a la herramienta, ya que solo consideran como relevante, el tiempo por el cual está definido el proyecto, experiencia obtenida en el desarrollo de la investigación.

Además el tener profesionales especializados pertenecientes a la división, implica que se deban resguardar los intereses del dueño, también tendrán la obligación de asegurar el cumplimiento de la normativa y estándares TICA y velar por la continuidad de la plataforma tecnológica, asegurando confiabilidad y disponibilidad para los distintos requerimientos de las áreas, gestionando con tiempos de reacción adecuados, para entregar respuesta a las solicitudes de los usuarios en terreno.

### **1.2.1. Plan de acción para la segunda etapa**

Para lograr llevar a cabo lo anteriormente descrito y asegurar una continuidad operacional de la plataforma tecnológica, será necesario trabajar en conjunto con las personas, aplicando la gestión de cambio de forma integral, con la finalidad de que la organización valide la utilización del centro integrado de operación, como el área de apoyo transversal a la organización en todas las etapas de los procesos productivos.



**Ilustración 44: diagrama explicativo segunda etapa de implementación de Estrategia, elaboración propia**

Para esto será necesario por parte de la organización, en la ejecución de la gestión de cambio, generar la documentación para el uso de la plataforma informática la que deberá estar disponible en los sistemas formales de la división para la entrega de información.

Inducir a personal nuevo en el manejo de la plataforma tecnológica y la función transversal del centro integrado de operación, capacitar a los usuarios en el uso, funcionalidad y potencialidad de la plataforma tecnológica, con la finalidad de que comprendan las ventajas competitivas que proporcionará el uso de la herramienta. Será necesario reforzar y refrescar los conocimientos tecnológicos que cada usuario posee al momento de ser parte del centro integrado de operación, para agregar conocimiento y generar valor a la cadena productiva en la organización.

Para lograr que estos cambios tengan un recibimiento y aceptación por parte de la organización (cambio de paradigma), se deberá reestructurar las reglas del juego, con la finalidad de que incentive a los usuarios y trabajadores a integrarse en un proceso de trabajo continuo y apoyo permanente entre las áreas operativas y el centro integrado de operación. Por último para que esto tenga un real efecto transformador, será necesario que el dueño de la organización, tenga una representación directa dentro del centro integrado de operación, con la finalidad de que esté informado al detalle sobre el avance en la integración e interacción entre las áreas y el centro integrado de operación.

Por último el centro integrado de operación tendrá la capacidad de organizar comisiones mixtas para generar Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I) en los distintos procesos productivos de la organización esta tarea deberá ser en conjunto o apoyada con C+ (Lean División Andina).

## **CAPITULO 5 CONCLUSIONES**



## 1. Conclusión

Como conclusión de la investigación sobre el aporte de las herramientas de inteligencia de negocio, en Codelco Chile División Andina, podemos indicar que este trabajo entregó datos concluyentes respecto a los objetivos planteados.

Las herramientas de inteligencia de negocio, utilizadas en las distintas industrias, han demostrado ser un aporte para la generación de recursos en las empresas que las han utilizado, Existen variados casos de éxito de utilización de este tipo de tecnologías, en sectores como la industria cinematográfica, agrícola, energías y servicios.

Para el área de la industria minera son escasos los ejemplos de utilización de este tipo de tecnologías, existen diversos proyectos que las han integrado parcialmente, o que consideran integrarlas en un futuro próximo, pero no son muchos los casos, en que se ha implementado y utilizado.

Como referente más cercano de la industria minera propiamente tal, se cuenta con el caso de Rio Tinto, en su centro de control en Pune (India), en donde se encargan de gestionar y dirigir la operación de sus yacimientos a nivel mundial, centralizando la operación y generando mejoras sustantivas en eficiencia de procesos. Por lo que obtuvieron un premio a la innovación y desarrollo tecnológico por la cámara de metales de Australia (Australian Securities Exchange).

Para el caso local, son nulos los ejemplos que cuenten con este tipo de herramientas tecnológicas (Andina era la excepción), existen intenciones de realizar proyectos que utilizan herramientas de inteligencia de negocio, por parte de Anglo American (los Bronces) y la sociedad compuesta por Anglo American PLC, Glencore y Japan Collahuasi Resources B.V, Collahuasi, pero se encuentran en estudio o postergados por proyectos de mayor urgencia.

La corporación Nacional del Cobre, Codelco Chile, no cuenta con áreas específicas en ninguna de sus divisiones, que utilicen herramientas de inteligencia de negocio en sus centros integrados de operación. La mayoría de estos centros integrados de operación, están orientados a la operación propiamente tal, ojala lo más remoto posible del lugar en donde se ejecuta la acción para ayudar a prevenir accidentes y generar ahorro de costos, pero no se considera relevante, en el corto plazo, generar centros de análisis e investigación de la data, para la mejora de los procesos apoyados por este tipo herramientas.

División Andina, fue un pionero en el uso de este tipo de herramientas de inteligencia de negocio, demostrando durante la etapa de prototipación que la utilización de este tipo de herramientas tecnológicas, son un aporte al proceso productivo. La utilización de este tipo de tecnologías, le permitió gestionar de forma proactiva los procesos, generar escenarios posibles y controlar la

variabilidad del flujo de mineral de forma exitosa, arrojando claras disminuciones de este KPI, mientras estuvo operativa la herramienta.

En la etapa de análisis se detectaron falencias principalmente complicaciones de carácter técnico, que influyeron en que la herramienta presentara problemas en sus inicios, los cuales terminaron por ser corregidos en tiempos razonables presentando un esquema prototipo funcional que demostró ser útil, al ejecutar el modelo de control para el cual estaba diseñado, control de variabilidad para el flujo de mineral.

Luego de esta etapa queda claro que el problema más complejo de enfrentar para una herramienta de inteligencia de negocio instalada en el centro de operación de División Andina, corresponde a temas técnicos, pero también pasa por un rediseño organizacional.

En la actualidad el centro integrado de operaciones se encuentra en un proceso de transformación y búsqueda de posicionamiento dentro de la división, pero no cuenta con la potencialidad y funcionalidades que le proveía el uso de una herramienta de clase mundial para la gestión análisis y predicción, como la que existió entre los años 2010 y 2012. El centro integrado de operaciones gestiona mediante herramientas Web, con KPI's (tomados de la herramienta de inteligencia de negocio,) pero que solo están orientados a la visualización de datos y entrega de reportes con un retraso de 24Hrs, lo que hace inútil intentar gestionar de forma predictiva para evitar la ocurrencia de eventos. No existe la posibilidad de generar escenarios o múltiples soluciones, tampoco cuentan con un registro que permita entregar soluciones comunes a problemas recurrentes. Por lo tanto los actuales jefes de negocio de las etapas productivas se ven obligados a informar de forma tardía el resultado de la gestión del día anterior, con la misión diaria de poder corregir los errores ya ocurridos, para poder ajustarse a cumplimiento del plan. Lo que impide generar valor a la cadena productiva, obligando a reaccionar de forma tardía y con los eventos ya ocurridos, intentando corregir las falencias y perdiendo la capacidad de generar soluciones sustentables para el proceso en el largo plazo. Por lo tanto no es comparable el potencial de la herramienta de inteligencia de negocio con la gestión actual del centro integrado de operaciones, por medio de herramientas Web de menor calidad en cuanto a la capacidad de análisis y funcionalidades

Los resultados entregados por la gestión mediante la utilización de la herramienta de inteligencia de negocio y el modelo de variabilidad de flujo de mineral fueron exitosos, pero la organización no supo continuar con la gestión por medio de este tipo de herramienta, presentado problemas de madurez, que terminan por el abandono de la herramienta y la pérdida de gestión sobre el modelo de variabilidad de flujo de mineral. Esto ocurre debido a la incorrecta aplicación de la gestión del cambio dentro de la organización, para la adecuada internalización y continuidad operacional de la herramienta y su modelo, además de que este tipo de herramientas de alto nivel tecnológico deben estar sustentadas por el apoyo de TICA, la cual no fue incluida en ninguna etapa del proyecto.

Dentro de la caída de la herramienta de inteligencia negocio, se puede apreciar que factores como personas, ambiente, grado tecnológico, gestión de cambio y la misma organización en su totalidad fueron socavando el funcionamiento de la herramienta y terminaron por perder la capacidad de gestionar de forma eficiente el proceso productivo de División Andina, lo que generó como resultado la pérdida de credibilidad de la gestión realizada por el centro integrado de operación, que lentamente fue perdiendo presencia y entregando parte de sus obligaciones a las áreas, las cuales iniciaron un trabajo individual, regresando a la forma original de mirar el proceso minero, por unidades independientes y no como fue planteado con el modelo de variabilidad del flujo de mineral. En conjunto con la pérdida del modelo, se suma, la capacidad de análisis y predicción que gestionaba la herramienta de inteligencia de negocio entre otros.

Luego de analizar en detalle los resultados entregados por la investigación, surge la posibilidad de plantear una alternativa de propuesta para regresar a gestionar de forma más eficiente el proceso productivos de División Andina y a su vez generar mediante acciones concretas que el centro integrado de operación regrese a ser el cerebro de la operación, gestión y análisis de División Andina. Esto se deberá lograr por medio de una estrategia conjunta entre la fase técnica y la fase organizacional. La fase técnica permitirá fundar bases sólidas para el funcionamiento de la herramienta tecnológica, generando confiabilidad del sistema que entregara los datos que serán considerados como información relevante para gestionar el proceso productivo. La fase organizacional deberá abordar la capacitación de los trabajadores, lo que asegurará la continuidad operacional de la herramienta, generando actividades por parte de la organización, entre las que se encuentra, el desarrollo de documentación el cual debe estar disponible en el sistema de gestión oficial de división Andina, además de aprovechar la posibilidad de crear comisiones que generen investigación, desarrollo e innovación al proceso productivo, para lo cual la división cuenta con profesionales orientados a la metodología C+ (lean División Andina).

Para concluir el desarrollo de este trabajo podemos decir, que las herramientas de inteligencia de negocio, si son un aporte a la cadena de valor del proceso minero de División Andina, pero estas deben estar gestionada e internalizadas de forma correcta por la organización, de lo contrario el esfuerzo realizado podría terminar siendo inútil, generando con esto la pérdida de recursos valiosos.

## BIBLIOGRAFIA.

- Manual de instalación, herramienta de inteligencia de negocio, Abril 2012, Instalación OBI 11g, Autor Marcos Sarzoza, V1.0, p 13.-
- Manual Usuario, Herramienta de inteligencia de Negocio, Abril 2012, Marcos Sarzoza, V1.0, p 41.-
- MIMIOMC, Manual de instalación, modelo integrado de Operación, Motor de Cálculos (MIO-MC) Mayo 2012, Autor Francois Bertrand, p 10.-
- MOMIOMC Manual de Operación, Modelo integrado de Operación, Motor de cálculos (MIO-MC) Mayo 2012, Francois Bertrand, p10.-
- MSMIOMC, Manual de sistema, Modelo integrado de Operación, Motor de Cálculos, (MIO-MC), Mayo 2012, Francois Bertrand, p 24.-
- MUMIOMC, Manual de usuario, Modelo Integrado de Operación, Motor De Cálculos (MIO-MC), Junio 2012, Gastón Araya R, Francois Bertrand p 7.-
- Diseño Conceptual MIO, Taller Codelco, SONDA/NAVIGO, División Andina –CODELCO, Julio 2011, Hector Cerda, p 42
- Manual usuario Plan Colaborativo, Planificación Colaborativa (MIO-PC), Abril 2012, Gastón Araya R. p27.-
- MAU-MI\_MIO\_PC, Escalamiento del sistema integrado de variabilidad de flujo y planificación colaborativa en tiempo real, Manual de usuario, Francois Bertrand, Javier Causas Morales, Leonardo Causas Morales, mayo 2012, p 8.-
- MAU-MS\_MIO\_PC, Manual del sistema, Modelo Integrado de Operación, Mayo 2012, Leonardo Causas, Javier Causas, Francois Bertrand, p 16.-
- MAU Manual de usuario, Mayo 2012, Gastón Araya, Javier Causas Morales, Leonardo Causas Morales, p32
- Entregables, Manual de Usuarios en RTD, ORACLE, Marzo 2009, V3.0, E13855-01, p 234
- RTD3.0.0.1\_OC4J\_QUICKZIP\_Instructions, 3.0.0.1.QZ.060309.2301, Junio 03, 2009, p 28
- Manual de sistema Dashboard, Empulso mayo2014, p17.-



## **ANEXO 2 “Requerimientos Tecnológico Centro Integrado de Operaciones”**

### **Siete puntos , Necesidad CIO (Informática)**

- 1.- Nuevo esquema de servidores (Hardware y Software)
- 2.- Reemplazo de herramienta Suite Oracle. OBI, RTD, BI.
- 3.- Propuesta para R-Mes.
- 4.- Ordenamiento Bases de datos existentes, en Linux Leonor, Postgre, Neo4j, My Sql.
- 5.-Cambio de base de datos ORACLE
- 6.- Propuesta de sistemas visuales, nivel usuario, Lenguajes, (Dashboard).
- 7.-El Punto 6 debe ser considerado con la aplicación Web-Services , para que pueda ser visto a nivel divisional.

# ANEXO 3 “Evaluación Económica de Alternativas”

## Evaluación Económica Nueva Plataforma Tecnológica DGIO

19650

r	8% Tasa de interés para actualización de proyecto por Codelco
US\$ 2016	700
UF 201508	25.629,09

			2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
<b>CASO BASE</b>	Suite ORACLE ALL		130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000	130000
	Licencias Oracle	US\$	17.183		17.183		17.183		17.183		17.183		17.183		17.183		17.183		17.183		17.183		17.183		17.183		17.183
	Lic. Windows Server	US\$	98.250			98.250			98.250			98.250			98.250			98.250			98.250			98.250			98.250
	Continuidad Operacional		10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356
	<b>Total</b>	<b>US\$</b>	<b>255.789</b>	<b>140.356</b>	<b>157.539</b>	<b>238.606</b>	<b>157.539</b>	<b>140.356</b>	<b>255.789</b>	<b>140.356</b>	<b>157.539</b>	<b>238.606</b>	<b>157.539</b>	<b>140.356</b>	<b>255.789</b>	<b>140.356</b>	<b>157.539</b>	<b>238.606</b>	<b>157.539</b>	<b>140.356</b>	<b>255.789</b>	<b>140.356</b>	<b>157.539</b>	<b>238.606</b>	<b>157.539</b>	<b>140.356</b>	<b>255.789</b>
<b>Empresa 1</b>	Continuidad Operacional		10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356
	Desarrollo	US\$	67.815																								
<b>PILOTO hana</b>	Continuidad Operacional		10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356
	Desarrollo	US\$	31.853																								
	Servidor y licencias	US\$	87.000																								
	<b>Total</b>	<b>US\$</b>	<b>129.210</b>																								
<b>Empresa 2</b>	Continuidad Operacional		10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356	10.356
	Desarrollo	US\$	56.018																								

<b>PND</b>		
<b>Resumen</b>		
Columna1	VAC US\$	Ahorro US\$
VAC Caso Base	2.139.191	
PILOTO HANA	238.248	1.900.942
E2	175.413	1.963.778
E 1	187.210	1.951.981

<b>Quinquenio</b>		
<b>Resumen</b>	<b>Análisis a 5 años</b>	
Columna1	VAC US\$	Ahorro US\$
VAC Caso Base	826.023	
PILOTO HANA	163.511	1.975.680
E2	100.675	2.038.515
E1	112.472	2.026.719

**Conclusión** Dado el margen de ahorro, cualquier alternativa es factible.

129.952  
118.156

## **ANEXO N°4 “Detalle Propuestas”**

### **Propuesta N° 1 Caso Base**

El caso base propone la eliminación de la Suite ORACLE, en su totalidad, dado el alto costo de mantenerla y su compleja forma de funcionar como plataforma tecnológica dentro de la organización. Además se encuentra imposibilitada de operar, por lo tanto solo se continúa con el pago de las licencias. Para el análisis de costos del caso base se realizó una propuesta de ahorro, por concepto de eliminación de pagos de Suite ORACLE, y sus costos asociados, con la finalidad de poder definir el valor posible a ahorrar. Una vez conocido y establecidos los valores que generaría la eliminación de la suite ORACLE, se pretende revisar el costo de cada una de las propuestas presentadas para la transformación del centro integrados de operación y ver si son rentables de acuerdo a el ahorro que genera el no tener que continuar pagando a ORACLE el costo de la suite.

El resultado de la eliminación de esta Suite de productos ORACLE, arroja como valor final un ahorro de US\$ 2.139.191, que el centro integrado de operaciones dejaría de pagar en un cálculo estimado a 5 años.-

#### **Bases para oferentes**

Este documento presentará, las condiciones mínimas técnicas ofertadas para la reutilización del hardware y la nueva plataforma tecnológica del centro integrado de operación.

En el contexto actual de la sala de servidores en el centro integrado de operación, se cuenta con una arquitectura compuesta de sistemas operativos Windows y Linux, más dos bases de datos ORACLE Versión 10 y 11g. También convive en el mismo escenario un sistema prototipo más antiguo y más completo a nivel de herramienta BI, a esto se suma un sistema Dashboard Analógico, montado en un servidor Linux.

En el marco de las mejoras propuestas por auditoría realizada en el mes de agosto del 2015, se detectaron serios problemas en la arquitectura actual de los sistemas, que conformar la herramienta de inteligencia de negocio. Por lo que dentro del centro integrado de operación el equipo de informática, se dedicó a la búsqueda de soluciones posibles y continuidad de la plataforma en hardware y software, retomando la necesidad de ser un aporte al proceso de apoyo a la toma de decisiones de la operación.

El resultado del análisis fue;

- Que dado el estado de los sistemas y aplicada las correcciones solicitadas en la auditoria (dentro de lo posible), la plataforma existente no era funcional, para las necesidades actuales del centro integrado de operación..

Luego de evaluar y cerrar el proceso de auditoría y con las conclusiones listas, se toma la decisión de realizar cambios profundos a la arquitectura del



sistema, a los sistemas en sí y por último a las bases de datos existentes. Esto con el fin de poder reutilizar la plataforma de hardware existente, encapsular la herramienta Oracle (Licencias), y dar continuidad a los equipos que serán liberados luego de la redistribución de la plataforma en su totalidad.

El equipo informático del centro integrado de operación elabora una propuesta con un petitorio de siete preguntas, ( Ver anexo 2) las cuales son enviadas a los interesados en participar en la reestructuración y reutilización de los servidores existentes en el centro integrado de operación, más las mejoras propuestas en sistemas operativos y bases de datos. Dada la criticidad del proceso se selecciona de preferencia oferentes que cuenten con certificaciones en las áreas anteriormente mencionadas.

En respuesta a este proceso, se examinó la propuesta del Sr. Empresa 1,

A continuación se describe lo ofertado sus ventajas y costos asociados.

### **Propuesta**

- Inventariar las máquinas y aplicaciones que se ejecutan
- Reactivar las aplicaciones que puedan estar obsoletas o no funcionales
- Reorganizar la plataforma de hardware y software para liberar recursos (factorización)
- Construir nuevas herramientas e integraciones que hagan crecer la infraestructura hacia los fines productivos
- Redundancia
- Paralelismo
- Reemplazar las componentes de software comerciales
- Iniciar y programar una política de respaldo
- Finalmente propiciar una plataforma sencilla.
- Alta disponibilidad
- Costos de Licenciamiento
- Reutilización
- Escalabilidad

En lo que respecta al software, se pueden realizar reemplazos que se pueden hacer desde las herramientas propietarias cerradas a software libre.

### **Actividades**

Para la realización de los puntos anteriores propuestos el detalle es el siguiente:

- ORACLE RTD (Real Time Decisions)
- Base de Datos Oracle 10
- Planificación Colaborativa
- Conector PI-RMES (PI-DAS)
- Aplicación R-MES
- Repositorio Planilla rajo y Subte
- OBI 11g ORACLE
- Base de Datos ORACLE 11g

- Conector PI-BUS
- BUS
- Aplicación WEB PHP Mina y otras
- Base de datos MySQL
- Dashboard Legados
- Dashboard Mantención
- Diagrama Flujo Mina Planta
- Base de datos Postgresql
- Base de datos Neo4j
- Documentación Wiki

### **Integrantes del proyecto**

- Analistas-Programadores
- Administradores de sistemas
- Desarrollador de software 1
- Desarrollador de software 2
- Analista de inteligencia de negocio

### **Valorización**

Esta propuesta tiene un costo de US\$ 129.952, para un cálculo de tiempo de 5 años, generando un ahorro respecto al caso base de US\$ 2.026.719.

## **Empresa N° 2**

### **Detalle Propuesta 2**

- Redistribuir servicios con el fin de liberar uso físico de servidores de la sala CIO.
- Organizar servicios para un funcionamiento dimensionado al uso actual del sistema
- Realizar ahorro de costos en pago de licencias no utilizadas
- Aprovechar y optimizar al máximo de los recursos en hardware y software disponibles.
- Utilizar funciones del actual sistema que sean de valor para la organización.
- Simplificar las tareas de administración, soporte y mantención de sistemas, eliminando dependencia de externos.
- Utilizar software Open source para bases de datos y análisis de información.

Expuesto lo anterior, el servicio incluye una reorganización de sistemas operativos y bases de datos con el fin de liberar la mayor cantidad de equipos posibles, para montar plataforma Open Source y generar disponibilidad de hardware.

### **Actividades**

Para la realización de los puntos anteriores propuestos el detalle es el siguiente:

- Unificar servicio de bases de datos ORACLE y OBIE modelo Variabilidad
- Migrar bases de datos ORACLE a Postgresql
- Reorganizar servicios Dashboard
- Sistema WEB para soportar desarrollos de nuevos Dashboard y gráficos existentes en la CIO (Programación PHP)
- Instalar sistemas Open Source.
- Identificar hardware para posibles pilotos.
- Generación de sistema de respaldos.

### **Integrantes del proyecto**

- Jefe de proyecto
- 2 Consultores DB/OS Migración Certificado Oracle
- 3 Especialistas en sistemas Operativos

### **Valorización**

Esta propuesta tiene un costo de US\$ 118.156, para un cálculo de tiempo de 5 años, generando un ahorro respecto al caso base de US\$ 2.038.515