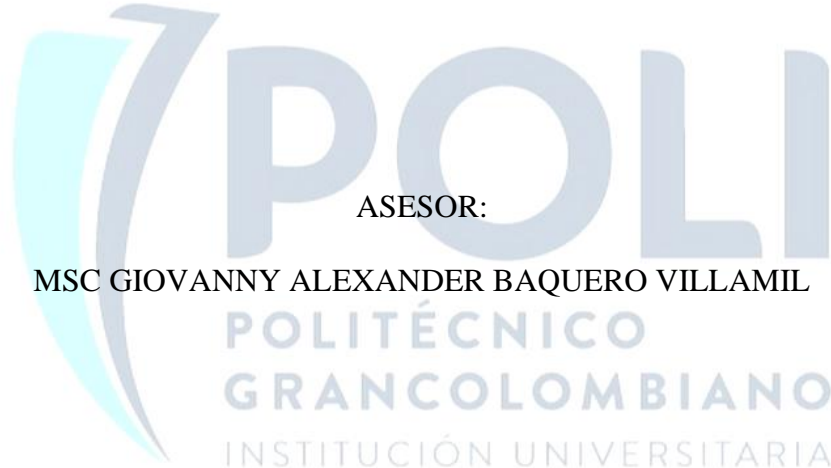


PROPUESTA DE UN MODELO DE INTELIGENCIA DE
NEGOCIO PARA OPTIMIZAR EL DESEMPEÑO DE PRODUCTIVIDAD DE LAS PALAS
DE LA MINA PRIBBENOW

AUTORES:

RODNY JOSÉ AVILA COD. 1822010233

JAZMIN ROCIO FIERRO OVALLE COD. 1822010367



ASESOR:

MSC GIOVANNY ALEXANDER BAQUERO VILLAMIL

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO
FACULTAD DE INGENIERIA, DISEÑO E INNOVACIÓN
ESCUELA DE OPTIMIZACIÓN PRODUCCION INFRAESTRUCTURA Y
AUTOMATIZACION
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS EN INTELIGENCIA DE
NEGOCIOS

BOGOTA, D.C. 2019

Tabla de contenido

1. Título.....	1
2. Resumen.....	1
2.1 Español.....	1
2.2 English.....	1
3. Tema	2
3.1 Dedicación.....	2
4. Fundamentación del Proyecto.....	3
4.1 Marco Contextual.....	3
5. Problema	6
6. Justificación	14
6.1 Objetivo general	20
7. Marco Conceptual.....	21
7.1 Proceso Operativo de la Organización	21
7.2 Inteligencia de negocios	24
7.3 Plan de dirección de proyecto	26
8. Estado del Arte.....	27
9. Objetivos específicos	31
9.1 Definición de las actividades del proyecto.....	32

9.2 Cronograma general de actividades	33
9.1 Metodología.	34
9.2 Presupuesto General del Proyecto.....	35
10. Viabilidad Financiera del Proyecto.....	35
10.1 Inversión Inicial.....	36
10.1.1 Inversión en personal para el proyecto	37
10.1.2 Costos de mantener la solución funcionando.....	37
10.1.3 Costos generales de la propuesta	37
10.2 Ingresos proyectados	38
10.3 Evaluación Económica del Proyecto.....	39
10.4 Análisis de Riesgo del Proyecto.....	42
10.4.1 Escenario Pesimista	43
10.4.2 Escenario Optimista	44
11. Plan de Actividades.....	45
11.1 Plan de Hitos del Proyecto	45
11.2 Planificación de las Actividades	45
11.3 Estructura de desglose de trabajo: EDT	47
11. 4 Cronograma de Actividades	48
12. Plan de Adquisiciones.....	48
12.1 Software	49

12.2 Crear un enunciado de los requisitos de software y almacenamiento.....	49
12.3 Tipo de Contrato.....	50
12.4 Restricciones y Supuestos de las Adquisiciones.....	50
13. Plan de Riesgos.....	50
13.1 Metodología.....	51
13.2 Identificación de los Riesgos.....	51
13.3 Valoración de los Riesgos.....	53
14.4 Respuesta a los Riesgos.....	54
14.5 Seguimiento y Control de los Riesgos.....	55
15. Plan de Interesados.....	55
15.1 Identificar los Interesados.....	56
15.2 Involucramiento de los Interesados.....	58
15.3 Gestionar el Compromiso de los Interesados.....	59
15. 4 Controlar el Compromiso de los Interesados.....	60
Conclusiones y Recomendaciones.....	62
ANEXOS.....	64
ANEXO A. GLOSARIO MINERO DEL PROYECTO.....	64
ANEXO B. EJEMPLO DE REPORTE DE PRODUCCIÓN.....	68
BIBLIOGRAFÍA.....	69

Lista de tablas.

Tabla 1 Dedicación al desarrollo del trabajo	3
Tabla 2 Proyecciones de producción para las operaciones mineras 2019.	5
Tabla 3 Condiciones áreas de cargue de palas.....	10
Tabla 4 Otros Factores que influyen en el desempeño de las palas.....	10
Tabla 5 Influencia de los factores sobre la productividad	12
Tabla 6 Definiciones del sector minero por el Ministerio de Minas y Energías.....	23
Tabla 7 Objetivos específicos	32
Tabla 8. Presupuesto General del Proyecto	35
Tabla 9. Costo por proveedor considerado	36
Tabla 10. Inversión en Personal.....	37
Tabla 11. Costo Anual de Mantenimiento	37
Tabla 12. Costos Proyectados de la propuesta.....	38
Tabla 13. Ingresos Proyectados 2019 sin BI.....	40
Tabla 14. Flujo de Caja proyectado sin Proyecto	41
Tabla 15. Flujo de Caja Proyectado con BI	41
Tabla 16. Escenario Pesimista.	43
Tabla 17. Escenario Optimista.....	44
Tabla 18. Plan de Hitos del Proyecto.....	45
Tabla 19. Lista de Actividades de la propuesta	46
Tabla 20. Riesgos del proyecto.....	52

Tabla 21. Definición de estrategia	54
Tabla 22. Plan de Respuesta a los Riesgos del proyecto	54
Tabla 23. Matriz de Interesados, Rol, Poder, Interés Y Estrategia.	57
Tabla 24. Matriz de Involucramiento de Interesados.....	59
Tabla 25 Ejemplo Reporte de producción	68



Lista de figuras

Figura 1. Ubicación geográfica de la organización.	4
Figura 2. Proceso de Operaciones de las palas	5
Figura 3. Diagrama Causa - Efecto del proyecto.....	8
Figura 4. Factores que afectan la productividad de las palas.....	11
Figura 5. Flujo de datos a Conocimiento Integral del proceso productivo de las Palas.	13
Figura 6. Estructura de la organización objeto de proyecto.....	20
Figura 7. Arquitectura de Inteligencia de negocio de cinco Capas.....	25
Figura 8. Fases para desarrollar la propuesta de BI.....	33
Figura 9. Diagrama de Gantt Cronograma general del proyecto.....	33
Figura 10. EDT del Proyecto	47
Figura 11. Cronograma de Actividades	48
Figura 12. Metodología de gestión del riesgo.....	51
Figura 13. Matriz de riesgos del proyecto	53
Figura 14. Matriz Poder - Interés.....	57

1. Título

Propuesta de un modelo de inteligencia de negocio para optimizar el desempeño de los factores que influyen en la productividad de las Palas de la Mina Pribbenow.

2. Resumen

2.1 Español

La operación eficiente de Palas hidráulicas en la mina Pribbenow, Drummond Ltd. representa una de las actividades más sensible dentro de la organización, pues son las responsables de remover la roca que cubre el carbón, sobre el cual se realizan las proyecciones de producción.

El presente trabajo de investigación analiza los factores que intervienen en el desempeño de productividad de palas hidráulicas en la Mina Pribbenow, y como estos afectan alcanzar las metas trazadas por la organización.

Es vital disponer de herramientas que ayuden analizar y gestionar eficientemente las operaciones de palas hidráulicas en la Mina Pribbenow. Las herramientas de gestión de la información y TIC brindan la oportunidad de hacer un mejor uso de los datos generados en el proceso productivo de las palas, para analizar la gran cantidad de datos que se generan en las operaciones, analizarlos y disponer de información pertinente para la toma de decisiones, que ayude potencializar las acciones de mejora del proceso. Las herramientas de inteligencia de negocios brindan la opción de analizar información de manera eficiente, la cual es insumo para direccionar las operaciones de las palas hidráulicas de manera eficiente y generar valor agregado.

2.2 English

The efficient operation of Hydraulic Shovels at the Pribbenow Mine represents one of the most sensitive activities within the organization, as they are responsible for removing the rock that covers the coal, on which the production projections are made.

The present research work analyzes the factors that intervene in the production performance of Hydraulic Shovels in the Pribbenow Mine, and how these affects to reach the goals set by the organization.

It is vital to have tools that help analyze and efficiently manage hydraulic shovel operations at the Pribbenow Mine. The information management and ICT tools provide the opportunity to make better use of the data generated in the production process of the blades, to analyze the large amount of data generated in the operations, analyze them and have relevant information to decision making, which helps to potentiate the process improvement actions. Business intelligence tools provide the option to analyze information efficiently, which is an input to direct the operations of hydraulic shovels efficiently and generate added value.

3.Tema

Diseñar un modelo de inteligencia de negocios para gestionar la productividad de las palas en roca de la Mina Pribbenow, de tal manera que permita integrar los elementos que afectan su desempeño, para su posterior análisis, detectar desviaciones de los objetivos por medio de la información analizada y poder tomar las acciones necesarias para alcanzar dichos objetivos.

3.1 Dedicación

La dedicación que se tiene programada para el desarrollo del proyecto se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1
Dedicación al desarrollo del trabajo

Tipo de Actividad	Sub-actividad	% de Dedicación
Investigación teórica	• Casos de inteligencia de negocio	30
	• Casos de BI aplicados a proyectos mineros	
	• Aplicación de BI a explotaciones mineras	
	• Establecer línea base del sistema de medición actual de producción y su influencia en el logro de las metas de producción caso de estudio	
	• Estudio y análisis de las herramientas de inteligencia de negocio	
Diseño del Proyecto	• Adaptación de las herramientas de BI al caso de estudio	30
	• Estructuración a nivel del proyecto de las herramientas de Bi en el caso en estudio	
	• Determinación de la viabilidad de las Herramientas de BI para gestionar las operaciones de producción palas en caso de estudio	
	• Conclusiones	
Desarrollo	Prototipo/Piloto	20
	Ambiente de Producción	20

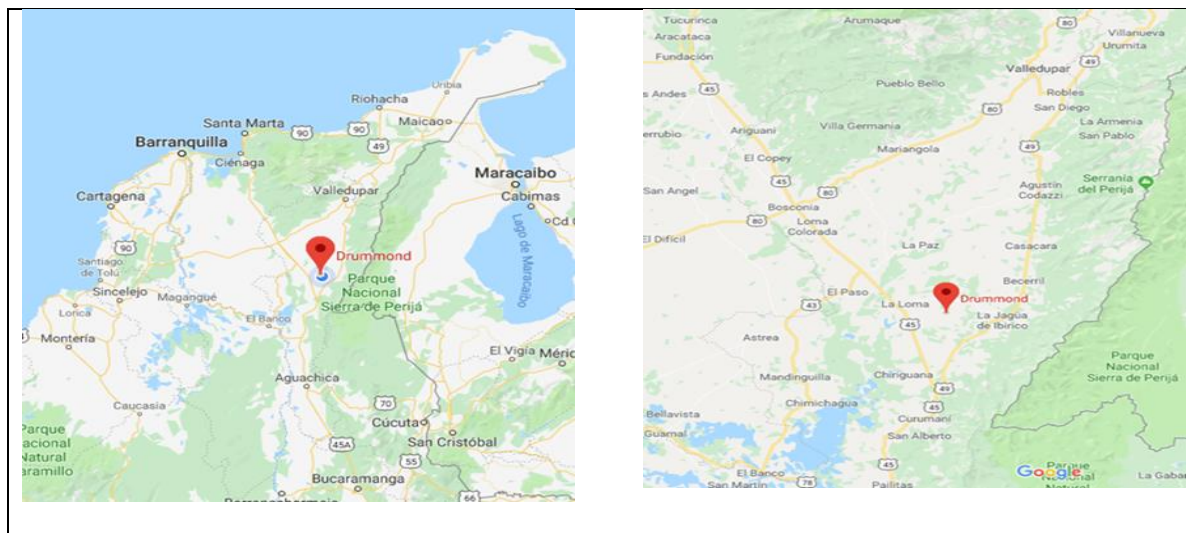
Fuente: Elaboración propia.

4. Fundamentación del Proyecto

4.1 Marco Contextual

La siguiente propuesta de proyecto es realizada al interior de la organización Drummond Co. La organización tiene como visión ser el productor más seguro y eficiente de carbón a nivel mundial, protegiendo el entorno, al medio ambiente y las comunidades relacionadas. Drummond CO es una organización dedica a la explotación, transporte y comercialización de carbón térmico, extraído de sus operaciones en el centro del departamento del Cesar, jurisdicción de los municipios de La Loma, La Jagua de Ibirico, Becerril, Chiriguaná, en las minas El Descanso y Pribbenow. En la siguiente figura se muestra la ubicación geográfica de la organización donde se hace la propuesta de BI.

Figura 1. Ubicación geográfica de la organización.



Fuente: Google Maps.

La explotación se desarrolla mediante el sistema de explotación conocido como a cielo abierto, en la cual se utiliza equipos para la remoción de la roca que cubre los mantos de Carbón, para su posterior extracción, transporte y comercialización. La remoción de la roca que cubre los mantos de carbón es realizada por sistema de Dragline-Apron Feeder-Camiones y Palas Hidráulicas (Anexo A. Glosario Minero del proyecto), sobre las cuales se diseñan la relación de explotación y producción de carbón.

Las proyecciones de explotación de carbón para el año 2019¹ de acuerdo con la capacidad instalada en las operaciones mineras de la organización son:

¹ Proyecciones de Producción año 2019 Drummond CO, Realizadas por el Departamento de Ingeniería de Producción. Plan de Minería 2019.

Tabla 2

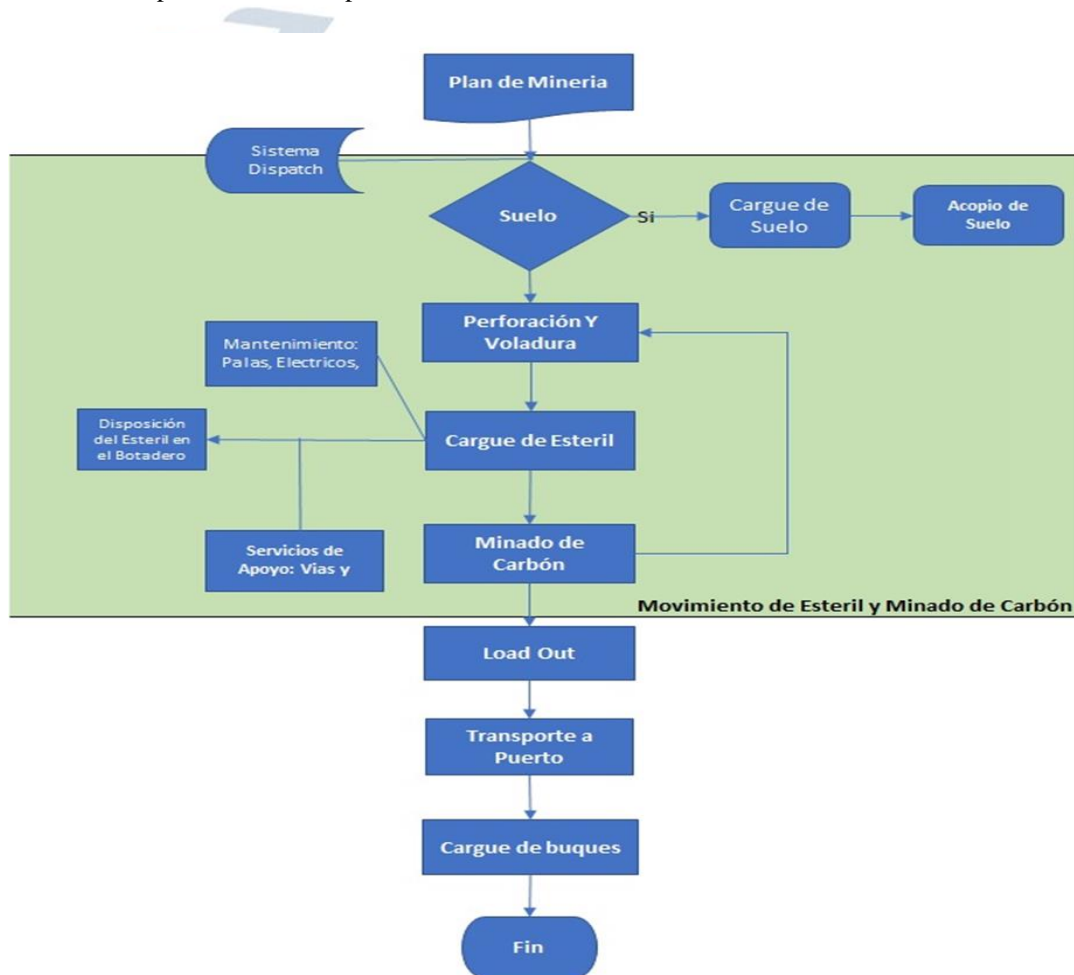
Proyecciones de producción para las operaciones mineras 2019.

Mina	Estéril	Carbón
Pribbenow	78'000.000 MCB	9'900.000 Ton
El Descanso	182'000.000 MCB	23'100.000 Ton
Total	260'000.000 MCB	33'000.000 Ton

Fuente: Ingeniería de Producción, Drummond CO.

La remoción del estéril en mina Pribbenow se realiza por medio de dos métodos: excavadoras hidráulicas y Dragalina. En el siguiente diagrama se muestra como es proceso de operaciones de las palas, para facilitar la contextualización del desarrollo del proyecto, y donde se identificará el potencial de la herramienta de BI puede aportar en la toma de decisiones.

Figura 2. Proceso de Operaciones de las palas



Fuente: Elaboración propia.

La producción de las palas hidráulicas en la Mina Pribbenow representa el 80% de la capacidad para mover la roca que cubre el carbón y la Dragalina tiene capacidad del 20% de remoción de roca.

Por tal motivo, el desempeño de las palas en producción y su contribución para alcanzar los planes de producción trazados en el año, representa un punto crítico para alcanzar los objetivos estratégicos de la organización.

En el año anterior 2018, el desempeño de las palas estuvo por debajo de las metas establecidas de producción en una cantidad aproximada de 10'000.000 m³ por debajo de las proyecciones, lo cual significó 1'000.000 toneladas de carbón menos destapadas, según las cifras de cierre del año del departamento de ingeniería de la empresa. No existen análisis integrales que ayuden a entender este resultado. Existe una oportunidad de mejora en encontrar herramientas alternativas que ayuden a mejorar la gestión del desempeño de las palas.

Emplear los medios para optimizar la gestión de operación de las Palas en la Mina Pribbenow resulta de suma importancia para ayudar alcanzarlos objetivos estratégicos. Se debe encontrar medios alternativos que permitan evaluar y optimizar oportunamente los factores que influyen en la productividad de las palas. Se propone explorar los beneficios de las herramientas de inteligencia de negocios aplicados a los factores que influyen el desempeño de productividad de palas para optimizar el proceso de operación de las palas.

5. Problema

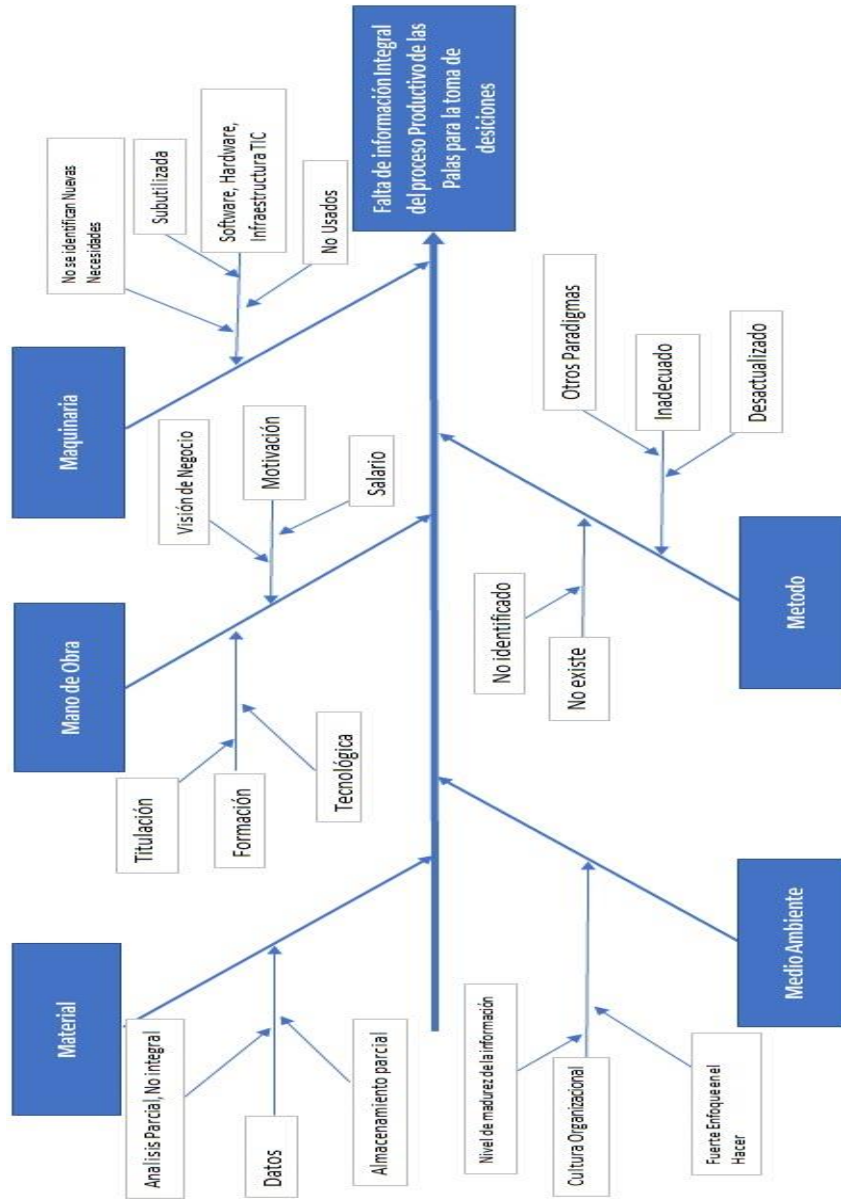
Las operaciones de las Palas en la Mina Pribbenow, genera gran cantidad de información asociada a su desempeño como son condiciones de área, producción, productividad, disponibilidad, inspecciones de área, etc., algunas de las cuales no se registran debidamente para su análisis

posterior, no se le realiza trazabilidad, y otras generan información parcial y subjetiva, la cual no describe el desempeño de las palas y la producción obtenida.

Diagrama Causa – Efecto (Diagrama de Ishikawa) del proyecto: se utiliza para identificar, explorar y mostrar las posibles causas de un problema. La siguiente figura muestra las consideraciones hechas para las causas – efecto del problema de proyecto:



Figura 3. Diagrama Causa - Efecto del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

¿Qué existe?

- Hay un sólido y moderno sistema de despacho (OLTP), el cual se encarga de administrar las asignaciones de camiones a las palas y al sitio de botado del estéril (ciclo de cargue y acarreo), el cual registra todas las transacciones relacionadas al ciclo (como por ejemplo tiempos de cargue, tiempos de espera, tiempos de aculatamiento, ciclo al botadero, demoras, etc.) y genera los reportes de producción respectivos con diferente periodicidad (Ver Anexo B Ejemplo Reporte de producción).
- Se realizan reportes de condiciones de áreas de cargue de palas, los cuales no se almacenan ni se le realiza seguimiento, no se le hace trazabilidad con las mediciones tradicionales para determinar su influencia en el desempeño.
- Existen factores que tienen gran influencia en el desempeño final de las palas, tales como condiciones de las vías y el botadero. No se cuenta con información verificable para realizar seguimiento de como estas condiciones están afectando el desempeño final.
- Otro de los factores que influye en el desempeño de las palas y de cualquier equipo son las condiciones mecánicas. Estas condiciones por diferentes razones varían y no se encuentran al 100% en muchas ocasiones, ocasionando pérdida de productividad. Este aspecto actualmente no se le realiza seguimiento. No se tiene información de su influencia en el desempeño.
- Otros factores que influyen en el desempeño final es el ausentismo del personal y la disponibilidad de equipo de soporte.
- No existe registro de factores externos, como bloqueos, paros y robos de cables de energía los cuales ocasionan pérdida de producción.

En la siguiente tabla se muestra las condiciones que se evalúan sobre las áreas de cargue, la cual se registra apropiadamente para cada área de cargue, pero no se almacena para su posterior análisis.

Esta es la base de partida para el diseño de la correspondiente base de datos.

Tabla 3

Condiciones áreas de cargue de palas.

Ítem	Descripción	Unidad
Altura del banco	Es la altura del banco de trabajo de la pala. La altura ideal es el alcance del equipo 10 metros. Alturas mayores ponen en riesgo al equipo. Alturas menores tienden a ser improductivas para el equipo	metro
Ancho del corte	Es el ancho del área de trabajo. Por el tamaño de los equipos que se tienen un ancho mínimo es de 60 metros.	metro
Cargue doble	Si en el área se desarrolla el cargue doble, que es la capacidad de la pala cargar por ambos lados, lo cual incrementa su productividad	SI / NO
Condiciones del piso	Si el piso se encuentra en condiciones que favorecen el cargue: nivelado, inclinado, lodo	Nivelado Inclinado Lodo
Cargue de sobre tamaño	Si en el área de cargue hay presencia de roca sobre tamaño, lo cual vuelve más lento el proceso de cargue	SI / NO
Material caliente	Si en el área de cargue hay presencia de material caliente, lo cual vuelve más lento el proceso de cargue.	SI / NO

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se consideran otros factores que afectan la productividad de las palas, los cuales son gestionados actualmente por los diferentes departamentos de manera intuitiva, excepto recursos humanos que dispone de OLTP para el control del ausentismo. Estos factores se proponen registrar y almacenar adecuadamente para su posterior integración y análisis. Son la base de partida para el diseño de las bases de datos correspondiente.

Tabla 4

Otros Factores que influyen en el desempeño de las palas

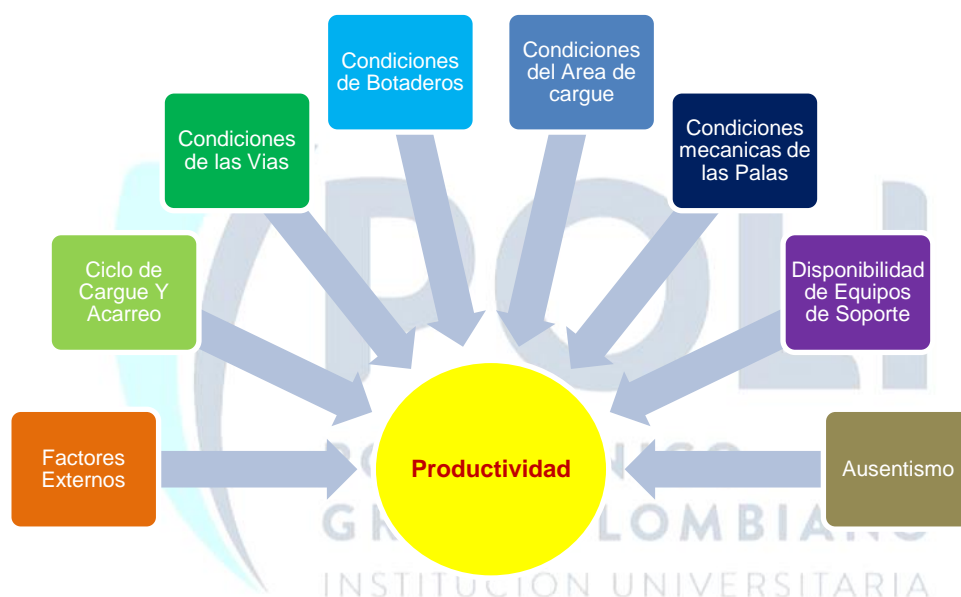
Condiciones de las vías	Condiciones del Botadero	Condiciones del área Mecánicas	Ausentismo	Disponibilidad de equipos de soporte
<ul style="list-style-type: none"> • Rugosidad • Control de polvo • Inclinación • Demoras/ Obstáculos 	<ul style="list-style-type: none"> • Amplitud de botado • Condición • Iluminación • Altura botadero 	<ul style="list-style-type: none"> • Translación • Tambor • Movimientos • Cilindros • Luces 	<ul style="list-style-type: none"> • Operadores de palas y apoyos • Operadores de camiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Tractores de llantas • Tractores de oruga.

Fuente: Elaboración propia.

Todos estos factores que influyen en el proceso, integrados dan información completa del desempeño de las palas con respecto a los objetivos productividad sobre los cuales se debería tener la mayor cantidad de información disponible para analizar y trazar los planes de acción para optimizar el proceso.

En la siguiente figura se muestra la relación existente entre los factores que la definen y la productividad.

Figura 4. Factores que afectan la productividad de las palas



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se describe cómo influyen los factores en el desempeño, en diferente medida, y los cuales se debería contar con un registro y almacenamiento adecuado diario (excepto por el ausentismo se registra por RH pero no se está actualmente integrando para los respectivos análisis, se deberían tener almacenados en bases de datos integrados a las palas), para poder integrar toda la información de los factores que intervienen en el proceso de producción de las palas para su respectivo análisis y detectar las oportunidades de mejora en el proceso basado en los datos que genera el mismo proceso.

Tabla 5
Influencia de los factores sobre la productividad

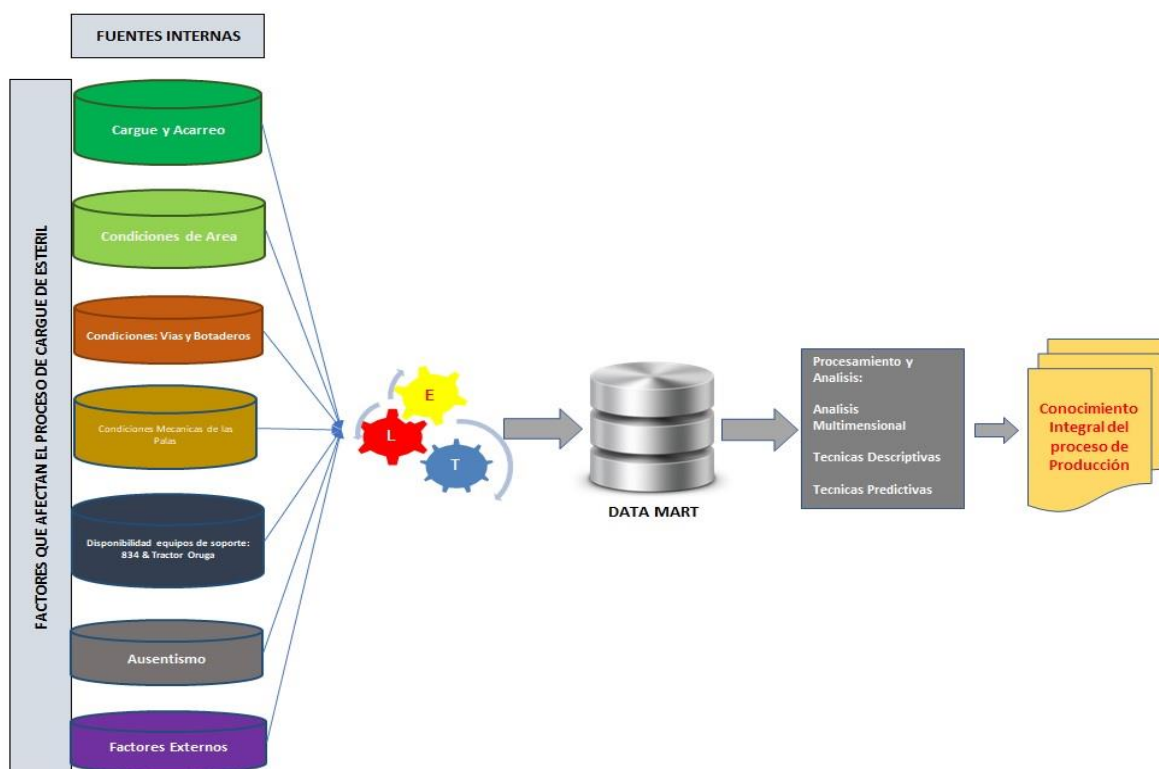
Factor	Influencia sobre la Productividad
Ciclo de Cargue y Acarreo	El ciclo es la medida de duración del proceso de cargue y acarreo. Entre más eficiente sea (menor tiempo) más productivo son las Palas. Esta información es medida en la actualidad por Dispatch y existe abundante información histórica.
Condiciones de la Vía	Las condiciones definen la eficiencia de acarreo de los camiones, entre mejores condiciones estén (sin rugosidad, ancho necesario, sin polvo) más eficiente son los camiones mineros, siendo esto de gran importancia optimizar su uso.
Condiciones de Botadero	El tiempo que se toman los camiones para descargar la roca en el botadero es definido por las condiciones del botadero (ancho, bermas, nivelado, libre de lodos, etc.) es importante optimizar el descargue
Condiciones del área de Cargue	Estas definen la eficiencia con que se puede realizar el proceso de cargue Pala Camión (piso nivelado, ancho, lodos, presencia de agua, altura de banco, fragmentación de la roca, etc.)
Condiciones Mecánicas de las Palas	En la práctica se presentan situaciones donde por diferentes motivos las palas están en operaciones con problemas mecánicos (Problemas de cilindros, de presiones hidráulicas, de traslación , de tambor enrollacable, etc.) mientras es posible realizar el correctivo respectivo. Durante este periodo debido a dicho problema las Palas presentan disminución en su productividad. Es importante realizar seguimiento a dicho aspecto que en la actualidad no se hace.
Disponibilidad de equipos de soporte	Para el funcionamiento normal del proceso de cargue de las palas es necesario equipo de soporte (Dozer) los cuales son los encargados de mantener el área de cargue en óptimas condiciones y realizar labores complementarias como arreglos de áreas, construcción de vías, empujes, etc. La baja disponibilidad de este recurso afecta la productividad de las palas.
Ausentismo	El ausentismo es simplemente la no asistencia a laborar de un colaborador. Cuando este porcentaje es alto ello ocasiona que haya equipos mineros stand by, como camiones, dozer y palas. Ello ocasiona perdida de producción por oportunidad. Existe días donde dicha tendencia presenta mayor afectación como los días de inicio de rotación o los días de fin de rotación. Es importante encontrar la relación y afectación en la productividad de este aspecto
Factores Externos	Los de mayores impactos son bloqueos parciales y totales a las vías de acceso al complejo ocasionando paros o retrasos en la operación no planeados. Es importante registrar este impacto y su efecto en el cumplimiento de las metas, lo cual actualmente no se realiza.

Fuente: Elaboración Propia.

Logrando tener disponible toda la información de los factores que afectan el proceso de productividad, se puede integrar (por ejemplo en Data Mart) para su respectivo proceso y análisis con técnicas descriptivas o predictiva, análisis multidimensional para encontrar información relevante del proceso que ayude a profundizar su comprensión para mejorar la toma de decisiones que conduzca a optimizarlo. Este es la oportunidad que puede satisfacer una herramienta de inteligencia de negocio.

Una vez establecidos los factores involucrados en el foco de estudio la Productividad de las Palas, se proyecta el flujo de datos del proyecto, que será aprovechado por la solución de BI.

Figura 5. Flujo de datos a Conocimiento Integral del proceso productivo de las Palas.



Fuente: Elaboración propia.

No se dispone de información clara y organizada (que considere todos los factores que influyen en el desempeño, antes mencionados) que describa que tan eficientes se han realizado los procesos en un periodo de tiempo con el recurso que se tuvo disponible, y la información actualmente como se maneja no contribuye a tomar acciones basados en análisis integrales por quienes administran la operación de las palas en este caso el departamento de producción palas, que ayuden a optimizar productividad de las palas para contribuir alcanzar los niveles de producción proyectados.

Conocer el desempeño en productividad de las Palas y los factores que los afectan brinda una herramienta de análisis para poder orientar la gestión de la operación de las Palas para alcanzar las

metas establecidas para la operación de las Palas, y es esta la oportunidad de aprovechar las ventajas en el análisis de datos para la toma de decisiones de las soluciones BI.

6. Justificación

Alcanzar los niveles de producción previstos mes a mes para los equipos de cargue; las Palas, representa la posibilidad para la organización de alcanzar las metas estratégicas de producción trazadas, sobre las cuales se realizan proyecciones de explotación de carbón y su posterior comercialización a mercados internacionales, adquiriendo compromisos para satisfacer las necesidades de diversos clientes, con sus respectivas consecuencias (multas) por incumplimiento. Por lo tanto, la operación de las palas constituye en las actividades mineras que desarrolla la organización, el corazón del negocio siendo de suma importancia su desempeño acorde con las metas.

Las actividades de operación de las palas, en la Mina Pribbenow, generan gran cantidad de información, la cual, analizada de manera adecuada, ayudara a la toma de decisiones de manera que apoye alcanzar los objetivos estratégicos de la organización (Caso de estudio: Productividad de las palas).

Existen aspectos identificados (Gestión de la información) de los factores que afectan el proceso productivo que sugieren las soluciones de BI como una alternativa adecuada para su gestión, como son:

- Toma de decisiones realizada de forma intuitiva por los departamentos que intervienen en el proceso.
- Identificación de manejos inadecuado de la información (excepto RH y Dispatch): no se captura, no se almacena, no se procesa.
- Uso de Excel como repositorios de información en manos de los usuarios (departamentos).

- Aunque existe la oportunidad de conocer el proceso integralmente, no es fácil cruzar la información entre departamentos, pues algunos les realizan un proceso a los datos, otros no.
- Se presentan silos de información, dos versiones diferentes de un mismo hecho.
- Con la mejora continua de los diferentes procesos, ha crecido el volumen de datos que se genera a diario. Analizar y cruzar esta información con los medios tradicionales se dificulta.
- Es posible automatizar los procesos de extracción y distribución de la información.

Definición de la variable objetivo:

La producción de las palas de la mina Pribbenow es el resultado de la combinación de alcanzar una Productividad proyectada (Target), una Disponibilidad y Uso de la disponibilidad, los cuales en su conjunto dan la capacidad que tiene la operación para remover el estéril que cubre el carbón, el cual será minado y despachado. Para ilustrar al lector:

$$\mathbf{Producción = Productividad\ objetivo * Disponibilidad * Uso\ de\ disponibilad}$$

Por ejemplo si para una pala PC 8000 Komatsu, como las que se encuentran en las operaciones mineras:

$$\mathbf{Productividad\ Objetivo\ (Target) = 2000 \frac{BCM}{hr}}$$

$$Disponibilidad = 85\%$$

$$Uso\ de\ disponibilidad = 85\%$$

$$Producción\ día = 2000 \frac{BCM}{hr} * 24\ hr * 85\% * 85\%$$

$$\mathbf{Producción\ día\ PC\ 8000 = 34.680\ BCM.}$$

Cifra con la que realizan en algunos casos (depende las consideraciones de operación) las proyecciones y metas de producción.

El alcance del presente proyecto es analizar los factores o variables (figura 3) que afectan la **productividad (Variable objetivo)** y su influencia en el desempeño de la productividad.

Queda fuera del alcance del presente proyecto evaluar y analizar la Disponibilidad y Uso de la disponibilidad, para lo cual se requeriría una evaluación de todos los factores que las afectan y como estos se relacionan. Este análisis llevaría a implementar por ejemplo, el Data Mart del departamento de mantenimiento eléctrico y mantenimiento de palas, lo cual se estaría evolucionando hacia Data Warehouse corporativo en tal escenario. Esta metodología de trabajar en aproximaciones sucesivas hasta conseguir la integración total de la organización coincide con la Inmon. La metodología propuesta en el presente proyecto se adapta a **la metodología de Inmon**, es decir realizar aproximaciones sucesivas y evolutivas, donde se construya y eventualmente se retiren elementos a medida que la organización evoluciona.

La estrategia evolutiva de Inmon deriva en prescindir de centralizar toda la información de la organización (en un Data Warehouse), en favor de varios centros especializados (Data Marts) donde se aloje la información estratégica de un área de la compañía, hasta llegar a la integración de toda la organización. En el presente proyecto el área estratégica es el área de producción donde se plantea analizar el proceso productivo.

La Disponibilidad es un aspecto que es medido en la actualidad por el sistema Dispatch (OLTP), pero del cual solo se dispone del valor, el cual no se gestiona, no se le realiza un análisis integral de los factores que lo afectan tales como la realización del mantenimiento preventivo, disponibilidad de herramientas, equipos y repuestos, eficiencia en las reparaciones, logística en la atención de fallas, entre otros. Su análisis y evaluación de todos los aspectos requiere de un proyecto específico que integre todos los elementos. Este sería complementario al presente proyecto.

El Uso de Disponibilidad es un aspecto que es medido por el sistema Dispatch (OLTP) pero del cual no se dispone de un análisis de los datos que la definen para facilitar su gestión. Los factores que la definen son las demoras operativas tales como tiempo de cambio de turno, tiempo de almuerzo, tiempo esperando voladura, tiempo de movimientos, tiempo de arreglo de área, tiempo de espera de camiones, tiempo de clima. Se debería disponer de un análisis de los datos que nos brinde información para mejorar la gestión de estos factores. Este aspecto queda fuera del alcance del presente proyecto.

Las herramientas de inteligencia de negocio aplicadas al desempeño de productividad de las palas ofrecen la posibilidad de responder preguntas como:

- ¿Cuál es la combinación de los factores o variables (dimensiones) que afectan la productividad que la maximizan? Daría una orientación cuantitativa cual es el escenario ideal que maximiza la productividad.
- ¿Cuáles es la combinación de los factores que afectan la productividad que la minimizan? Es decir cuál es la peor combinación de estos factores que debería evitar que se presenten.
- ¿Cuál es la combinación de los factores que afectan la productividad que deberían mínimo presentarse o combinarse para alcanzar la meta de productividad? Orientaría para establecer combinaciones o umbrales mínimos.
- ¿Cuál es el grado de influencia de los factores que afectan la productividad? ¿Cuál es el de mayor influencia? ¿Cuál es el de menor influencia?
- ¿Como afectan las condiciones de área de palas la productividad de las palas, en un periodo de tiempo (día, mes, año)? Podría demostrar cuantitativamente su influencia y ayudar a establecer márgenes de acción, determinar cuáles son las condiciones demostradas donde son más productivas.

- ¿Cómo afecta la disponibilidad de equipo de soporte la productividad de las palas en un periodo de tiempo dado? Podría demostrar cuantitativamente su influencia en el desempeño para realizar planes que ayuden a optimizar su disponibilidad de los equipos de soporte.
- ¿Cómo afecta las condiciones de las vías y el botadero la productividad en un periodo de tiempo dado? Podría ayudar a medir el impacto de estas condiciones en el desempeño y poder realizar planes de acción acorde.
- ¿Cómo afectan las condiciones del botadero las demoras para descargar de los camiones en un periodo de tiempo dado? ¿está acorde con la planificado?
- ¿Cómo afectan las condiciones de la vía el tiempo de acarreo de los camiones en un periodo de tiempo dado? ¿ está acorde a lo planificado?
- ¿Cuál la influencia en la productividad de las condiciones mecánicas de las palas en un periodo de tiempo dado?
- ¿Cuál es la influencia del ausentismo en la productividad en un periodo de tiempo dado?
- ¿Cómo afectan los factores externos la productividad de las palas en un periodo de tiempo dado?

Integrar todos los factores (en el contexto de análisis de datos dimensiones) que intervienen el desempeño de la productividad de palas para poder analizarlos, brindan la posibilidad de establecer cuáles son la combinación de factores que deben presentarse para alcanzar el objetivo trazado en productividad, establecer umbrales críticos de estos factores de tal forma que por debajo de esos umbrales saber que no es posible alcanzar el objetivo en dichas condiciones. Todos esto factores o dimensiones del proceso se pueden evaluar en diferentes formas, lo cual no ayudara a comprender integralmente el proceso.

Las principales fuentes de información que permitirán alimentar el presente proyecto:

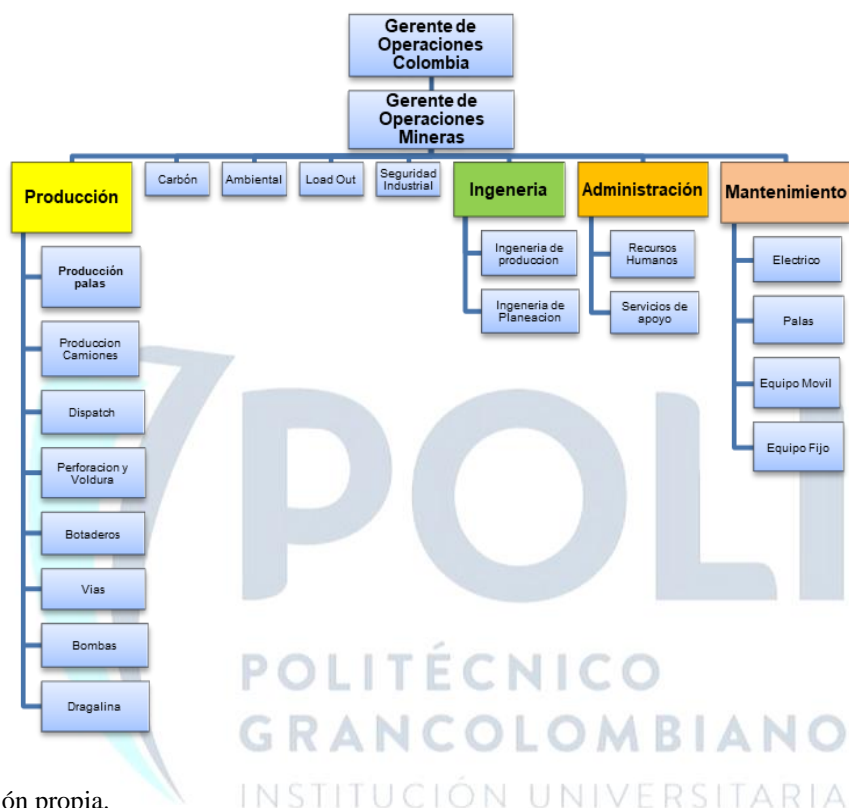
- Sistema Dispatch (OLTP), el cual registra las transacciones en tiempo real de tiempos de cargue de palas y camiones, tiempos de acarreos de los camiones, demoras de palas y camiones y el número de cargas de roca realizadas.
- Base de datos de Recursos Humanos (OLTP), que se encarga de registrar el ausentismo
- Se cuentan con registros de las condiciones de área de pala (no se almacenan). Se debe crear una base de datos para disponer de esta información de forma ordenada y sistemática que facilite la integración para los análisis.
- Se cuentan con registros de las condiciones de vías y botaderos. Se debe crear una base de datos para contar con los registros para integrarlos a los análisis.
- Se debe crear una base de datos que contenga los datos de las condiciones mecánicas de las palas, para disponer de esta información para su posterior integración y análisis.
- Se debe crear una base de datos que relacione las palas y la disponibilidad de los equipos de soporte para disponer de esta información para su posterior integración y análisis.
- Se debe crear una base de datos relaciones los factores externos con las palas, para disponer de esta información para su posterior integración y análisis.

Se hace la propuesta de una arquitectura de inteligencia de negocios (Ver figura 7) que brinde una alternativa para el análisis de los datos obtenidos en el proceso de productividad y la detección de los factores que los afectan (tiempos de cargue y acarreo, disponibilidad de equipos de soporte, condiciones de área, condiciones de las vías y botadero, etc.).

Se dispondrá de una herramienta para la toma de decisiones basada en información pertinente, para detectar desviaciones y tomar acciones con base a los análisis de las herramientas de BI que ayuden a optimizar la operación de las palas, y poder contribuir a alcanzar las metas de producción.

El presente proyecto para su realización debería estar patrocinado por el gerente de operaciones mineras, quien es el responsable de las operaciones mineras de las minas Pribbenow y El Descanso. La organización de la empresa sigue el siguiente modelo:

Figura 6. Estructura de la organización objeto de proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Se ha hecho énfasis en la estructura de la organización solo en los departamentos que se han mencionado en el presente proyecto, para focalizar al lector en el contexto de proyecto. La estructura de la organización es más compleja, pero en el presente proyecto intervienen los departamentos resaltados (de formas diferentes).

6.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de inteligencia de negocios aplicada a los procesos de producción de las palas de la Mina Pribbenow, para disponer de información integral de la productividad de las palas, que oriente la toma de decisiones para optimizar el proceso de productividad de las palas.

7. Marco Conceptual

‘Se define como el compendio de una serie de elementos conceptuales que sirven de base a la investigación. Es el que sustenta teóricamente el tema de investigación, y constituye el propósito de dar consistencia y coherencia a la investigación en proceso’ Lara Muñoz (2015, p 338).

La presente propuesta tiene por objeto diseñar una herramienta alternativa que permita capturar, almacenar, procesar y analizar toda la información que se genera en el proceso productivo de las Palas de la Mina Pribbenow empleadas para remover roca, que permita tener información y conocimiento integral del proceso productivo, para mejorar la toma de decisiones que conduzca a optimizar el proceso; inteligencia de negocios orientada al proceso operativo de la organización.

7.1 Proceso Operativo de la Organización

La industria minera, perteneciente al sector extractivo, está sujeta a una serie de factores que la afectan en diferentes medidas. Por ejemplo factores macroeconómicos que definen el precio de venta (para nuestro caso de interés el carbón) los cuales sufren altas fluctuaciones impactando directamente la rentabilidad de las organizaciones. Estos factores no son control exclusivo de las organizaciones, pero las afecta directamente. Por ello gestionar aquellos factores que si están bajo el control de la organización en este sector industrial se vuelve importante.

Estos factores que están en control de la organización son factores internos, como es el proceso productivo de las palas que emplea para realizar la extracción de carbón. Para cualquier sector industrial el ideal es la búsqueda incesante la eficiencia. En el sector minero resulta de especial interés ser eficiente en cada una sus áreas, para permitir una estructura de costos tal, que permita la sostenibilidad de la organización, a pesar de las fluctuaciones de los precios de venta en el mercado.

El proceso productivo de las palas inicia con la realización de los planes de minería, donde se hacen todas las consideraciones geológicas y técnicas, teniendo en cuenta la capacidad de carga de las palas existentes en la organización, se diseñan áreas de trabajos, volúmenes de roca a mover y unas toneladas del mineral carbón a extraer.

El proceso productivo es definido en su conjunto por: Producción, que es un término empleado al interior de la organización para referirse al volumen de roca que es movido en un periodo de tiempo determinado. La productividad objetivo (target), que es definida como la capacidad de excavación que tiene una pala en una hora, esta es de diseño de acuerdo al tipo de maquinaria. La productividad objetivo es contrastado con la real, es decir la que durante un periodo de tiempo tuvo el equipo (la Pala). La disponibilidad es el tiempo que el equipo estuvo disponible para realizar la labor, y el uso es el tiempo que efectivamente estuvo realizando la labor. En la tabla 6 se presenta las definiciones oficiales adoptadas para el sector por el ministerio de minas.

Todos elementos mencionados (en la tabla 5) son medidos; son datos que genera el proceso productivo. El proceso productivo consistente en mover roca in situ hasta el sitio de disposición final es realizado por palas y camiones, el cual necesita de unas acciones de soporte para poder realizar el proceso. Estas acciones son las que previamente se identificaron como factores que definen el proceso productivo, es información que se genera en el proceso. Todos estos datos son los que se busca integrar en una solución de BI.

Tabla 6
Definiciones del sector minero por el Ministerio de Minas y Energías

Termino	Definición
Minería	Ciencia, técnicas y actividades que tienen que ver con el descubrimiento y la explotación de yacimientos minerales. Estrictamente hablando, el término se relaciona con los trabajos subterráneos encaminados al arranque y al tratamiento de una mena o la roca asociada. En la práctica, el término incluye las operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y operaciones combinadas que incluyen el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie.
Mina	1. Excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, la cual puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea. 2. Yacimiento mineral y conjunto de labores, instalaciones y equipos que permiten su explotación racional. 3. El Código de Minas define "mina" como el yacimiento, formación o criadero de minerales o de materias fósiles, útil y aprovechable económicamente, ya se encuentre en el suelo o el subsuelo.
Mina a cielo abierto	Actividades y operaciones mineras desarrolladas en superficie.
Estéril	1. Se dice de la roca o del material de vena que prácticamente no contiene minerales de valor recuperables, que acompañan a los minerales de valor y que es necesario remover durante la operación minera para extraer el mineral útil. 2. En carbones, del estrato sin carbón, o que contiene mantos de carbón muy delgados para ser minados
Excavación	Proceso de remoción de material de suelo o roca de un lugar y transportarlo a otro. La excavación incluye operaciones de profundización, voladura, ruptura, cargue y transporte; en superficie o bajo tierra.
Explotación	Es la aplicación de un conjunto de técnicas y normas geológico mineras y ambientales, para extraer un mineral o depósito de carácter económico, para su transformación y comercialización. El Código de Minas (Artículo 95 de la Ley 685 de 2001) define la explotación como "el conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacientes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura"
Cargue	Es una operación que se realiza después del arranque y que consiste en colocar el material en un medio de transporte, ya sea manual o mecánico
Carbón	Roca sedimentaria, de color negro a negro pardo, de fácil combustión, que contiene más del 50% en peso y más del 70% en volumen de material carbonoso incluida la humedad inherente. Su principal uso es en la producción de energía, es usado en calderas en la fabricación del cemento, papel, ladrillos, cerámica, vidrio, caucho; industria metalúrgica; ingenios de azúcar, entre otros, y como materia prima para la fabricación de pilas, lámparas de arco, aparatos eléctricos y carbón activado.
Plan minero	Es el prediseño de la distribución detallada, principales carreteras y vías, y frentes de trabajo de una mina o un grupo de minas. El esquema usualmente incluye la introducción de equipo minero para las actividades de minería y transporte del carbón o mineral explotado. La selección de métodos y maquinaria minera apropiadamente adaptados a las condiciones locales son parte del plan minero
Producción	Fase del Ciclo Minero que tiene como objetivo la extracción, la preparación o el beneficio, el transporte y la comercialización del mineral. Es la fase de mayor duración, generalmente entre 10 y 30 años, y depende del nivel de reservas, tipo de explotación y condiciones de la contratación
Productividad	Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, maquinaria, entre otros.
Producto	Cantidad de mineral obtenido en un proceso o una operación y que puede servir a la vez como alimento para un tratamiento posterior
Modelo	Una abstracción de la realidad. Un modelo es estructurado como un conjunto de reglas y procedimientos utilizados para derivar nueva información que puede ser analizada para ayudar a resolver problemas de planeación
Modelo analítico	Modelo construido mediante ecuaciones resolubles
Modelo de datos	El resultado de un proceso de diseño conceptual. Un método formal de ordenar los datos para mostrar el comportamiento de las entidades del mundo real que representan. Un modelo de datos describe tipos, reglas de integración y operaciones de los datos

Fuente: (Agencia Nacional de Minaeria , 2003)

7.2 Inteligencia de negocios

En los últimos años gracias al desarrollo de las TIC la capacidad para procesar datos y convertirlos en información útil ha volcado el interés de las organizaciones en estas herramientas para mejorar la gestión empresarial. La inteligencia de negocio ofrece a las organizaciones la oportunidad de gestionar los datos para transformarlos en conocimiento útil del proceso empresarial para mejorar la gestión y diseño de estrategias.

El proceso de inteligencia de negocios se basa en la transformación de los datos a información, su conversión en conocimiento, para una mejor toma de decisiones y la realización de estrategias correspondiente y adecuadas. Esta es la ventaja de las soluciones BI puede aportar al análisis integral de los factores que intervienen en el proceso productivo de las palas.

- Joyanes Aguilar (2019) afirma:

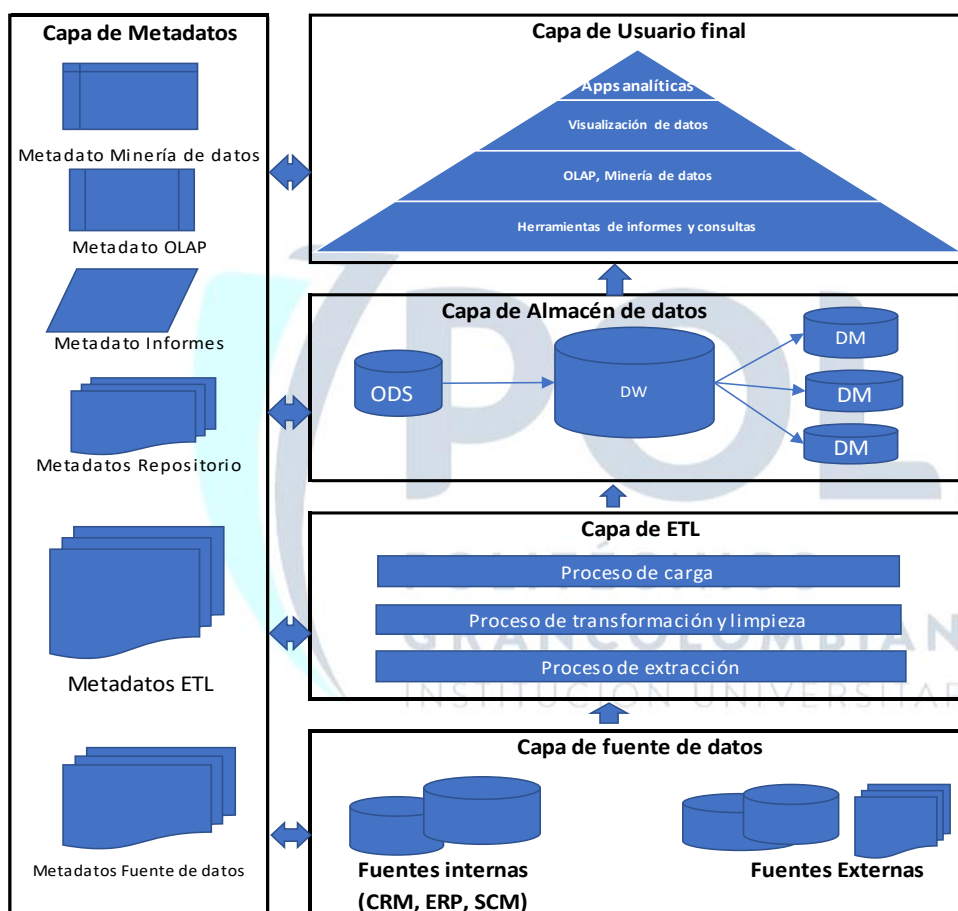
La inteligencia de negocios se define como la combinación de tecnologías, herramientas y procesos que me permiten transformar datos almacenados en información, esta información en conocimiento y este dirigido a un plan o una estrategia comercial. La arquitectura de un sistema de inteligencia de negocio consta de una serie de componentes o capas que, conectados debidamente, realizan las tareas fundamentales para la ayuda en la toma de decisiones.

Existen varias arquitecturas de inteligencia de negocios realizadas por diferentes autores, empresas de software y consultoras, las cuales han ido evolucionando a medida que se consolidan nuevas tecnologías.

La presente propuesta es basada en la arquitectura de inteligencia de negocios tradicional, que tiene en cuenta el proceso de calidad de los datos y el proceso de gobierno de los datos, la cual se compone de cinco capas (figura 7):

- Capa de fuente de datos
- Capa de proceso ETL
- Capa de almacenes de datos (Data Warehouse, Data Marts)
- Capa de metadatos
- Capa de usuario final (análisis y visualización de resultados).

Figura 7. Arquitectura de Inteligencia de negocio de cinco Capas



Fuente: Joyanez Aguilar, Luis (2019, pág.17)

Fuente de datos son los datos del entorno del negocio (estructurados, semiestructurado y no estructurados) que deben ser entregados de modo efectivo y en el momento que se necesite. Estos datos pueden proceder de diferentes fuentes internas, externas y recientemente de la nube los pueden comercializarse. En la presente propuesta los datos son de fuentes internas.

La capa de ETL, extracción es el proceso de identificación y recolección de datos relevantes o significativo de diferentes fuentes. Los datos extraídos se envían a un área de almacenamiento temporal Data Stating que es previa al proceso de transformación y limpieza. La transformación es el proceso de conversión de los datos, utilizando un conjunto de reglas de negocio en formatos consistentes para realizar informes y análisis. La última fase es la carga del área de stating en el repositorio destino.

Un almacén de datos es una base de datos que almacena datos históricos y actuales de interés potencial para tomar decisiones en la empresa. Un almacén de datos extrae datos internos actuales o históricos de múltiples sistemas operacionales de la organización. estos datos internos se combinan con datos procedentes de fuentes externas, los cuales se han de transformar y dejar preparados para la gestión de informes y consultas.

La capa de metadatos describe donde se utilizan y almacenan los datos, las fuentes de datos, cuales cambios se realizan a los datos y como una pieza de datos se refiere a otra información. Se utilizan para almacenar información técnica y de negocio acerca de los datos, así como reglas de negocio y de los datos.

La capa de usuario final se compone de una serie de herramientas que visualiza la información en diferentes formatos. Las herramientas más usadas son aplicaciones de analítica de datos, procesamiento analítico en línea OLAP, herramientas de reportes, consultas, minería de datos y herramientas de visualización.

7.3 Plan de dirección de proyecto

Otro aspecto importante que se considera en la presente propuesta son las bases para el plan de dirección de proyecto. La dirección de proyecto en su aspecto más general incluye saber organizar y asignar recursos, comunicar y motivar a los equipos, relacionarse con el cliente y con diferentes

interesados al proyecto. El plan de proyecto con todos los componentes básicos, o con el nivel de complejidad establecida según el tipo de trabajo, constituye la línea base para la ejecución del plan, por ende el documento de referencia para las actividades diarias de gestión y la documentación de seguimiento y control, cuando el proyecto lo requiera. La propuesta de plan sigue los lineamientos del PMI.

8. Estado del Arte.

A continuación, se muestra el resultado de la revisión literaria de los trabajos previos realizados con relación a la industria minera y la inteligencia de negocios, que es el marco de desarrollo del presente trabajo. Las fuentes de base de datos y repositorios digitales consultadas fueron Scopus, ScienceDirect, EBSCOhost, La Referencia, Sistema nacional de acceso abierto conocimiento Colombia y Google Scholar.

Un aspecto importante a resaltar es que no se encontró información relevante en casos en Colombia, ni en el ámbito departamental (Cesar) a pesar de ser una zona con auge minero. Esto lleva a pensar que los trabajos previos en esta materia son escasos o no son públicos por parte de las empresas donde se han desarrollados, existe una gran oportunidad para continuar explorando las soluciones BI en la industria minera del país.

En Chile en una mina subterránea de cobre (Escobar Villagra & Gaete Carrasco, 2015) mostraron una solución de inteligencia de negocios, dando un marco conceptual de sus fortalezas, debilidades y requisitos para poder implementarse, en el proceso minero en sus etapas generales, como también el control de producción mina o CPM, base de datos empresarial, que sirvió de fuente de datos para trabajar con la herramienta BI, específicamente con la aplicación de “Data Discovery” y el descubrimiento de la información a través de los datos.

La Superintendencia Gestión Producción, manejaba grandes cantidades de datos. El área de Programación y Producción Minera, manejaban grandes cantidades de información. Es allí donde se generó una diferencia referente a la eficacia de cómo esta información era extraída, cómo era procesada y posteriormente cómo era expuesta y presentada a la gerencia.

Las grandes cantidades de información, que eran de suma importancia a extraer para poder generar los reportes, planificaciones y análisis de datos, sumado a las herramientas utilizadas para esta tarea, disminuían el tiempo de procesamiento, análisis y comprensión de los datos, para generar un conocimiento concreto y lograr tomar decisiones optimas a tiempo. Los autores expresan la solución del problema con la aplicación de una herramienta de inteligencia de negocios, específicamente acotada en Data Discovery, como lo es “QlikView”, testeó de solución y entrega. Este estudio coincide en con la idea general de la presente propuesta, una solución de BI para gestionar la información que genera el proceso minero, guardando las diferencias técnicas del proceso en el tipo de minería y los equipos empleados, una es minería de cobre subterránea, y la presente, una mina de carbón a cielo abierto, por ende es una importante fuente de consulta.

La Implementación de Tableros de Control SAP BO para los indicadores de operación de la división minería y energía (Jara Muñoz, 2015), surge al identificar la necesidad que tenía la división de Minería y Energía, de contar con una solución que proporcionara a sus clientes y colaboradores de la división una visión completa de la gestión de sus operaciones a través de indicadores, los cuales se agrupaban en 4 segmentos: órdenes de compra, aduanas, almacenes y facturación.

La plataforma de BI elegida para el desarrollo de los tableros fue SAP Business Objects, esta solución ofrecía beneficios para ambas partes, lo más destacable era: para el cliente, mantener siempre disponible y en el momento que desee su información que cubra por completo el proceso

de toma de decisiones; y para la empresa, ofrecer una ventaja competitiva sobre su competencia ya que a través los tableros se podía visualizar el comportamiento de sus operaciones y así proponer actividades de mejora para los servicios que ofrecen.

Con la automatización del proceso de creación de informes ejecutivos para la división de Minería y Energía, se eliminó el 100% de las actividades manuales de los colaboradores. Esto permitió que se enfocaran en labores analíticas apoyados en herramientas BI. La productividad de cada colaborador de la división de Minería y Energía afectaba directamente a los servicios que brindan, es por eso por lo que se difundió el uso de la herramienta SAP BO entre los colaboradores, logrando mayor capacidad de análisis de los procesos de negocio de la división.

El estudio de implementación de tableros de control, aunque el enfoque fue a los procesos logísticos, guarda relación con la industria minera y provee material de consulta sobre arquitectura de inteligencia de negocios y su implementación para la presente propuesta.

En Codelco división Andina, Chile se realizó un estudio ‘Herramienta de inteligencia de negocio en minería. investigación, análisis y estrategia para caso de aplicación en Codelco división andina’ (Vasquez Monje, 2016) con el objetivo de identificar el estado y uso de la herramienta inteligencia de negocio, instalada entre los años 2008 al 2010, su utilización desde su puesta en marcha hasta el año 2015, con la finalidad de poder identificar los problemas críticos que afectaron a un sistema de esta envergadura tecnológica en el sector minero estatal. Para posteriormente proponer una estrategia para optimizar su implementación, operación en la organización y asegurar su continuidad operacional.

Para la empresa en estudio el autor reviso la herramienta existente de BI, que utilizaba el Centro Integrado de operación , el estado la herramienta de BI, 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 pretendía mejorar su uso dentro de la compañía y asegurar la continuidad operacional. El autor hace énfasis en demostrar si hubo 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.

La pertinencia de este trabajo para la presente propuesta radica en un caso aplicado a procesos mineros y su aporte a los mismos, donde el autor evalúa el aporte de la herramienta BI a la organización. Este estudio brinda pautas acerca de implantaciones de soluciones BI en empresas mineras y como estas herramientas pueden ayudar a la creación de cadena valor en la organización. En Lima Perú se realizó el análisis sobre la minera Hochschild (Zegarra Fuentes, 2015) , la cual se dedica a la exploración y explotación de oro y plata. Con el fin de identificar los factores que no la dejaban operar óptimamente sus áreas de extracción y metalurgia. Recolectan información de la empresa, para conocer el estado de la minería en el país y los principales procesos que realizan en la minería, se analizó la empresa y sus procesos. El autor buscó elaborar una solución factible, viable tanto económicamente como técnicamente que le permitiera trabajar eficazmente, obtener un mejor aprovechamiento de sus recursos.

El autor propone implementar una solución de BI para minimizar el tiempo requerido en la recolección de la información asociada a los procesos mineros de extracción y metalurgia, conocer información no evidente acerca de dichos procesos y mostrarlos en indicadores de medición de rendimiento. El documento describe el análisis, diseño e implementación de la solución de BI para Hochschild Mining.

Dicho estudio guarda similitud con el espíritu de la presente propuesta, solución BI al proceso minero, guardando las diferencias del tipo de mineral objeto de estudio y sus métodos de explotación.

En Perú se desarrolló una investigación (Salcedo Huarcaya, Minaya Angoma, & Del Aguila Palacios, 2017) relacionada a la implementación de Data Mart para incrementar la productividad en una empresa minera, que tuvo como objetivo aumentar la productividad de la Gerencia de Ingeniería de la empresa Master Drilling, sistematizando el procesamiento de las grandes cantidades de información que generan las máquinas perforadoras, por lo cual se implantaría un Data Mart, que traería como consecuencia la modificación de procedimientos, para el control de metros perforados y el análisis y seguimiento de las máquina perforadora.

En dicha investigación se afirmaba que la productividad en esta área era baja, producto de las demoras que tardan los asistentes de esta área en preparar y analizar reportes que posteriormente son entregados a la Gerencia para tomar decisiones. La importancia de dicho estudio radica en el enfoque dado a la solución de BI, por medio de un Data Marts, el cual se alinea con la presente propuesta.

9. Objetivos específicos

A continuación, se presentan los objetivos planteados que se deben alcanzar en el desarrollo del proyecto.

Tabla 7
Objetivos específicos

Objetivos Específicos
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar necesidades de negocio y requerimientos del proceso productivo • Proponer los diseños preliminares del proceso de ETL, modelos de datos de la solución BI para el proceso de productividad de las palas. • Proyectar la fase de construcción de la solución BI • Planificar la implantación de la propuesta de BI. • Evaluar la viabilidad del modelo propuesto

Fuente: Elaboración propia.

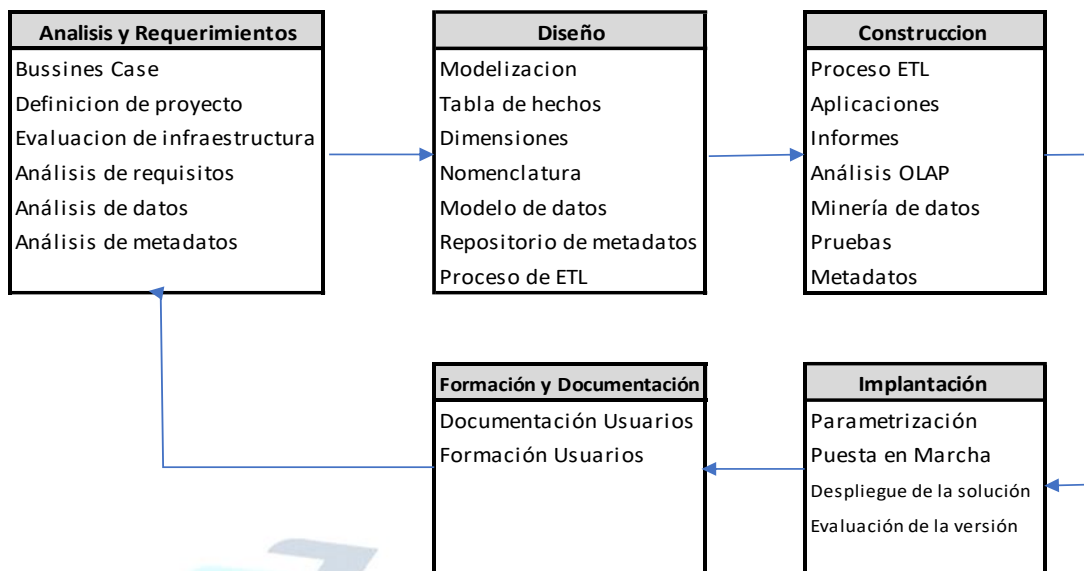
9.1 Definición de las actividades del proyecto

La propuesta es desarrollar el proyecto en fases, una aproximación iterativa, incremental, sucesiva y por fases para su potencial fase de desarrollo y ejecución del proyecto (Metodología de Inmon).

A continuación se describe las actividades que se deberían desarrollar para la propuesta:

- **Análisis y requisitos:** se debe realizar el levantamiento de las necesidades de negocios, conocer la infraestructura técnica y no técnica, hacer levantamiento de todos los requerimientos, fuentes de datos, etc. Una vez finalizado la evaluación inicial se realiza la planificación detallada.
- **Diseño preliminar:** en esta fase se realizan los diseños de la base de datos (modelización, tabla de hechos, dimensiones), los procesos ETL y el diseño del repositorio de metadatos.
- **Planificar la fase construcción:** se diseña en detalle y se construyen los desarrollos a medida, alimentar las estructuras de datos, construir interfases, conversión de datos, despliegue de infraestructura tecnológica, metadatos
- **Proyectar implantación:** despliegue al interior de la organización, diseño a la medida del usuario, pruebas finales, planes de contingencia.
- **Planificar formación y documentación,** a los usuarios del sistema y documentación.

Figura 8. Fases para desarrollar la propuesta de BI

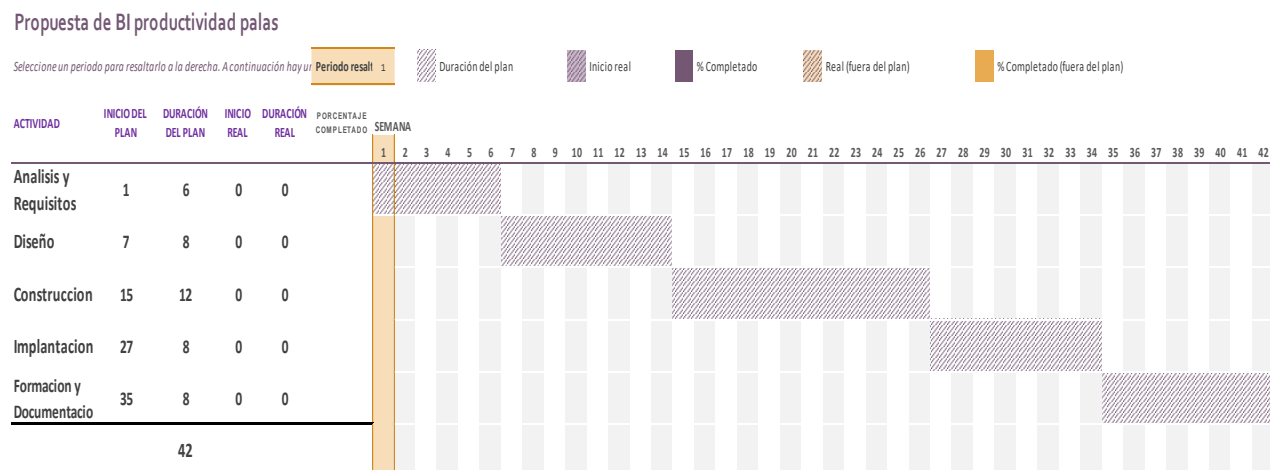


Fuente: Elaboración propia.

9.2 Cronograma general de actividades

En esta etapa se considera una programación de las actividades de alto nivel. A continuación se presenta el diagrama de Gantt para las fases consideradas, la propuesta tendría una duración para su desarrollo de 42 semanas.

Figura 9. Diagrama de Gantt Cronograma general del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

9.1 Metodología.

Lara Muñoz (2015, pág. 104) afirma ‘la forma más común de clasificar las investigaciones es aquella que pretende ubicarse en el tiempo (según dimensión cronológica), distingue entre la investigación de las cosas pasadas (histórica), de las cosas del presente (descriptiva) y de lo que puede suceder (experimental)’. La presente propuesta se desarrolla dentro de los siguientes métodos:

Investigación descriptiva, consiste en la observación actual de hechos, casos y fenómenos. Se sitúa en el presente y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. El hecho objeto de propuesta es analizar integralmente los factores que definen la productividad de las palas de la organización, el cual se desarrolla en la dimensión cronológica en el presente.

Investigación exploratoria, los estudios exploratorios se efectúan cuando el objeto es examinar un tema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Sirve para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto en particular. Investigar problemas de determinada área, identificar los conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones verificables.

En la organización no existe estudios previos relacionados con el hecho en estudio (análisis integral del proceso productivo), y no se encontró evidencia de estudios similares en organizaciones del país, por tal esta propuesta es de tipo exploratorio, es un primer acercamiento. Desde el punto de vista de la investigación, el método es el camino para llegar al conocimiento y la metodología es el estudio del método. Existen diferentes métodos, en la presente propuesta se sigue:

Método deductivo, es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etc., de aplicación universal y comprobada validez para aplicarlos a soluciones o hechos particulares. En la presente propuesta se sigue la metodología clásica para diseñar soluciones de inteligencia de negocio al proceso productivo de palas para mejorar la toma de decisiones, es decir se delimita el hecho, se definen las necesidades de negocio y se proyecta la arquitectura del sistema de BI.

9.2 Presupuesto General del Proyecto

Tabla 8.
Presupuesto General del Proyecto

Presupuesto aproximado en miles de pesos				
Rubro	Valor Unitario	Financiación Propia	Otra institución	Total
Personal	10.000		Dltd.	10.000
Equipos		3.000		3.000
Materiales		1.000		1.000
Software				
Bibliografía		2.000		2.000
Viajes				
Total				16.000

Fuente: elaboración propia

10. Viabilidad Financiera del Proyecto

La propuesta es trabajar con servidores en la nube, esto permite unificar los costos de software y hardware, los conceptos montaje y mantenimiento de servidores. Se hacen supuesto respecto al inventario tecnológico base de la organización que facilitara el desarrollo de la propuesta. En esta etapa de la propuesta el objetivo es enfocar las necesidades del negocio que la herramienta puede

potenciar o satisfacer. En etapas posteriores donde se haga el levantamiento de requisitos y el inventario TI los supuestos se deberían refrendar y aplicar la respectiva iteración.

10.1 Inversión Inicial

Consideraciones de las inversiones iniciales:

- No se proyecta adquirir computadores nuevos para la implementación. Se da por supuesto que las características de hardware de los existentes en la compañía asignados a los usuarios de la información cumplen con las características para soportar la herramienta.
- Se da por supuesto que la red interna de la organización facilitara la logística de la implementación.
- Se da por supuesto que el internet que emplea la organización soportara los procesos de conectividad de la propuesta.

En la siguiente tabla se presenta algunos costos de productos BI preseleccionados.

Tabla 9.
Costo por proveedor considerado

Proveedor	Costo de licencia	No. de licencias	Costo Anual
Tableau Creator: Incluye Tableau Desktop, Tableau Prep Builder y una licencia Creator para Tableau Server.	\$ 70 US/Mes	10	\$ 8.400 US
ORACLE Business Intelligence Service, incluye: Business Intelligence Cloud Service Oracle Database Schema Service Oracle Database Cloud Service	\$ 150 US/Mes	10	\$ 18.000 US

Fuente: Elaboración propia, con datos consultados en https://cloud.oracle.com/es_ES/business_intelligence_saas?tabID=1385151763010, <https://www.tableau.com/es-es/pricing/teams-orgs>.

El proveedor Tableau se adapta a las necesidades del proyecto, además es de menor costo, por ende se proyecta implementar en la presente propuesta, además de gozar de mejor reputación en la clasificación del cuadrante mágico de Gartner 2019 de proveedores de soluciones BI; en el cuadrante de los líderes.

10.1.1 Inversión en personal para el proyecto

Se da como supuesto que para el desarrollo del proyecto se cuenta con la participación del personal de IT de la organización y que estas personas tienen las competencias para dar apoyo al proyecto. Dicho costo no se considera pues ya están vinculados a la organización. Se requiere para poner en marcha el proyecto las personas encargadas del proceso implementación, desarrollo y consultores: Auxiliar de sistemas, Analista BI, director de proyecto y consultores.

Tabla 10.
Inversión en Personal

Personas	No.	Valor unitario	No. de meses	Inversión
Director de proyecto	1	\$ 8.000.000	10	\$ 80.000.000
Analistas BI	2	\$ 5.000.000	8	\$ 80.000.000
Técnico en sistemas	1	\$ 2.500.000	6	\$ 15.000.000
Capacitación de personal técnico y usuarios	1			\$ 5.000.000
Consultoría en procesos de negocios	1			\$ 5.000.000
Total				\$ 185.000.000

Fuente: elaboración propia

10.1.2 Costos de mantener la solución funcionando

Una vez implementada la solución los costos estimados por año son:

Tabla 11.
Costo Anual de Mantenimiento

Ítem	Mes	Año
Administrador BI	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000
Consultorías /cada 6 meses	\$ 3.000.000	\$ 6.000.000
Internet	\$ 100.000	\$ 1.200.000
Papelería	\$ 50.000	\$ 600.000
Total	\$ 8.150.000	\$ 67.800.000

Fuente: elaboración propia

10.1.3 Costos generales de la propuesta

A continuación se presentan el resumen de los costos proyectados, de acuerdo con las consideraciones realizadas y el costo de estructurar la propuesta.

Tabla 12.
Costos proyectados de la propuesta

Rubro	Inversión Inicial	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Licencias	\$ 13.860.000	\$ 28.828.800	\$ 29.981.952	\$ 31.181.230	\$ 32.428.479	\$ 33.725.618
Estructura propuesta	\$ 10.000.000					
Personal Impl y D	\$ 185.000.000					
Costo Anual de Mant		\$ 67.800.000	\$ 70.512.000	\$ 73.332.480	\$ 76.265.779	\$ 79.316.410
Total Pesos	\$ 208.860.000	\$ 96.628.800	\$ 100.493.952	\$ 104.513.710	\$ 108.694.258	\$ 113.042.029
Total US	\$ 63.291	\$ 29.281	\$ 30.453	\$ 31.671	\$ 32.938	\$ 34.255

Fuente: elaboración propia

Consideraciones hechas para estimar los costos: Para las licencias en la inversión inicial se consideran adquirir 6 meses de ellas, para el año 1 y los siguientes doce meses. Se considera un factor de conversión del dólar de 3.300.

Como criterio de proyección se considera la tasa de tendencia inflacionaria, de acuerdo con (Murcia Murcia, y otros, 2019, p. 324) para el 2019 es 4,22 % para Colombia. Se consideró un factor de proyección inflacionaria 4 % para los incrementos anuales.

10.2 Ingresos proyectados

La presente es una propuesta de tipo exploratoria, no existe antecedentes o evidencias en la organización que sirva de base para realizar una proyección de ingresos con base a experiencias previas.

Para proyectar los ingresos se realiza analizando lo que afirma (Rodríguez & Jové, Mecanismo de soporte a la gestión de proyectos de inteligencia de negocios, 2012) en el módulo 1, Características de los proyectos de inteligencia de negocios:

Un aspecto muy interesante del estudio de Aberdeen, y muy poco frecuente en esta clase de estudios, es el análisis de la relación entre el uso de sistemas de inteligencia de negocio y los resultados de las empresas, medidos tanto en términos globales de negocio, como en

su habilidad para hacer evolucionar sus propios sistemas de inteligencia analítica y la satisfacción de los usuarios:

Las empresas con sistemas de inteligencia de negocio más implantados y desarrollados (según unos niveles de madurez cuya metodología de clasificación no se explica en el estudio), aumentaron la adquisición de nuevos clientes una media del 24% por año (el 12% en el conjunto de la muestra), aumentaron su volumen de ingresos un 19% (10% en el conjunto de la muestra), aumentaron su beneficio operativo un 16% (12% del conjunto de la muestra) y también aumentaron, aunque más ligeramente, su porcentaje de retención de clientes y empleados.

De la anterior cita es de interés el hecho de que las empresas con sistemas de BI más implantados aumentaron su beneficio operativo un 16%, el cual se relaciona con el objeto de la presente propuesta. Para la presente, apoyándonos en la anterior afirmación se proyecta un beneficio en un incremento en la productividad del 5%, teniendo en cuenta que sería un sistema insipiente.

10.3 Evaluación Económica del Proyecto

Para realizar la evaluación económica se consideran los ingresos y egresos esperados por el proyecto en el horizonte de vida considerado del proyecto (para efectos de valoración), teniendo en cuenta una tasa de costo de oportunidad de los recursos invertidos en el proyecto (para el cálculo es la tasa de descuento de los flujos de caja), en un horizonte de planeamiento o de vida del proyecto.

Realizar un análisis detallado del flujo de caja de la organización en el cual se considere inversión inicial, todos los ingresos y egresos, al igual que impuestos, estructura financiera, inversiones en Maquinaria, terrenos, edificios, agotamiento del yacimiento, depreciación y amortización de activos, impuestos, regalías y demás, esta fuera del alcance del presente proyecto, se necesitaría de un proyecto dedicado a tal fin.

De todas formas se debe proyectar el impacto económico que tendría el proyecto en la organización. Se realiza la proyección en base a unos costos genéricos del sector, para salvaguardar

la confidencialidad de información sensible de la organización, se hará inferencias (metodología comúnmente empleada en el sector minero) con precios del sector, los cuales sirven para el caso en estudio.

En la siguiente tabla se muestra los ingresos y costos proyectado para el sector Pribbenow, sin la implementación del proyecto. El precio de venta fue consultado en la página web de la unidad de planeación minero energética del país, UPME, en su sistema de información minero colombiano SIMCO.

Tabla 13.
Ingresos Proyectados 2019 sin BI.

Año 2019	Producción proyectada Ton	Costo/ Ton	Costo Proyectados Año	Precio Venta	Ingresos proyectados
Mina Pribbenow	9.900.000	\$ 37	\$ 366.300.000	\$ 42	\$ 415.800.000

Fuente: elaboración propia.

Otra limitación para tener presente en las proyecciones es el mercado del carbón en sus precios de venta presenta alta variabilidad, y para los flujos de cajas se hacen proyecciones estables, lo cual en el tiempo puede no ser necesariamente cierto. Realizar proyecciones teniendo presente las tendencias y consideraciones macroeconómicas propias del sector queda fuera del alcance del presente proyecto.

Para realizar una evaluación financiera es necesario llevar aun mismo punto del tiempo todos los flujos de caja, descontando el costo de oportunidad. Ello implica llevarlos a valor presente con una tasa de descuento. Esta tasa de descuento debe reflejar el costo de oportunidad de los recursos invertidos. Es la tasa de rentabilidad que generaría la mejor inversión alternativa del proyecto.

Teniendo presente las limitaciones expuestas, se proyecta de manera genérica el flujo de caja sin el desarrollo del proyecto, para después compararlo con los ingresos esperados por el proyecto. La tasa del costo oportunidad considerada para la propuesta es del 20% que es la tasa de descuento

que se empleara a los flujos de cajas. La evaluación financiera se realiza por los métodos de valor presente neto y relación Beneficio/Costo:

- **Valor presente Neto VPN:** Es el equivalente en valores actuales de todos los ingresos y egresos, presentes y futuros que constituyen el proyecto. Representa lo que vale hoy el flujo de beneficios generados y los costos incurridos por el proyecto durante todo su horizonte.
- **Relación Beneficio Costo B/C:** La relación beneficio-costo compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos proyectados, incluida la inversión.

Tabla 14.
Flujo de Caja proyectado sin Proyecto

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos	\$ 415.800.000	\$ 432.432.000	\$ 449.729.280	\$ 467.718.451	\$ 486.427.189	\$ 505.884.277
Costos	\$ 366.300.000	\$ 380.952.000	\$ 396.190.080	\$ 412.037.683	\$ 428.519.191	\$ 445.659.958
FCN	\$ 49.500.000	\$ 51.480.000	\$ 53.539.200	\$ 55.680.768	\$ 57.907.999	\$ 60.224.319
TCO	20%					
VPN	\$ 213.931.780,74	VPI	\$ 1.797.026.958,22	VPE	\$ 1.583.095.177,48	
B/C	1,14					

Fuente: Elaboración propia.

Se proyectan los ingresos esperados del proyecto teniendo presente sumar los costos del proyecto \$ 63.291 US (tabla 8) y el incremento esperado de la productividad del 5% a partir del año 1, que se refleja en los ingresos.

Tabla 15.
Flujo de Caja Proyectado con BI

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos	\$ 415.800.000	\$ 454.053.600	\$ 472.215.744	\$ 491.104.374	\$ 510.748.549	\$ 531.178.491
Costos	\$ 366.363.291	\$ 380.981.281	\$ 396.220.533	\$ 412.069.354	\$ 428.552.128	\$ 445.694.213
FCN	\$ 49.436.709	\$ 73.072.319	\$ 75.995.211	\$ 79.035.020	\$ 82.196.421	\$ 85.484.277
TCO	20%					
VPN	\$ 282.836.310,13	VPI	\$ 1.866.088.306,13	VPE	\$ 1.583.251.996,01	
B/C	1,18					

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de resultados: si se considera validos los supuestos realizados para los flujos de caja, se ha obtenido:

- Sin Proyecto VPN \$ 234.410.769,57 y B/C 1,14
- Con Proyecto VPN \$ 282.836.310,13 y B/C 1,18

Bajo las condiciones dadas, los criterios de selección de proyecto indican que se debe aceptar un proyecto cuyo $VPN > 0$, y si se comparan dos proyectos mutuamente excluyentes, se debe elegir el proyecto de mayor VPN. Para nuestro caso se debería seleccionar la propuesta de implementar la solución BI.

Para la relación B/C, los criterios de selección de proyecto indican que se deben aceptar proyecto cuyo $B/C > 1$, y si se comparan proyectos mutuamente excluyentes, se debe elegir el de mayor valor. Para nuestro caso se debería implementar la propuesta de solución BI.

Teniendo presente el resultado, hay que resaltar que la adquisición de una solución de BI, por sí solo no genera ingresos. Los ingresos se generan en la medida que se consiga implementar la filosofía de las soluciones de BI, información útil para la toma de decisiones, por ende se debe haber hecho un gran trabajo previo para conseguir una adecuada interacción entre las necesidades de información y lo que proveerá la solución BI de la presente propuesta, además de haber abonado el camino para la transformación de la cultura de la organización para apropiarse de la solución de BI y poder generar los beneficios esperados.

10.4 Análisis de Riesgo del Proyecto.

Una vez elegida la mejor alternativa desde el punto de vista financiero, la evaluación debe contemplar los diferentes escenarios y verificar que valores son cruciales para el proyecto. El objetivo del análisis es plantear diferentes escenarios para el proyecto, para lo cual se cambian los

valores iniciales de variables claves como precio, costo o ventas, y así determinar su impacto en los indicadores de evaluación. Esto obliga a revisar escenarios optimistas o pesimistas

10.4.1 Escenario Pesimista

Para la presente propuesta se plantea como peor escenario la implantación de la solución BI, y por diversos factores no genere el impacto positivo esperado, que es el aumento de productividad de las palas, producto de mejores decisiones para la gestión del proceso. La solución BI se convertiría solo en un generador de reporte que no impacta positivamente el negocio, solo genera un costo. Este escenario se podría presentar por una incorrecta apropiación de la solución BI en la organización.

Tabla 16.
Escenario Pesimista.

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos	\$ 415.800.000	\$ 432.432.000	\$ 449.729.280	\$ 467.718.451	\$ 486.427.189	\$ 505.884.277
Costos	\$ 366.363.291	\$ 380.981.281	\$ 396.220.533	\$ 412.069.354	\$ 428.552.128	\$ 445.694.213
FCN	\$ 49.436.709	\$ 51.450.719	\$ 53.508.747	\$ 55.649.097	\$ 57.875.061	\$ 60.190.064
TCO	20%					
VPN	\$ 213.774.962	VPI	\$ 1.797.026.958,22	VPE	\$ 1.583.251.996,01	
B/C	1,14					

En este escenario, se aprecia como producto del costo de la herramienta BI se produce destrucción de valor de la organización: VPN escenario pesimista (\$ 213.774.962) < VPN escenario sin proyecto (\$ 213.931.780).

Este es uno de los riesgos más grandes que enfrenta el proyecto, que su implementación no genere valor agregado a la organización, por lo que se debería prestar especial atención al proceso de apropiación y uso de la herramienta para que contribuya a las necesidades del negocio.

10.4.2 Escenario Optimista

Para la presente propuesta se considera como escenario optimista una apropiación exitosa de la herramienta en la toma de decisiones para gestionar el proceso productivo, que se traduzca en un aumento en producción del 8%, superior al 5% inicialmente esperado. Para presentarse dicho escenario se debería contar con total y decidido apoyo de la alta gerencia para realizar la transformación cultural y tecnológica de la organización, y un diseño que responda a las necesidades de los tomadores de decisiones, para disponer de todos los elementos para una apropiación e inclusión de la herramienta en los procesos.

Para la proyección de los FC se considera un incremento en el año 1 del 5%, y para los posteriores del 8%.

Tabla 17.
Escenario Optimista.

Año	0	1	2	3	4	5
Ingresos	\$ 415.800.000	\$ 454.053.600	\$ 490.377.888	\$ 529.608.119	\$ 571.976.769	\$ 617.734.910
Costos	\$ 366.363.291	\$ 380.981.281	\$ 396.220.533	\$ 412.069.354	\$ 428.552.128	\$ 445.694.213
FCN	\$ 49.436.709	\$ 73.072.319	\$ 94.157.355	\$ 117.538.765	\$ 143.424.640	\$ 172.040.697
TCO	20%					
VPN	\$ 382.043.752	VPI	\$ 1.965.295.747,80	VPE	\$ 1.583.251.996,01	
B/C	1,24					

Fuente: elaboración propia.

En este escenario se aprecia, como producto de una exitosa apropiación de la filosofía de BI y uso de la herramienta se mejora el resultado de la producción, y por ende los ingresos de la organización: VPN escenario optimista (\$ 382.043.752) > VPN proyección normal (\$ 282.836.310) > VPN escenario sin proyecto (\$ 213.931.780). En la relación B/C se presenta un significativo aumento al pasar de 1,14 a 1,24.

11. Plan de Actividades

11.1 Plan de Hitos del Proyecto

Los hitos se definen como estados o etapas intermedias (logros alcanzados) por los que pasa el proyecto hasta su entrega a producción. Los objetivos finales del proyecto guían la definición de los hitos. Los hitos considerados para los proyectos dependen del tamaño del proyecto. Para el presente proyecto los hitos son definidos en base al ciclo de vida de la propuesta, en iteraciones posteriores se podría aumentar el nivel de detalle de los hitos.

Tabla 18.
Plan de Hitos del Proyecto

Id.	Hito	Fecha
1	Cuando se ha realizado el análisis y levantamiento de requisitos, y aprobado	Semana 6
2	Cuando se ha realizado el diseño de detalle	Semana 14
3	Cuando está construida la herramienta de BI	Semana 26
4	Cuando se han realizado las pruebas de usuario	Semana 30
5	Cuando se ha subido el sistema a producción	Semana 34
6	Cuando se ha implementado el plan de formación	Semana 38
7	Cuando se ha aprobado el nuevo proceso de trabajo	Semana 42

Fuente: Elaboración propia

11.2 Planificación de las Actividades

A continuación se listan las actividades necesarias para alcanzar los hitos. Contiene las actividades técnicas generales (debido que cada proyecto es único) y consideraciones de negocio que se deberían tener presente en proyectos BI, que sugieren diferentes autores, adaptada a las necesidades de la propuesta.

Tabla 19.
Lista de Actividades de la propuesta

Id.	Actividad
1.	Caso de Negocio
1.1	Problema de Negocio
1.2	Alcance Preliminar
2.	Evaluación de la Infraestructura de la organización
2.1	Evaluación de la Infraestructura Técnica
2.1.1	Evaluación de la infraestructura Existente
2.1.2	Evaluación de Nuevos Productos
2.2	Evaluación de la infraestructura No Técnica o funcional
3.	Análisis de Negocio
3.1	Análisis de Requisitos
3.1.1	Definir las necesidades de Reporting
3.1.2	Identificar Las fuentes de datos
3.1.3	Establecer un modelo de datos
3.1.4	Establecer los acuerdos de niveles de requerimientos
3.1.5	Establecer las necesidades de ampliación en la infraestructura Técnica
3.1.6	Establecer las necesidades de ampliación en la infraestructura No Técnica
3.2	Análisis de Datos
3.2.1	Identificación de los Datos requeridos
3.2.2	Analizar el contenido de los datos en la fuente de origen
3.2.3	Seleccionar los datos que estarán en BI
3.2.4	Preparar las especificaciones de Calidad y Depuración
3.2.5	Seleccionar las herramientas
3.3	Análisis del repositorio de datos
3.3.1	Establecer Los Requerimientos
3.3.2	Establecer los procesos y herramientas de Integración del repositorio
3.3.3	Crear el modelo Lógico
3.3.4	Crear los Metadatos
4.	Diseño de la herramienta
4.1	Diseño de las nuevas bases de datos
4.2	Diseño Data Mart
4.2.1	Requisitos de acceso y análisis de los datos
4.2.2	Requisitos de agregación y sumarización de los datos
4.2.3	Diseñar las bases de datos objetivo
4.2.4	Estructura física de las bases de datos
4.3	Diseño ETL
4.3.1	Documento de mapeo de la relación entre las fuentes de origen de datos y los datos objetivos
4.3.2	Probar Funcionalidad de la herramienta
4.3.3	Diseñar el flujo de ETL

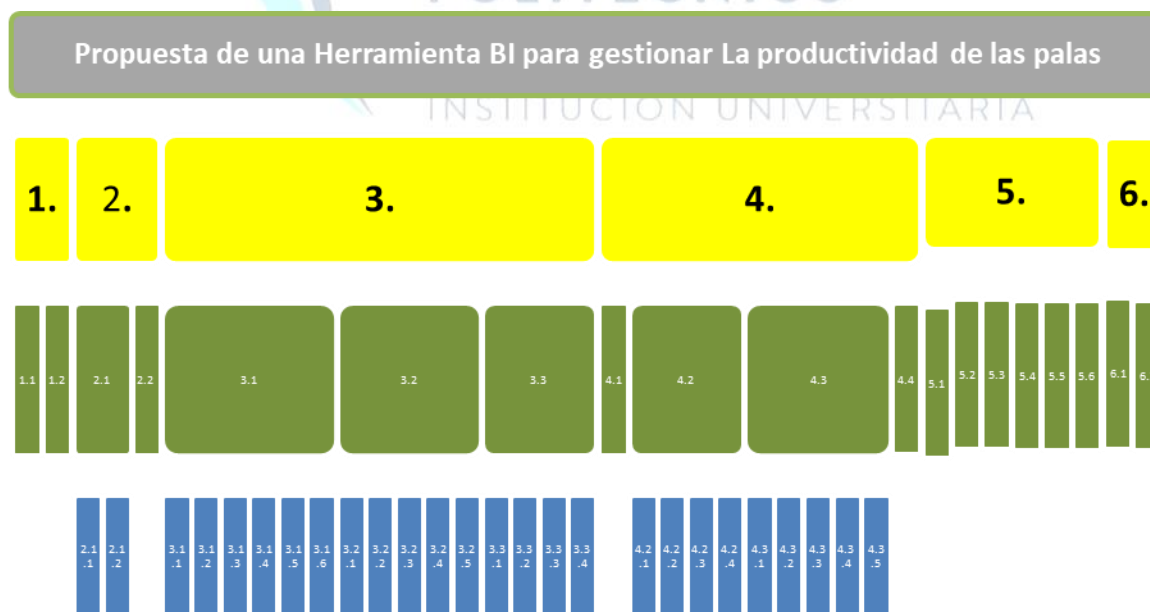
-
- 4.3.4 Diseñar los programas de ETL
 - 4.3.5 Establecer la infraestructura Técnica
 - 4.4 Diseño de la Metadata del Data Mart
 - 5 Construcción del Sistema**
 - 5.1 ETL
 - 5.2 Aplicaciones de Usuario
 - 5.3 Metadatos
 - 5.4 Proyecto de Minería de Datos
 - 5.5 Pruebas
 - 5.6 Implantación
 - 5.6.1 Puesta en marcha
 - 5.6.2 lecciones aprendidas
 - 6 Formación y documentación**
 - 6.1 Documentación de Usuario
 - 6.2 Formación de Usuario
-

Fuente: elaboración propia, adaptada de (Rodríguez & Jové, Mecanismo de soporte a la gestion de proyectos de inteligencia de negocios, 2012).

11.3 Estructura de desglose de trabajo: EDT

La estructura de desglose de trabajo considera para la propuesta, en base a las actividades antes descritas es:

Figura 10. EDT del Proyecto



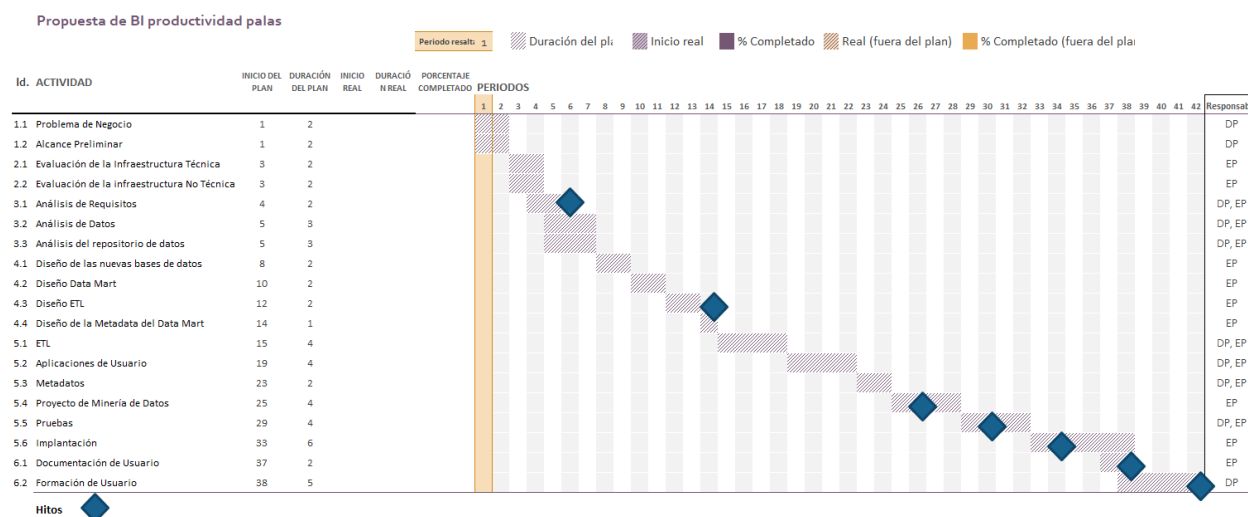
Fuente: Elaboración propia

Se opta por esta forma de presentar (Bloques jerárquicos) la EDT para hacer visibles la jerarquías y paquetes de trabajos que componen el proyecto.

11. 4 Cronograma de Actividades

En base a las actividades definidas se presenta el cronograma inicial de las actividades. La asignación del responsable se realiza de manera genérica, mas no de detalle, pues hasta esta parte no se ha asignado recursos humanos para su realización (se recomienda al lector ampliar la imagen para mejorar la visualización).

Figura 11. Cronograma de Actividades



Fuente: Elaboración propia.

Precisión, tolerancia, reglas de porcentajes de avances, desviaciones permitidas, ruta crítica, reservas de contingencia e informes de avance: los esfuerzos en la planeación de mayor detalle del cronograma solo deberían continuar en etapas donde el proyecto se encuentre en etapa de desarrollo; donde sea posible conciliar estos aspectos con el patrocinador.

12. Plan de Adquisiciones

Para planear los elementos adquirir para una eventual implementación de la propuesta cabe puntualizar algunos supuestos:

- Las redes presentes en la organización soportan la herramienta a construir.
- La velocidad de internet es la adecuada
- Se contará con PC, impresoras, plotters, scanner y similares requeridos por el equipo de proyecto
- Los computadores presentes y servidores cumplen con los requisitos de hardware para una eventual implantación o pruebas piloto
- Se tendrá disponibilidad de oficinas, muebles y enseres cuando se requiera.
- Se empleará almacenamiento en la nube.

Todos los supuestos en etapas más avanzadas se deben verificar y realizar la iteración respectiva.

12.1 Software

Las adquisiciones principales están relacionadas adquirir las licencias de uso de software (según cronograma semana 7), almacenamiento en la nube y asesoramiento del proveedor de BI (preseleccionado Suit Tableau Creator) durante las fases de desarrollo, despliegue, garantías.

12.2 Crear un enunciado de los requisitos de software y almacenamiento

Se debe realizar por el equipo de proyecto. Debe ser claro, completo y conciso como sea posible, y debe describir todo el trabajo y actividades que el proveedor tiene que completar. Esto incluye reuniones, informes, comunicaciones, asesorías y guías de implementación, servicios, etc.

Las decisiones de compra de productos y servicios informáticos son responsabilidad del departamento de compra de la organización. El trabajo del grupo de proyecto es realizar un informe técnico donde se especifiquen las necesidades y acompañar en la selección del proveedor que satisface las necesidades, o sus aspectos más destacados o diferenciales, a partir de la cual el departamento de compras tomará una decisión en la que pueden influir otros criterios.

Una vez realizada la evaluación técnica y propuesto un adjudicatario, debería comenzar la negociación de los términos económicos y contractuales, donde participe el DP, el área legal y departamento de compras sobre:

- Responsabilidades económicas: garantías y penalizaciones.
- Disponibilidad de tiempo y recursos del cliente.
- Asunción de riesgos y consecuencias de que ocurran.
- Propiedad de los productos.
- Plazos de facturación y cobro.
- Aspectos de administración del proyecto: condiciones y proceso de aceptación de productos, documentación, solicitudes de cambios sobre las especificaciones, organización y procedimientos de seguimiento y control, etc.

12.3 Tipo de Contrato.

En la presente propuesta el tipo de contrato a emplear es Licencia de software. En este tipo de contratos la gestión de logística, suministro y estrategia es básica, pasa por realizar el pago de los derechos.

12.4 Restricciones y Supuestos de las Adquisiciones

- El enunciado de los requerimientos técnicos estará claramente definido en la semana 4.
- Los recursos económicos estarán disponibles para adquirir las licencias.
- Se contará con el recurso humano idóneo para la iniciación del proyecto.

13. Plan de Riesgos

La gestión de los riesgos es el proceso que consiste en identificar, evaluar y planificar las respuestas a los eventos, tanto positivos como negativos, que pudieran ocurrir a lo largo del curso

de un proyecto. A través de la gestión del riesgo se incrementa la probabilidad e impacto de las oportunidades en el proyecto (eventos positivos) y se reduce la probabilidad e impacto de las amenazas en el proyecto (eventos negativos).

13.1 Metodología

La metodología que se utiliza en el presente proyecto para realizar la gestión del riesgo son las buenas prácticas establecidas en la guía del PMBOK V6 para la gestión del riesgo, la cual consiste básicamente en identificar los riesgos, valorarlos, priorizarlos y determinar una respuesta a ese potencial riesgo, como se muestra la figura, donde se muestra la naturaleza iterativa del proceso (se debe ir revisando y actualizando cuando se detecta nuevos riesgos o se producen actualizaciones en los planes de gestión, por ejemplo).

Figura 12. Metodología de gestión del riesgo



Fuente: (Pablo, 2017)

13.2 Identificación de los Riesgos

En esta etapa del proyecto se realiza una identificación de riesgos de alto nivel. Los riesgos aquí identificados deberán ser validados en una etapa posterior, donde debieran participar los interesados identificados, realizando revisión bibliográfica relacionada al proyecto. Las

herramientas y técnicas que se podrían usar son entrevistas, reuniones, análisis de supuestos, análisis de restricciones, revisión de documentos del proyecto.

Para el presente proyecto se consideran presentes:

- Internos (RIx): relacionados a cambios al tiempo, costo o alcance, poca experiencia, poca planificación, asignación de personal, materiales, equipos.
- Técnicos (RTx): cambios tecnológicos.
- Externos (REx): relacionados a factores externos a la organización

Tabla 20.
Riesgos del proyecto

Id.	Descripción del riesgo
RI1	Insuficiencia de información en el levantamiento de requisitos
RI2	Tergiversación de la información en la fase de diagnóstico: una vez levantada la información esta pueda ser mal interpretada por alguna de las partes.
RI3	Desacuerdo entre desarrolladores y clientes
RI4	No cumplir con los tiempos establecidos
RI5	Problemas de hardware durante el desarrollo
RI6	Diseño inadecuado, no acto para los usuarios finales
RI7	Fallas de software en la fase de implementación
RI8	Transferencia de conocimiento incorrecta, lo que dificultara la adopción del nuevo sistema.
RI9	Errores en el análisis de las funcionalidades y en la identificación de los datos relevantes para la actividad de control
RI10	Errores en la codificación de alertas y algoritmos
RI11	Desvíos en la planificación y/o el presupuesto
RI12	Rechazo del proyecto por parte de las áreas de vías, botaderos, voladuras por su carácter de control
RI13	Rechazo del proyecto por parte del área de Dispatch por amenazar el control de la información de producción

RI14	Poca colaboración de algunos de los interesados en la definición inicial de los requisitos
RI15	Cambios en los requerimientos en etapas avanzadas del proyecto
RE1	Cambios regulatorios durante el desarrollo del proyecto
RE2	Cambios en el entorno: crisis financiera
RE3	Incumpliendo de proveedor de software

Fuente: Elaboración propia.

13.3 Valoración de los Riesgos

Se realiza una valoración cualitativa de los riesgos por medio de una matriz de probabilidad e impacto. Se analiza su probabilidad e impacto para determinar cuáles requieren respuesta. Este es un proceso subjetivo y se debe repetir conforme se vayan descubriendo nuevos riesgos en el proyecto. Con el Id asignado en la tabla anterior a los riesgos identificados se procede a realizar la valoración cualitativa en la siguiente matriz.

Figura 13. Matriz de riesgos del proyecto

Matriz Impacto x Probabilidad

	1	2	3	4	5	10
1	RE1	RE2, RI5	RI9	RI10, RE3	RI7	
2			RI14, RI3	RI1, RI2		
3		RI8	RI4, RI12, RI13		RI6	
4						
5			RI11, RI15			

Impacto

Fuente: elaboración propia

Tabla 21.
Definición de estrategia

Prioridad	Puntaje	Estrategia	Significado de estrategia
Muy baja	1 - 2	Aceptación Pasiva	No hacer nada
Baja	3 - 4	Aceptación activa	Dejar por escrito que se hará cuando ocurra ese riesgo
Medio	5 – 10	Mitigar	Acciones para disminuir la probabilidad y/o el impacto
Alta	11 - 24	Transferir	Trasladar el riesgo a un tercero
Muy Alta	25 - 50	Evitar	No avanzar en el proyecto hasta no disminuir el puntaje

Fuente: Director de Proyecto (Pablo Lledó). Nota: si un riesgo no se puede transferir se utilizará la estrategia de mitigar.

14.4 Respuesta a los Riesgos

Las técnicas de respuesta al riesgo pueden ser de orden aceptar, transferir, evitar, mitigar, planes de contingencia o soluciones provisionales cada uno con sus respectivas ventajas en el uso. En el presente proyecto para los riesgos identificados se prepara la siguiente respuesta:

Tabla 22.
Plan de Respuesta a los Riesgos del proyecto

Id.	Respuesta
RI1, RI2	Durante el proceso de diagnóstico, realizar múltiples entrevistas con los interesados claves , de tal manera que se logre especificar la información que se desea obtener
RI3	Delegar un proceso individual del sistema a cada uno de los desarrolladores, donde todos estén al tanto del objetivo general. Con el cliente realizar un acta en el que se determine todas las funciones del sistema.
RI4, RI11	Es recomendable realizar una planificación realista y con holgura los tiempos de desarrollos de las diferentes partes del sistema para solventar cualquier eventualidad que se le presente. Al igual que el presupuesto para los entregables.
RI5, RI7	Realizar múltiples pruebas donde se evalúe el correcto funcionamiento del sistema antes de presentárselo al cliente, de igual manera realizar el diagnostico de los equipos donde se implementará el sistema.
RI6	Involucrar activamente a los usuarios finales en las pruebas con los prototipos, y no avanzar hasta reconciliar necesidades.

RI8		Para prevenir situaciones donde los usuarios finales no posean los conocimientos necesarios para manipular el sistema, se deben preparar jornadas de capacitación e inducción que le brinde los conocimientos y herramientas necesarias al usuario para la manipulación de la herramienta.
RI12.	RI13,	Realizar una amplia difusión de los potenciales benéficos que puede aportar la herramienta a la organización para conseguir participación de los interesados resistentes
RI14		
RI15		En cada ciclo de iteración conseguir participación de los interesados claves para detectar las necesidades en etapas tempranas.

Fuente: Elaboración propia.

14.5 Seguimiento y Control de los Riesgos.

Algunas de las pautas para controlar los riesgos del proyecto que recomiendan las prácticas de gestión de proyectos, para tener presente en etapas posteriores son:

- Hacer seguimiento a los riesgos residuales (aquellos que no se eliminan)
- Identificar nuevos riesgos y luego hacer los análisis y planes correspondientes.
- Evaluar la efectividad del plan de riesgo.
- Si es necesario, desarrollar nuevas respuestas a los riesgos
- Documentar el estado de los riesgos.
- Determinar si los supuestos siguen siendo válidos.
- Hacer seguimiento a cualquier efecto inesperado o consecuencia de los eventos de riesgo.
- Reevaluar la identificación y valoración del riesgo cuando el proyecto se desvíe de la línea base.

15. Plan de Interesados

(Rodríguez & Jové, 2012) comentan en el módulo de organización y gestión de interesados del proyecto:

La causa de la mayor parte de los fracasos en los proyectos TIC no se debe a causas tecnológicas, sino a problemas relacionados con la gestión del alcance (y, por tanto, con la comprensión de las necesidades del cliente), problemas de comunicación y gestión de las expectativas de los usuarios y problemas relacionados con lo que el cliente tiene que hacer

en su organización (liderar y comprometerse, asignar recursos, cambiar los procesos o la organización) y frecuentemente no hace.

Los proyectos son la suma del esfuerzo de un grupo de personas, la adecuada gestión del factor humano será la que lleve al éxito o el fracaso del proyecto, y la gestión del factor humano incluye el equipo de trabajo y la relación con el cliente, los usuarios y los contratistas.

La adecuada gestión de proyectos exige que se identifiquen a todos los interesados, que se analice su poder, su interés y su nivel de involucramiento, que se comuniquen sus requisitos y expectativas (para el producto, proyecto, la dirección del proyecto, calidad, comunicaciones, etc.) y que luego se evalúe e incorpore toda la información al producto y a alcance del proyecto según se requiera.

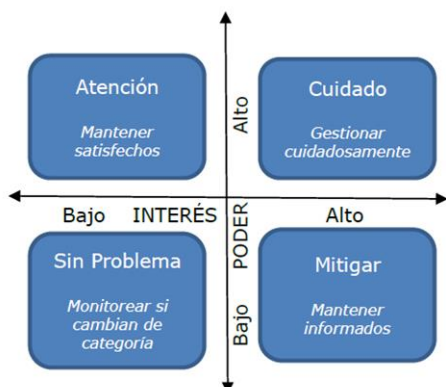
15.1 Identificar los Interesados

Se busca identificar a las personas u organizaciones cuyos intereses puedan verse afectados positiva o negativamente por el desarrollo del proyecto. Para el análisis de interesados se siguen los siguientes pasos:

- Identificarlos: roles, áreas, intereses, conocimientos, expectativas, influencia
- Impacto: clasificar según su influencia, interés, participación
- Evaluación: como podría reaccionar o influir en el proyecto.

Se emplea la matriz de clasificación de los interesados:

Figura 14. Matriz Poder - Interés



Fuente: Director de Proyectos, Pablo Lledó. p.478 Nota: Poder (Autoridad sobre el proyecto) Interés (Preocupación por el proyecto).

Para la presente propuesta se identifican los siguientes interesados, rol y estrategia general de gestión:

Tabla 23.

Matriz de Interesados, Rol, Poder, Interés Y Estrategia.

Id.	Departamento/ Cargo	Interesado	Rol	Poder	Interés	Estrategia
1	Gerente de operaciones mina	Patrocinador	Suministra recursos, aprueba alcance del proyecto, entre otros	Alto	Alto	Gestionar de cerca
2	Por definir	Director del proyecto	Planifica, gestiona, controla y monitorea el proyecto	Alto	Alto	Gestionar de cerca
3	Por definir	Equipo del proyecto	Planifica, gestiona, Ejecuta el proyecto. Monitoreo y control	Alto	Alto	Gestionar de cerca
4	Departamento de compras	Departamento de compras	Realiza las compras necesarias para el proyecto	Alto	Bajo	Mantener satisfecho
5	Departamento de Sistemas	Departamento de Sistemas	Administran redes y sistemas de la organización, gobierno de datos.	Alto	Alto	Gestionar de cerca
6	Área de producción palas	Superintendente de palas, Asistentes de superintendentes	Administran el proceso operativo de las palas.	Alto	Alto	Gestionar de cerca
7	Departamento de vías	Superintendente de vías, líder de vías	Administran el equipo de soporte para las vías de la mina	Alto	Alto	Gestionar de cerca
8	Área de botaderos	Superintendente de botaderos, líder de botaderos	Administra las áreas de botaderos de la mina	Alto	Alto	Gestionar de cerca
9	Despacho	Asistente de superintendente despacho	Administra el sistema despacho, quien mide los ciclos de cargue y acarreo.	Alto	Alto	Gestionar de cerca
10	Mantenimiento de palas	Superintendente de mantenimiento palas, asistente de superintendente	Administra el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de las palas	Alto	Alto	Gestionar de cerca

11	Mantenimiento equipo móvil	Superintendente equipo móvil, asistente de superintendente	Administra el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo del equipo de soporte de las áreas de palas. Dozer.	Alto	Bajo	Mantener satisfecho
12	Ingeniería planeación	de Gerente ingeniería de	Encargados de realizar los planes operativos de las palas: plan de mina	Alto	Alto	Gestionar de cerca
13	Recursos Humanos	Consultor RRHH de	Administra la información del ausentismo del personal de la mina	Bajo	Bajo	Monitorear
14	Seguridad física	Superintendente seguridad física	Administra la logística de seguridad física del complejo	Bajo	Bajo	Monitorear
15		Proveedores de productos y servicios de TIC	Proporcionan software, almacenamiento en la nube, servicios de soporte a usuarios, gestión de redes, mantenimiento en las aplicaciones y asesorías en proceso de implementación	Alto	Alto	Gestionar de cerca

Fuente: Elaboración propia.

15.2 Involucramiento de los Interesados

Se compara la participación o compromiso actual de los interesados y el compromiso deseado. En esta etapa de propuesta se realiza una valoración subjetiva, es decir lo que se cree podría ser el nivel de involucramiento inicial. En una etapa posterior se debe validar la información con entrevistas con los interesados. Existen diferentes formas para determinar el nivel de involucramiento de los interesados y las estrategias a emplear. En la presente propuesta se emplea una matriz compromiso-estrategia (de tipo cualitativo).

Guía para realizar e interpretar la matriz:

X: Actual ; D: deseado ; A: Alto ; B: Bajo

Estrategias: Gestionar de cerca (A-A); Mantener satisfecho (A-B); Informar (B-A); Monitorear (B-B)

Tabla 24.
Matriz de Involucramiento de Interesados

Id. Interesado	Compromiso				Poder	Interés	Estrategia
	Desconoce	Se resiste	Neutral	Apoya			
1				XD	A	A	Gestionar de cerca
2				XD	A	A	Gestionar de cerca
3				XD	A	A	Gestionar de cerca
4			X	D	A	B	Mantener satisfecho
5			X	D	A	A	Gestionar de cerca
6				XD	A	A	Gestionar de cerca
7		X		D	A	A	Gestionar de cerca
8		X		D	A	A	Gestionar de cerca
9		X		D	A	A	Gestionar de cerca
10			X	D	A	A	Gestionar de cerca
11	X		D		A	B	Mantener satisfecho
12			X	D	A	A	Gestionar de cerca
13			X	D	B	B	Monitorear
14	X		D		B	B	Monitorear
15				XD	A	A	Gestionar de cerca

Fuente: Elaboración Propia.

15.3 Gestionar el Compromiso de los Interesados

A continuación, se presenta algunos ejemplos de acciones que los DP pueden usar para involucrar a los interesados en el proyecto, que son aplicables a la presente propuesta en una etapa de implementación:

- Determinar los requisitos de los interesados y buscar que aprueben que se han finalizado todos los requisitos: este aspecto es fundamental para el éxito de la propuesta.
- Determinar cuál es el interés del interesado a participar del proyecto

- Determinar el nivel de influencia y expectativas de los interesados en el proyecto y convertirlas en requisitos, según corresponda
- Hacer saber a los interesados que requisitos se cumplirán y expectativas no se cumplirán y por qué.
- Lograr participación de los interesados y mantenerla asignándole trabajo o responsabilidades del proyecto, tal como el rol de dueño de respuesta a riesgo.
- Gestionar la participación, el involucramiento y las expectativas de los interesados e influir sobre estos factores.
- Aprovechar la experiencia de los interesados, comunicar lo que necesitan saber
- Involucrar a los interesados según sea necesario en la gestión y aprobación de los cambios
- Involucrar a los interesados en la creación de lecciones aprendidas.
- Obtener de parte de los interesados la aprobación y aceptación formal de los entregables intermedios durante el proyecto el cierre del proyecto o fase. Garantizar un entendimiento común de los objetivos del proyecto, de sus entregables, del trabajo y de los criterios de aceptación.

15. 4 Controlar el Compromiso de los Interesados

Se debe realizar un seguimiento al compromiso de los interesados, lo que ayudara a entender sus percepciones y hacer ajustes menores para garantizar el compromiso y apoyo de los interesados.

Se tiene en cuenta las siguientes pautas para el presente proyecto:

- Se debe comparar el trabajo de avance del proyecto con el planeado. Toda variación puede indicar la existencia un problema en relación con el compromiso de los interesados.

- Obtener retroalimentación: Se debe dedicar tiempo para hablar con los interesados y desarrollar formas de escuchar y recopilar información sobre sus sentimientos hacia el proyecto y otros interesados.
- Recurrir a la experiencia de otras personas que ayuden a mejorar la participación de los interesados y las estrategias para que participen en el proyecto.



Conclusiones y Recomendaciones

‘Dificultades son oportunidades: Anónimo’. El proceso productivo de las palas genera gran cantidad de datos que en su conjunto definen el proceso. En la actualidad la forma como se gestiona dicha información representa una oportunidad para aprovechar los beneficios de las herramientas de BI en la gestión de los procesos. Ganar eficiencia mediante el análisis de los datos para optimizar la gestión del proceso productivo.

No hay evidencia de proyectos BI que persigan el mismo objetivo; fortalecer el proceso productivo de las palas en una operación minera, en el país. Esto representa una oportunidad de explorar las soluciones de BI en este sector industrial, y una limitante pues no se puede partir de experiencias previas que ayuden a minimizar el nivel de incertidumbre.

La propuesta se basa en una implementación incremental, cíclica, escalable; inicialmente para el proceso productivo, pero persigue integrar otros procesos de la organización, en la medida que genere los resultados esperados. Los proyectos de soluciones BI son integradores, transversales y requiere de un decidido apoyo de la alta dirección para poder conseguir el objetivo que se plantea, y de una clara orientación al negocio.

Los beneficios identificados potenciales para la organización por el desarrollo de la propuesta de BI para gestionar el proceso productivo se proyectan:

- Conocimiento integral del proceso productivo de las palas
- Mejorar la eficiencia del proceso productivo, producto de los factores críticos detectados y las variables que lo definen y los planes de acción derivados.
- Facilidad para cruzar diferentes variables o dimensiones del negocio: las variables que definen el proceso productivo (las cuales en la actualidad no es posible) lo cual permitirá ver otras dimensiones del negocio.

- Reducción de errores en la calidad de los datos, para producir información de calidad que aporte al proceso en estudio.
- Disminución de toma de decisiones intuitiva, toma de decisiones analítica debido a la disponibilidad de información útil y pertinente para optimizar el proceso.

La propuesta tiene el potencial, de acuerdo con las consideraciones realizadas en el estudio de viabilidad financiera de ser atractivo y rentable bajo los supuestos realizados y las limitantes. En una eventual etapa de desarrollo, para alcanzar las bondades esperadas se debe crear un comité de alta gerencia que salvaguarde el desarrollo del proyecto para alcanzar los benéficos esperados.

Una de las limitantes de la propuesta es su naturaleza exploratoria y descriptiva, lo cual hace que lo expuesto se deba validar en etapas posterior en estudios mas detallados, donde se valide la orientación dada en esta etapa. Sin embargo se ajusta a una metodología de investigación, la se espera produzca los resultados esperados, seguramente con ajustes puntuales técnicos y de negocios que se puedan realizar en etapas posteriores.

El proyecto de no ser implementado dejaría la organización pasar la oportunidad de explorar formas de ser más eficientes, de conocer la información de forma pertinente que se genera en los procesos y extraer valor, y que estas generen valor agregado a la organización. Dejaría de dotarse de una herramienta y filosofía que potencializaría sus operaciones. ¿Cuánto estaría dispuesto a invertir por explorar formas de ser más eficiente? Esta es una reflexión que se puede extraer de las herramientas BI a través de la gestión de la información. La propuesta, como muchos de los proyectos BI tiene naturaleza iterativa, por ende se deben ir disminuyendo los niveles de incertidumbres en etapas posteriores.

ANEXOS

ANEXO A. GLOSARIO MINERO DEL PROYECTO.

Conocer a fondo el negocio donde se proyecta la propuesta de inteligencia de negocio es la base de partida del proyecto. Para facilitar la comprensión de algunas conceptos empleados en la organización a continuación se presenta los términos relacionados más empleados:

Acarreo: es la acción de transportar en camiones mineros la roca que cubre el carbón al sitio planificado para su disposición final. Este aspecto es medido en unidad de tiempo de minutos.

Altura de banco: es la altura del área de cargue de las excavadoras utilizadas para la operación medida en metros.

Apron Feeder: sistema de alimentación adaptado en la organización para cargar roca en camiones mineros.

BCM (metros cúbicos bancos): unidad de medida para el volumen de roca.

Botadero: sitio designado de acuerdo con los planes de minería para la disposición final de la roca que es removida y transportada.

Camiones mineros: es un vehículo todoterreno, de volteo, volquete de chasis rígido, específicamente diseñado para ser usado en la explotación minera a gran escala o para trabajos extremadamente pesados en construcción

Carbón: es una roca sedimentaria organógena de color negro, muy rica en carbono y con cantidades variables de otros elementos, principalmente hidrógeno, azufre, oxígeno y nitrógeno, utilizada como combustible fósil

Cargas: unidad utilizada para designar la cantidad veces que es cargado un camión minero.

Ciclo: unidad utilizada para medir el tiempo (minutos) que un camión demora en ir desde la pala al botadero, descargar y regresar al área de cargue de la pala. Esta medida es empleada para la planeación de la secuencia de minería.

Demoras: es la denominación dada al tiempo (medido en minutos) que un camión minero o una pala está disponible, pero no se encuentra cargando (en el caso de las palas) o acarreado roca (en el caso de los camiones). Existen diferentes demoras en la operación como cambio de turno, almuerzo, maniobrando, traslado entre otras.

Dig time: Tiempo que le toma a la pala cargar un camión, medido en Minutos

Disponibilidad: es el tiempo (expresado en porcentaje de una unidad de tiempo) que los equipos se encuentran aptos para realizar la labor para la son diseñados. En el caso de las palas cargar roca, en el caso de los camiones acarrear roca, y en el caso de los equipos de soporte mantener las áreas de cargue y hacer vías.

Dragalina: es una máquina excavadora de grandes dimensiones, empleada para mover grandes cantidades de material, con grandes alcances de excavación (hasta 30 metros)

Estéril: es la capa de roca sedimentaria que cubre el carbón y no contiene nutrientes para la vida vegetal (diferente del suelo)

Excavadoras: Se denomina pala excavadora a una máquina autopropulsada, sobre orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° (en un sentido y en otro, y de forma ininterrumpida) que excava terrenos, o carga, eleva, gira y descarga materiales por la acción de la cuchara, fijada a un conjunto formado por pluma y brazo o balancín, sin que la estructura portante o chasis se desplace.

Forecast: Volumen de material a mover por las palas de acuerdo con el plan de minería, medido en BCM.

% Forecast: Porcentaje de cumplimiento del Forecast, medido en %

Idle Sh: Tiempo promedio de espera por camión de la pala para ser cargado, medido en Minutos.

Idle Tks: Tiempo promedio de espera del camión por ser cargado por las palas, medido en Minutos.

Inspecciones de área: actividad que es realizada por el departamento de producción palas, cuyo objetivo es verificar los estándares de área de pala. Esta actividad en la actualidad se registra, pero no se procesa.

Palas: en el contexto del presente proyecto sinónimo de excavadora, simplemente es un término más empleado dentro de la organización.

Payload: Cantidad de toneladas que lleva una carga de un camión minero.

Plan de Minería: documento realizado por el departamento de ingeniería de planeación de periodicidad semanal, mensual, anual y a cinco años dependiendo su uso. Este contiene las consideraciones técnicas y realiza las proyecciones de las actividades y áreas de trabajo de las palas para obtener una producción de carbón.

Producción: es el resultado en un periodo de tiempo dado del volumen de roca removido y transportado al botadero, para el caso de palas y camiones, su unidad de medida es BCM. Para el caso del departamento de carbón corresponde a las toneladas de carbón que fueron minadas en un periodo de tiempo dado.

Productividad: en el caso de las palas de estéril, es la cantidad de roca que es removida en una hora, su unidad de medida es BCM/Hr. Para el caso de las palas de carbón son las toneladas de carbón cargadas en una hora, su unidad es Ton/Hr.

Tiempo de cargue: es el tiempo, medido en minutos, que una pala le toma llenar o cargar un camión minero. Este ítem es empleado en la planeación de las operaciones.

Tiempo de acarreo: es el tiempo, medio en minutos, que un camión minero le toma realizar un recorrido. Puede ser medido el tiempo de ida hasta el botadero y el tiempo de regreso del botadero al área de pala. En su conjunto nos da el ciclo.

Target: Productividad esperada de las palas, medida en m^3/hr

Tractor (Bulldozer): es un tipo de topadora que se utiliza principalmente para el movimiento de tierras, de excavación. Aunque la cuchilla permite un movimiento vertical de elevación, con esta máquina no es posible cargar materiales sobre camiones o tolvas ni conducción en línea recta, por lo que el movimiento de tierras lo realiza por arrastre. En las operaciones existen sobre llantas y sobre orugas.

Uso de disponibilidad: es el tiempo que realmente el equipo es empleado para realizar la labor para la cual fue diseñado, es decir excluye los tiempos en demoras.



ANEXO B. EJEMPLO DE REPORTE DE PRODUCCIÓN.

A continuación se presenta un ejemplo típico con la información de un turno de 12 horas de la información. Este y otra información relacionado son generados a diario en las operaciones. Se recomienda ampliar o consultar la hoja de Excel anexa.

Tabla 25
Ejemplo Reporte de producción

Model	Equipo	Down			Operativo	Delays							Weather	Availability	Using Availability	BCMS	Productividad
		Mecanico	Elctrico	Total		C. Shift	Esp. Vol	Lunch	Maneuver	Move	Otros	Total					
H 495 E	6188	0,00	0,00	0,00	7,11	0,11	0,41	0,50	0,00	0,82	0,00	1,84	3,05	100,0%	59,3%	8.109	1.140,51
PC 8000	6231	0,00	0,00	0,00	10,12	0,29	0,00	0,74	0,85	0,00	0,00	1,88	0,00	100,0%	84,3%	16.172	1.598,02
PC 8001	6233	0,00	0,00	0,00	8,97	0,14	0,00	0,57	0,82	0,00	0,00	1,53	1,50	100,0%	74,8%	19.957	2.224,86
PC 8002	6235	0,21	0,00	0,21	10,84	0,28	0,00	0,00	0,50	0,00	0,18	0,96	0,00	98,3%	90,3%	18.391	1.696,59
PC 8003	6237	12,00	0,00	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0%	0,0%	0	
PC 8004	6245	0,26	0,00	0,26	10,56	0,31	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	1,18	0,00	97,8%	88,0%	17.708	1.676,89
PC 8005	6249	1,27	0,00	1,27	7,64	0,12	0,36	0,50	0,82	0,00	0,00	1,80	1,28	89,4%	63,8%	18.416	2.410,47
EX 3600	6262	0,00	0,00	0,00	8,91	0,09	0,26	0,50	0,15	0,32	0,28	1,60	1,48	100,0%	74,3%	8.026	900,79
Dragalina	6457	0,32	0,00	0,32	7,68	0,10	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,95	3,04	97,3%	64,1%	24.396	3.176,56
Total		14,06	0,00	14,06	71,83	1,44	1,03	3,66	4,01	1,14	0,46	11,74	10,35			131.175	1.826,19

Fuente: Sistema Dispatch, Drummond Co.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Minería . (Agosto de 2003). *Agencia Nacional de Minería* . Obtenido de <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/glosariominero.pdf>
- Conesa Caralt, J., & Cuarto Diaz, J. (2010). *Introducción al Business Intelligence*. Barcelona: Editorial UOC.
- Departamento de ingeniería. (2018). *Proyecciones de explotación complejo carbonífero La Loma 2019*. Drummond LTD.
- Escobar Villagra, J., & Gaete Carrasco, J. (2015). *Desarrollo de una solución de inteligencia de negocios para procesos mineros*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica de Valparaíso: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-4500/UCD4959_01.pdf
- Gonzalez Farran, X., Rodriguez, J. R., & Guitart, I. (2015). *¿ Como Planificar un proyecto de Inteligencia de Negocios?* Barcelona: Editorial UOC.
- Jara Muñoz, C. E. (2015). *Implementación de tableros de control SAP BO para los indicadores de operación de la división minería y energía de la empresa Ransa Comercial S.A.* Obtenido de http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2585/1/2015_Jara_Implementacion-de-tableros-de-control.pdf
- Jose Roldan Salguero, G. C. (2012). Los sistemas de inteligencia de negocio como soporte a los procesos de toma de decisiones en la organizaciones. *Universidad de Sevilla*, 20.
- Joyanes Aguilar, L. (2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos. Una visión global de Business Intelligence & Analytics*. Bogotá: Alfaomega.

- Lara Muñoz, E. M. (2015). *Fundamentos de Investigacion: Un Enfoque por Competencias*. Mexico: Alfaomega.
- Lopez Guevara, R., Carhuaricra Inocente, M. E., & Gonzalez Caporal, J. I. (2017). *Implementacion de Business Intelligence para mejorar la eficiencia de la toma de decisiones en la gestion de proyectos*. Lima, Peru.
- Murcia Murcia, J. D., Diaz Piraquive, F., Medellin Duarte, V., Oñate Bello, G. A., Rodriguea Murcia, S., Rojas Neira, R., & Rodriguez Lopez, G. (2019). *Proyectos Formulación y Criterios de Evaluación*. Bogota: Alfaomega.
- Pablo, L. (2017). *Director de Proyectos Como Aprobar el examen PMP sin morir en el intento*. Buenos Aires: Pablo Lledo.
- Project Management Institute, I. (2017). *Guia de los Fundamentos para la Direccion de Proyectos (Guia del PMBOK) 6ta ed.* Pennsylvania, EEUU.: Project Management Institute, Inc.
- Render, H. y. (2009). *Principios de administracion de operaciones* .
- Rodriguez, J. R. (2012). *Mecanismo de soporte a la gestion de proyectos de inteligencia de negocios*. España: Universitat Oberta de Catalunya.
- Rodriguez, J. R., & Jové, P. M. (2012). *Mecanismo de soporte a la gestion de proyectos de inteligencia de negocios*. España: Universitat Oberta de Catalunya.
- Salcedo Huarcaya, M. A., Minaya Angoma, J., & Del Aguila Palacios, E. (2017). *Implementacion de Data Mart para incrementar la productividad en una empresa minera*. Lima, Peru.
- Vasquez Monje, D. E. (2016). *Herramienta de inteligencia de negocio en mineria. Investigacion, analisis y estrategia para caso de aplicacion en Codelco Division Andina*. Obtenido de Universidad de Chile:
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140984/Herramienta-de-inteligencia->

de-negocio-en-mineria-Investigacion-analisis-y-estrategia-para-caso-de-aplicacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zegarra Fuentes, G. (2015). *Solucion de inteligencia de negocios orientada a mejorar la toma de decisiones en las operaciones mineras y metalurgicas de HOCHSCHILD Mining*.
Obtenido de Escuela profesional de ingeniería de computación y sistemas:
http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1827/1/zegarra_fgf.pdf

