

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE ENTREGA DE OBRAS
APLICADO EN EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE CARBONES DEL
CERREJÓN**

SAYDA HERLIDY ARIAS RIVERA

SERGIO ALEXANDER PINTO RAMÍREZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2013

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE ENTREGA DE OBRAS
APLICADO EN EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE CARBONES DEL
CERREJÓN**

SAYDA HERLIDY ARIAS RIVERA

SERGIO ALEXANDER PINTO RAMÍREZ

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Industrial**

Director

JUAN MANUEL DURÁN MARIN

Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS

ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES

BUCARAMANGA

2013

Dedicado a dos elementos fundamentales en mi vida;
Señor Dios todo poderoso te dedico lo que tú me regalaste, a mis padres y
hermanos que siempre me recibieron semestre tras semestre con una sonrisa y
me respaldaron en los momentos más difíciles de mi carrera. Por otro lado y
aunque sé que estas líneas no alcanzan para enunciar a todas las personas que
de alguna u otra forma contribuyeron a hacer realidad este sueño,
acompañándome y alentándome en el camino hacia el grado profesional,
también dedico este triunfo y los recuerdo a cada uno de ellos, amigos,
profesores, compañeros de estudio, de trabajo, del fútbol y de la vida.
Sergio.

A Dios mi mayor fortaleza.

A mis padres la inspiración para seguir siempre adelante.

A toda mi familia por ser parte de este sueño.

A mis amigos por compartir tantos momentos especiales y hacer parte de mis
mejores recuerdos.

A mi mejor compañero por estar conmigo cuando más lo necesité.

Sayda.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Carbones del Cerrejón, por permitirnos desarrollar este proyecto, y a todos los miembros de esta compañía por sus aportes y tiempo dedicado en las asesorías requeridas.

Al Ingeniero Edinson Cortés, Tutor del Proyecto, por su experiencia y orientación en cada paso, fundamental para el cumplimiento de los objetivos.

Al Ingeniero Juan Manuel Durán, Director del Proyecto, por el apoyo y tiempo dedicado a este trabajo.

A la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales por la formación profesional y humana brindada.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	19
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	19
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
1.2.1. Mina.	26
1.2.2. Ferrocarril.....	29
1.2.3. Puerto Bolívar	31
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	33
1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	43
1.4.1. Objetivo General	43
1.4.2. Objetivos Específicos	43
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO.....	43
2. MARCO DE REFERENCIA	44
2.1. REFERENTES TEÓRICOS	44
2.1.1. Definición de Términos.....	44
2.1.2. Investigación en el PMBok - Gestión de los Riesgos del Proyecto	47
2.1.3. Renovación del Proyecto Plan Maestro de Comisionamiento	55
2.1.4. Comisionamiento.....	56
2.2. METODOLOGÍA	59
2.2.1. Identificación del problema.....	60
2.2.2. Conformación del marco teórico	61

2.2.3.	Confrontación de los modelos teóricos con el Proyecto P40	61
2.2.4.	Identificación de factores de riesgo en los procesos de entrega de obras.....	61
2.2.5.	Definición del contenido del plan de entrega de obras.....	61
2.2.6.	Realización del diseño del plan de entrega de obras.....	62
2.2.7.	Verificación del funcionamiento del diseño planteado.....	62
2.2.8.	Aplicación del diseño del plan de entrega de obras en una obra piloto del Proyecto P40.....	62
2.2.9.	Documentación del proceso.....	62
2.2.10.	Construcción del dossier de comisionamiento de la obra piloto.....	62
2.2.11.	Entrega de resultados esperados a la empresa y universidad.....	63
3.	DISEÑO DE UN PLAN DE ENTREGA DE OBRAS	64
3.1.	INTRODUCCIÓN.....	64
3.2.	OBJETIVO.....	64
3.3.	SISTEMAS DE COMISIONAMIENTO	64
3.3.1.	Introducción.....	64
3.3.2.	Clasificación	66
3.4.	ALCANCE DEL TRABAJO	72
3.4.1.	Procedimientos.....	72
3.4.2.	Principales Actividades de Comisionamiento.....	82
3.4.3.	Lineamientos para la Documentación	88
3.5.	ROLES Y RESPONSABILIDADES DE LOS INTERESADOS EN EL PROYECTO	97
3.6.	ANÁLISIS DE RIESGOS	106
3.6.1.	Riesgos de Bienes o de Negocios.....	108

3.6.2. Riesgos de Seguridad	109
4. APLICACIÓN DEL PLAN DE ENTREGA DE OBRAS.....	110
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA PILOTO	110
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	110
4.3. REVISION DE RESULTADOS	113
4.3.1. Objetivo:.....	113
4.3.2. Sistema	115
4.3.3. Alcance	115
4.3.4. Roles y Responsabilidades	115
4.3.5. Análisis de Riesgos	115
5. DOSSIER DE COMISIONAMIENTO.....	117
6. CONCLUSIONES.....	118
7. RECOMENDACIONES	119
8. BIBLIOGRAFÍA	120
9. ANEXOS	122

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cumplimiento de Objetivos	18
Tabla 2. Consumo global de carbón	22
Tabla 3. Registros de Riesgos del Proceso de Entrega de Obras	38
Tabla 4. Matriz de probabilidad de materialización del riesgo.	50
Tabla 5. Matriz de Severidad	51
Tabla 6. Clasificación de los Sistemas del Proyecto de Expansión.	67
Tabla 7. Productos para Instalaciones eléctricas.....	80
Tabla 8. Pruebas Funcionales	85
Tabla 9. Pruebas Operacionales.....	87

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Proceso Productivo del carbón	24
Figura 2. Departamento de La Guajira, operación de Cerrejón.	26
Figura 3. Ilustración de la infraestructura de Puerto Bolívar, bandas, pilas, cargadores, etc.	32
Figura 4. Pasos para la Gestión Efectiva del Riesgo	48
Figura 5. Plantilla para la Gestión del Riesgo	49
Figura 6. Ubicación del proceso de Comisionamiento.	59
Figura 7. Organigrama del Equipo de Comisionamiento.	97
Figura 8. Trituración y Apilamiento de Carbón.....	111
Figura 9. Plano de la planta de Trituración de Carbón.....	114

TABLA DE ANEXOS

Anexo A. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA EDIFICACIONES.....	122
Anexo B. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA PLANTA DE CARBÓN	125
Anexo C. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA TALLERES Y PATIOS	128
Anexo D. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.....	131
Anexo E. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA NUEVO MUELLE CARBONÍFERO.....	137
Anexo F. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA PLANTA DE CARBÓN	142
Anexo G. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL SOPORTE ELÉCTRICO..	146
Anexo H. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA OBRAS FÉRREAS	148
Anexo I. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA OBRAS CIVILES ...	150
Anexo J. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA.....	152
Anexo K. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA NUEVO MUELLE CARBONÍFERO.....	154
Anexo L. FORMATO PARA CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN.....	158
Anexo M. TEMPLATE GENERAL PARA HOJAS CONTENIDAS DENTRO DEL DOSSIER DE COMISIONAMIENTO	159
Anexo N. FORMATO DE LISTA DE PENDIENTES.....	160
Anexo O. FORMATO PARA EL LISTADO DE EQUIPOS MAYORES.....	161
Anexo P. REGISTRO DE RIESGOS	162
Anexo Q. DOSSIER DE COMISIONAMIENTO.....	166

RESUMEN

TITULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE ENTREGA DE OBRAS APLICADO EN EL PROYECTO DE EXPANSIÓN DE CARBONES DEL CERREJÓN*

AUTORES: SAYDA HERLIDY ARIAS RIVERA Y SERGIO ALEXANDER PINTO RAMÍREZ**

PALABRAS CLAVE: COMISIONAMIENTO DE PROYECTOS, PLAN DE ENTREGA DE OBRAS, DOSSIER.

CONTENIDO:

El presente libro contiene el diseño y desarrollo de un Plan de Entrega de Obras aplicado al Proyecto de Expansión de Cerrejón, partiendo de la identificación de riesgos al momento de la puesta en marcha de proyectos de construcción y/o adquisición de equipos por parte de la compañía; se establece un plan de acción que contenga los controles específicos y minimice los impactos negativos que este proceso de entrega pueda tener en la operación de Cerrejón. Para cada control debe existir un propietario dentro del equipo de proyecto, para ello se definen roles y responsabilidades de las personas involucradas en los procesos de entrega. Posteriormente se define el alcance de trabajo a través de una metodología que indique las actividades y en qué orden se van a realizar en esta etapa del proyecto. El propósito principal de realizar este Plan de Entrega es que cada una de las obras construidas y los equipos comprados por el proyecto de expansión se les haga una serie de verificaciones que garantice que son seguros y están listos para su puesta en marcha y que el proceso se haga de manera oportuna, evitando retrasos y sobre costos para la compañía. Para darle aplicabilidad al proyecto de grado se define una obra contemplada en el alcance del Proyecto de Expansión de Cerrejón, en la cual se aplica la metodología establecida y se obtienen unos resultados plasmados en el entregable y compilados en un dossier de comisionamiento.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Director: Juan Manuel Duran Marín

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PROJECT DELIVERY PLAN TO APPLY IN THE CERREJON EXPANSION PROJECT*

WRITERS: SAYDAHERLIDY ARIAS RIVERA, SERGIO ALEXANDER PINTO RAMÍREZ**

KEY WORDS: PROJECT COMMISSIONING, PROJECT DELIVERY PLAN, HAND OVER.

CONTENT:

The present thesis contains the design and development of a Project Delivery Plan applied to the Expansion Project at Cerrejon. Based on the identification of risks at the start upstage of construction projects and/or procurement of equipment by the company; establishing an action plan that contains specific controls and that minimizes the negative impacts that this delivery process may have in the Cerrejon's operation. For each control, there must be an owner within the project team, and are defined roles and responsibilities of stakeholders in the delivery process. Subsequently the scope of work is defined through a methodology that indicates a logic sequence of activities to be done in this stage of the project. The main purpose of this Project Delivery Plan is that each of the built works and equipment purchased by the Expansion Project, have s check list to ensure that they are safe, ready to start up, and that the process is done opportunely, avoiding delays and increase in costs for the company. To provide applicability to the thesis, is chosen a construction project within the scope of the Expansion Project of Cerrejón, which applies the established methodology and are obtained results compiled in a commissioning dossier.

* Grade Work

** Physicomechanical Engineering Faculty. Industrial Engineering. Director: Juan Manuel Durán Marín.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se desarrolla en la empresa Carbones del Cerrejón Limited, ubicada en el departamento de la Guajira, y la cual se encarga de la extracción y exportación de carbón térmico utilizado en la industria energética mundial. Actualmente en Cerrejón se lleva a cabo un Proyecto de Expansión el cual pretende ampliar sus niveles extracción y exportación del mineral en un 25%; de 32 millones de toneladas por año a 40 millones de toneladas por año.

El proyecto de expansión en Cerrejón con un alcance determinado por la construcción de distintos proyectos de infraestructura y la compra de equipos mineros, férreos y de soporte, se encuentra en fase de ejecución.

El propósito principal de la tesis es el diseño de un Plan de Entrega de Obras, que minimice y/o elimine por completo los impactos negativos que puedan presentarse al momento de su puesta en marcha, ya sea durante las pruebas de verificación o durante su operación. Este trabajo se desarrolla desde el interior del equipo del Proyecto de Expansión, pero con miras a minimizar los impactos negativos tanto para el Director del Proyecto de Expansión de Cerrejón como para la operación de la compañía (el cliente), la cual, a su vez, está compuesta por diversos clientes, es decir, cada uno de los Superintendentes o Jefes de Área a los cuales se les entregará uno o más sistemas contemplados en el alcance del Proyecto de Expansión de Cerrejón.

El punto de partida y comprobación de la hipótesis planteada, es la identificación de los riesgos del proceso que debe llevar a cabo el Proyecto de Expansión de Cerrejón para la puesta en marcha de sus sistemas (obras de construcción y compra de equipos), y si realmente dichos riesgos en caso de materializarse

pueden tener impacto negativo para las partes involucradas. Luego de la identificación y análisis de riesgos mediante metodología aportada por el *Project Management Institute*, se plantea el plan de acción que contiene cada uno de los controles establecidos y los responsables de su ejecución; de esta manera se establecen las medidas de control necesarias para el proceso de entrega de obras y las cuales componen el Plan de Entrega de Obras.

Para la aplicación de este plan, se escoge un sistema contemplado en el alcance del proyecto de expansión de Cerrejón y siguiendo los lineamientos establecidos en el Plan de Entrega de Obras diseñado, se realiza el proceso y entrega al cliente respectivo dentro de la operación de Cerrejón, de la información definida cómo entregable.

TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

La Tabla 1. relaciona los objetivos del presente proyecto con el respectivo capítulo en que se da cumplimiento a los mismos.

Tabla 1. Cumplimiento de Objetivos

CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS DEL PROYECTO	
<p>OBJETIVO GENERAL: Diseñar un plan de entrega de obras que minimice los impactos negativos que puedan presentarse en la puesta en marcha y operación normal de las obras del proyecto de Expansión de Cerrejón.</p>	
OBJETIVO ESPECÍFICO	CUMPLIMIENTO
Realizar el análisis de riesgos al proceso de entrega de obras del proyecto de Expansión.	CAPÍTULO 1. (1.3.)
Determinar medidas de control para los riesgos que pueden presentarse en la entrega de un proyecto.	CAPÍTULO 1. (1.3.) y 3 (3.6)
Determinar los roles y responsabilidades de los interesados en el proyecto de Expansión.	CAPÍTULO 3. (3.5.)
Establecer el modelo de plan de comisionamiento para el proyecto de Expansión.	CAPÍTULO 3.
Aplicar el modelo de plan de comisionamiento en una obra piloto dentro del Proyecto de Expansión de Cerrejón.	CAPÍTULO 4.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Carbones del Cerrejón Limited es una empresa privada del sector primario compuesta por un grupo de tres multinacionales, BHP Billinton, Anglo American y Xstrata, empresas de tradición minera australiana, británica y sudafricana respectivamente. Cerrejón se encarga de la extracción y exportación de carbón térmico, ubicada en el departamento de La Guajira, en el valle del río Ranchería. Actualmente alcanza una producción de 32 mtpa¹, explotación que se produce a cielo abierto, siendo esta la mina a cielo abierto más grande del mundo, con aproximadamente 68 mil hectáreas en tajos. Es el exportador privado más grande y uno de los más importantes de Colombia ya que emplea cerca de 12 mil personas de las cuales más del 99% son colombianas (50% empleos directos y el otro 50% contratistas).

Cuenta con una vía férrea de 150 Km de longitud y un terminal marítimo de embarque, Puerto Bolívar, ubicado en Bahía Portete en la Alta Guajira, es el terminal carbonífero más grande de América Latina y uno de los más grandes en el mundo, cuenta con un sistema de cargue directo y recibe barcos para el cargue con capacidades entre 25.000 toneladas y 180.000 toneladas, y la exportación del carbón con una rata anual promedio de cargue de 6.300 ton/hora, con picos hasta de 11.000 ton/hora. Puerto Bolívar es considerado uno de los puertos marítimos de carbón más grandes de Suramérica con tecnología limpia.

La extracción de carbón se desarrolla bajo altos estándares de seguridad y de calidad para entregar al mercado internacional un excelente producto, generando un menor impacto sobre las personas y el medio ambiente.

¹ Mtpa: Millones de toneladas por año.

Cerrejón cuenta con una operación integrada de sus procesos productivos (mina-ferrocarril-puerto), lo que hace más eficiente el desarrollo de su operación.

La mayoría del carbón extraído por Cerrejón se utiliza en la generación de energía eléctrica, la industria y en la calefacción doméstica y es comercializado por Coal Marketing Company, compañía asociada de los accionistas que cuenta con oficinas en Dublín, Irlanda y Atlanta, Estados Unidos.²

Entre sus políticas, Cerrejón contempla que la minería, el transporte, el embarque y todas las actividades desarrolladas en cualquiera de los lugares donde opera, se desarrollen en armonía con el medio ambiente y la sociedad, que se proteja la seguridad y salud de los trabajadores y se contribuya con el desarrollo, el bienestar y la cultura de las comunidades en su área de influencia, además de trabajar para implementar las mejores prácticas en la minería en temas de Seguridad, Salud, Medio Ambiente y Comunidades.

Desde el comienzo de la operación minera de carbón a mediados de la década de los 80, Cerrejón ha estado comprometido con la sostenibilidad, reflejado en la formulación de un modelo de identidad y cultura corporativa conocida como El Estilo Cerrejón, en el que se plantean objetivos en busca del beneficio de las comunidades, el cumplimiento de estándares internacionales, la transparencia en los procesos, el incremento de la confianza de los grupos de interés, la innovación, el autocontrol y la autonomía de sus empleados, actualmente la compañía cuenta con cuatro fundaciones que trabajan directamente con las comunidades y habitantes de La Guajira, Fundación Progreso, Fundación Agua-Guajira, Fundación Guajira Indígena y Fundación Fortalecimiento Institucional.

Ésta compañía está comprometida con la prevención, mitigación y compensación de los efectos causados por la minería, por lo que ha desarrollado programas

² Cerrejón. "Operación Integrada", [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/operacion-integrada.aspx>

basados en los requerimientos del Sistema de Integridad Operacional, certificados bajo la norma ISO 14001:2004 y dirigidos a promover mejores prácticas ambientales en la industria minera del país. Los principales programas son:

- ✓ Control de calidad y manejo del agua: son medidas de control orientadas a la prevención de los efectos de la operación sobre los cuerpos de agua, aplicadas en La Mina, en Puerto Bolívar y en el área de influencia de las operaciones.
- ✓ Control de calidad del aire: teniendo en cuenta que las operaciones mineras a cielo abierto generan material particulado (polvo), que constituye un riesgo para las comunidades vecinas y para el ambiente, se ha desarrollado un sistema de gestión de la calidad del aire con el que se evalúan las condiciones actuales, se planea la prevención y mitigación y se hace seguimiento y monitoreo a la eficiencia de las mismas.
- ✓ Manejo de residuos sólidos: Cerrejón ha establecido un plan de integral de manejos de residuos orientado a la protección de la salud pública, que incluye la separación y clasificación de los residuos, la recuperación y comercialización de material reciclable y la disposición final de residuos ordinarios y peligrosos.
- ✓ Rehabilitación y gestión de tierras: con este programa se han rehabilitado más de 3.000 hectáreas, la preservación más de 36 millones de metros cúbicos de suelo y la reintroducción de más de un millón de árboles de 40 especies nativas.
- ✓ Control de la biodiversidad: previo a las operaciones de deforestación para el avance minero se localiza e identifican los animales para reubicación en áreas no intervenidas o rehabilitadas, que sean aptas para su desarrollo.

La proyección de la compañía incluye proyectos de expansión teniendo en cuenta que desde el año 2000, el consumo de carbón ha crecido notablemente,³ como lo demuestra la información recopilada por World Coal Association, que se muestran en la Tabla 2.

³ Cerrejón. “Tendencias de Producción”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/mas-sobre-el-carbon/tendencias-de-produccion.aspx>

El proceso de producción de la compañía ha venido aumentando gradualmente en un 37,2% desde el año 2003 hasta el año 2010,⁴ con el objetivo de cumplir con las demandas de carbón tradicionalmente en Europa y en América del Norte, pero ahora también en Suramérica y Asia que representa el mayor mercado para el carbón, pues representa más del 65% del consumo mundial de este combustible.⁵

Tabla 2. Consumo global de carbón

AÑO	CONSUMO GLOBAL DE CARBÓN
1990	3471 Mt
2008	5661 Mt
2009	5924 Mt ⁶

Fuente. Cerrejón. “Tendencias de Producción”⁷

La compañía planea seguir aumentando su volumen de producción y se espera que durante el 2013 y el 2014 se produzcan 35 Millones de Toneladas cada año, y para el 2015 el plan contempla la extracción de 40 millones de toneladas de carbón, lo que requiere un aumento de la capacidad de la compañía y un conjunto de obras que permitirán cumplir con dicho objetivo, conocido como Proyecto de Expansión.

⁴ Cerrejón. “Indicadores”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/operacion-integrada/indicadores.aspx>

⁵ Cerrejón. “Tendencias de producción”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/mas-sobre-el-carbon/tendencias-de-produccion.aspx>

⁶ Mt: millones de Toneladas

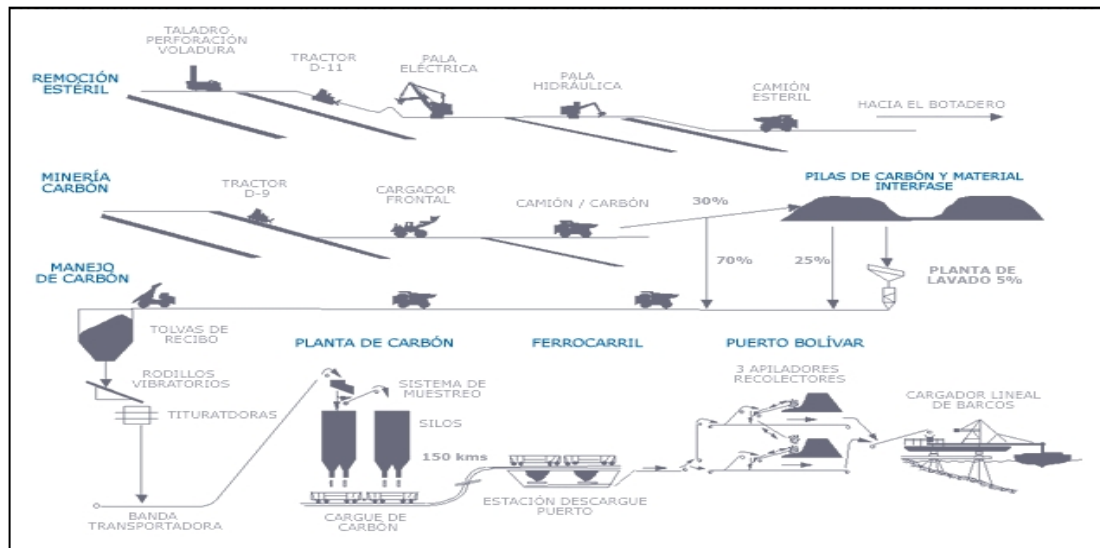
⁷ Cerrejón. “Tendencias de Producción”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/mas-sobre-el-carbon/tendencias-de-produccion.aspx>

La operación de Cerrejón se desarrolla de manera resumida en las siguientes etapas:

- 1. Rescate y relocalización de fauna:** se hace un inventario de los ejemplares de fauna más vulnerables presentes en las áreas a intervenir, se les rescata y relocaliza en áreas evaluadas y aprobadas como sitios de recepción.
- 2. Deforestación y remoción del suelo:** se extrae la madera aprovechable y se derriba la vegetación arbórea remanente, se remueve y preserva en bancos de acopio las capas o materiales de suelo aptos para posterior rehabilitación de las tierras intervenidas.
- 3. Perforación y voladura:** los taladros perforan los pozos que se serán cargados con agente de voladura para luego realizar la fragmentación del material estéril.
- 4. Cargue de material estéril:** palas hidráulicas y eléctricas cargan el material estéril en camiones de 320 o 240 toneladas hasta dejar expuesto los mantos de carbón.
- 5. Transporte y disposición de material estéril:** transporte en camiones de 320 o 240 toneladas a los botaderos para su disposición final.
- 6. Remoción, cargue y transporte de carbón:** cargadores frontales y palas hidráulicas entran a cargar el carbón, el cual es transportado en camiones de 190 toneladas hacia el área de pilas o hacia las trituradoras.
- 7. Trituración y/o apilamiento de carbón:** la planta de trituración recibe el carbón, lo tritura y por medio de una banda transportadora lo lleva hacia la parte superior de los silos para cargarlo al ferrocarril.
- 8. Cargue del tren:** el carbón es cargado directamente en el ferrocarril con ayuda de los silos, así el tren emprende su recorrido de 150 Km hacia Puerto Bolívar.

9. **Estación de descarga en Puerto Bolívar:** en la estación de descarga, el ferrocarril deposita el carbón y las bandas transportadoras lo llevan hasta los tres apiladores recolectores.
 10. **Apiladores y reclamadores:** estos apiladores depositan el carbón en las pilas de almacenamiento para luego recuperarlo y enviarlo hacia el cargador lineal de los barcos.
 11. **Embarque del carbón:** el cargador lineal de los barcos deposita el carbón en las bodegas de los buques carboneros que zarpan hacia diversos países del mundo.
 12. **Rehabilitación de tierras:** sobre la superficie de los botaderos de estéril o áreas de retrolenado liberados por la minería, se conforma y estabiliza un nuevo suelo, con el objeto de construir en unos pocos años, bosques similares a los existentes en el vecindario de la mina.
- La secuencia de estas etapas se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Proceso Productivo del carbón



Fuente. Cerrejón. "Calidad del Producto".⁸

⁸ Cerrejón. "Calidad del Producto", [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa/calidad-del-producto.aspx>

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La compañía Carbones del Cerrejón Limited está llevando a cabo la implementación de un Proyecto de Expansión de su producción en 8 millones de toneladas de carbón al año, llamado Proyecto de Expansión P40, el cual consiste en aumentar la extracción/exportación de la compañía en un 25%; pasar de una capacidad de 32 mtpa actuales a 40 mtpa en 2015.

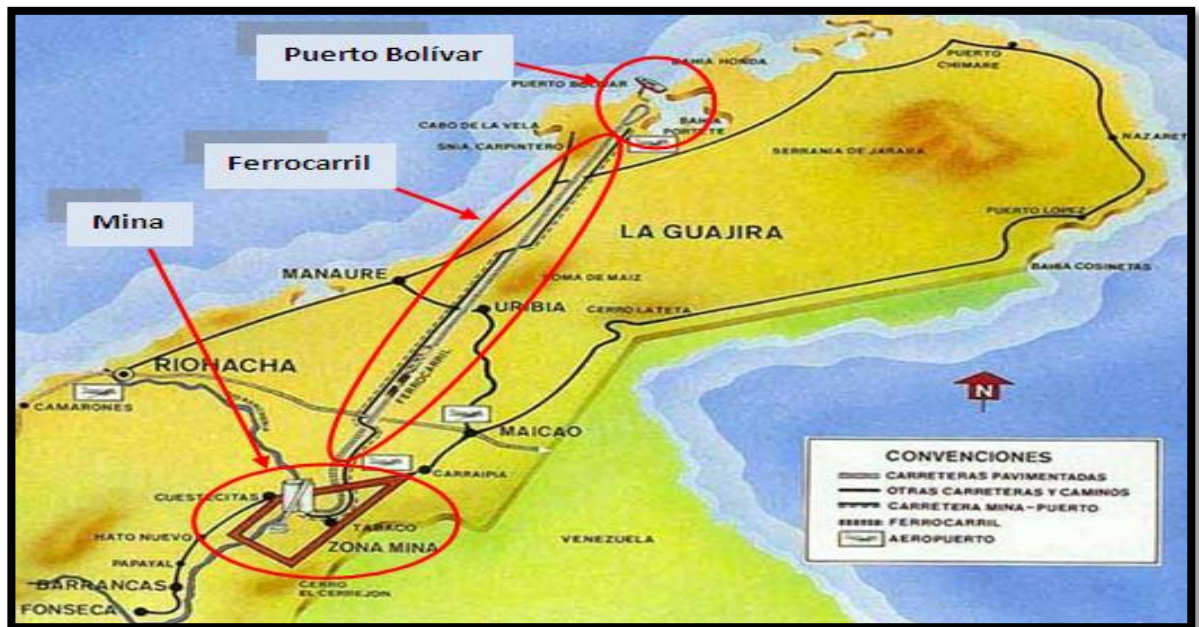
Actualmente el Proyecto de Expansión de Cerrejón está ejecutando varias obras y durante el año en curso se inició el proceso gradual de entrega e incorporación a la operación normal del negocio. El problema identificado es la carencia de un plan que contenga una metodología clara e indique de manera lógica los pasos y/o procedimientos a seguir para que la puesta en marcha y entregas de estas obras y equipos a la operación se haga de manera oportuna y con el menor impacto posible a la misma.

La necesidad de diseñar un plan también ha sido identificada por firmas accionistas que realizan auditorías a la compañía, justificando que por la ausencia de dicho plan se presentaron inconvenientes (explicados en el numeral 1.3.), en la primera entrega de obra del proyecto de expansión, con base en ello argumentan que todo proyecto debe tener un proceso planeado, establecido y ejecutado desde la finalización de la construcción hasta su puesta en operación, con entregables claros y formatos de entrega, que certifiquen la transferencia de responsabilidades del director del proyecto al cliente. Adicionalmente el plan debe contener los procedimientos para la verificación de cada proyecto construido o equipo comprado, evitando que estos sean puestos en operación de manera errónea causando posteriormente sobrecostos y/o retrasos para el cliente.

A continuación se realiza una introducción al Proyecto de Expansión de Cerrejón, con el fin de contextualizar al lector en las diferentes obras que se encuentran en ejecución las cuales se distribuyen a lo largo de todas las áreas de la compañía;

se dividirá el ejercicio en 3 partes: Mina, Ferrocarril, Puerto Bolívar. La Figura 2. muestra estas partes.

Figura 2. Departamento de La Guajira, operación de Cerrejón.



Fuente. Cerrejón⁹

1.2.1. Mina.

En la Mina se llevan a cabo la mayoría de los procesos contemplados en el mapa de procesos de Cerrejón “Proceso productivo del carbón”,¹⁰ como lo son:

- ✓ Rescate y relocalización de la fauna
- ✓ Deforestación y remoción de suelo
- ✓ Perforación y Voladura
- ✓ Cargue de material Estéril

⁹ Cerrejón. “Proyecto Cerrejón Corpoeducación”, [en línea]. Mayo 2008. [Enero 2013]. Disponible en: <http://corpocerrejon.wordpress.com/>

¹⁰ Cerrejón. “Operación Integrada”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa/operacion-integrada.aspx>

- ✓ Transporte y disposición de material estéril
- ✓ Remoción, cargue y transporte de Carbón
- ✓ Trituración y/o apilamiento de carbón
- ✓ Cargue del tren
- ✓ Rehabilitación de tierras

En todos estos procesos se tienen diferentes impactos, el proyecto de expansión busca equilibrar la cadena de producción, eliminando cuellos de botella y aumentando la capacidad de cada uno de los procesos si se requiere, es por esto que las obras y compra de equipos se han concentrado en procesos específicos donde se han encontrado las restricciones. Para la primera parte de la Operación (La Mina), el Proyecto de Expansión P40, ha incluido dentro de su alcance a nivel general la compra de nuevo equipo minero y de soporte, la construcción de talleres para su ensamble, reconstrucción, lavado y mantenimiento en general y el aumento en la capacidad de trituración de carbón y transporte a los Silos y por último adecuación de oficinas y viviendas para nuevo personal. Estas referencias se traducen a través de las siguientes obras y tiene relación con cada uno de los siguientes procesos:

Proceso: Deforestación y remoción de suelo

Obras: Compra de equipo auxiliar y de Soporte:

- ✓ Cargadores
- ✓ Tractores de oruga y llantas
- ✓ Traíllas

Proceso: Perforación y Voladura

Obras: Compra de equipo auxiliar y de Soporte:

- ✓ Taladros para perforación y posterior voladura del área

Proceso: Cargue de material estéril

Obras: Compra de nuevo equipo minero (Equipo de Carga):

- ✓ Palas Eléctricas, Frontales y Retroexcavadoras

Proceso: Transporte y disposición de material estéril

Obras: Compra de nuevo equipo minero (Equipo de transporte):

- ✓ Camiones con capacidad de 240 y 320 toneladas

Proceso: Remoción, cargue y transporte de Carbón

Obras: Compra de nuevo equipo minero (Equipo de cargue y transporte):

- ✓ Cargadores de Carbón
- ✓ Camiones con capacidad de 190 toneladas

Uno de los procesos importantes en las empresas lo constituye el mantenimiento de sus instalaciones y equipos. Esta es un área de investigación en la cual distintas compañías a nivel mundial han venido invirtiendo, con el fin de minimizar sus costos por daño y/o parada de sus equipos de Operación; así mismo el Proyecto de Expansión P40 contempla en su alcance la actualización de sus talleres para el desarrollo de los distintos mantenimientos ya sean preventivos o correctivos que se le hace a toda la flota tanto minera como férrea.

Obras:

- ✓ Adecuación Área de Ensamble de Equipo Minero
- ✓ Adecuación de Bahías para mantenimiento de equipo minero
- ✓ Nuevo Taller de Soldadura
- ✓ Ampliación del taller de llantas
- ✓ Nueva bodega para el almacenamiento de repuestos
- ✓ Ampliación al Lavadero de camiones
- ✓ Expansión del Taller para Mantenimiento de Equipo Férreo

Proceso: Trituración y/o apilamiento de carbón

Descripción breve: Aumento en la capacidad de trituración y flujo de carbón hacia los Silos

Obras:

- ✓ Cambio de una de las 4 Trituradoras
- ✓ Cambio de motores de una de las bandas que llega a los Silos (BC 201)
- ✓ Cambio del Muestreador de Carbón ubicado en la banda BC 201
- ✓ Cambio de la banda que comunica los 2 Silos

Otras obras en La Mina:

- ✓ Cambiadero para operadores
- ✓ Oficinas para empleados y contratistas
- ✓ Solución de viviendas para empleados en la Mina
- ✓ Adecuación de la Subestación Principal de la Mina

1.2.2. Ferrocarril.

El objetivo básico del área de ferrocarril es transportar el carbón desde La Mina hasta Puerto Bolívar a través de una línea férrea de 150 Km de longitud. Este proceso inicia con el cargue de vagones debajo de los Silos y termina con el descargue de los mismos en la estación de Puerto Bolívar; para ello Cerrejón tiene una capacidad instalada en infraestructura, equipos de transporte y mantenimiento; el Proyecto de Expansión evidenció restricciones en esta área, para lo cual introdujo en su alcance diferentes obras civiles y compra de nuevo equipo férreo.

Las obras de infraestructura en general a realizar por el Proyecto son las siguientes:

- ✓ Ampliación del Loop¹¹ férreo tanto en Mina cómo en Puerto Bolívar.
- ✓ Ampliación en distintas líneas de patio de La Mina.
- ✓ Ampliación de los 4 cambiavías¹² (Itaka, Ishamana, Uribia y Cosinas) ubicados a lo largo de la vía férrea.
- ✓ Nuevo apartaderos de mantenimiento en los kilómetros 64 y 91 de la línea férrea.

Los proyectos de ampliaciones tanto en Loops como en cambiavías se hacen debido a que las conformaciones de los nuevos trenes variaran con respecto a las actuales; hoy Cerrejón opera con trenes de máximo 130 vagones, en un futuro con la adquisición de nuevas locomotoras, y la ampliación de los cambiavías para los trenes que se encuentran en el camino, se planea conformar trenes de hasta 150 vagones, lo que hace que las conformaciones aumenten su longitud en cerca de 250 metros.¹³

En cuanto a equipo férreo se destacan los siguientes, que serán comprados por el Proyecto de Expansión P40:

- ✓ Locomotoras
- ✓ Vagones
- ✓ Plataformas férreas
- ✓ Carros de Balasto
- ✓ Actualización de la Señalización
- ✓ Camionetas férreas

¹¹ Definición Loop: Línea férrea a través de la cual un tren (Locomotoras más vagones) da vuelta a su dirección en 180°. En este caso en particular el loop de La Mina atraviesa por debajo de los Silos, con el fin del cargue del tren y en Puerto Bolívar pasa por la estación de descargue de carbón.

¹² Cambiavía: Punto de encuentro (sobre la vía férrea) de los trenes que se dirigen en direcciones contrarias, la vía se divide en 2 carriles y cada tren pasa por un carril diferente.

¹³ Un vagón mide aproximadamente 13 metros y tiene capacidad para transportar entre 96 y 110 toneladas de carbón

1.2.3. Puerto Bolívar

Desde 1985¹⁴ Cerrejón exporta su carbón al mundo a través del complejo Puerto Bolívar, ubicado en Bahía Portete al norte de La Guajira, acondicionado con un sistema de descargue de trenes, unas redes de bandas transportadoras conectadas a través de estaciones de transferencia, que atraviesan los patios donde se encuentran las pilas de carbón,¹⁵ para posteriormente concluir en el cargador de barcos, el cual puede recibir buques con capacidades entre 25 mil toneladas y 180 mil toneladas, gracias a su dragado de cuatro kilómetros de longitud, 19 metros de profundidad y 225 metros de ancho. Puerto Bolívar también posee un Muelle de Suministros que recibe buques cargados con diesel, llantas, equipos, repuestos, entre otra cantidad de suministros que llegan a Cerrejón día a día. Otras facilidades con las que cuenta el complejo son una Planta Desalinizadora que toma el agua de mar y la purifica para el consumo humano, una subestación eléctrica que abastece la operación, oficinas, una bodega para el almacenamiento de nitrato de amonio utilizado en las voladuras en La Mina, y por último campamentos para el alojamiento temporal de trabajadores (administrativos, operadores y contratistas), comedores y zonas de recreo.

Actualmente Puerto Bolívar tiene una capacidad de cargue a través de su único cargador de barcos de hasta 34 millones de toneladas por año, es decir, para aumentar la exportación se incluyó la construcción de un segundo cargador de barcos, el cual representa una de las mayores obras de ingeniería para el Proyecto de Expansión P40, ya que para la realización de esta obra, deben construirse nuevas bandas transportadoras que alimenten este cargador y lo que esto representa (estaciones de transferencia, vías paralelas, estaciones de

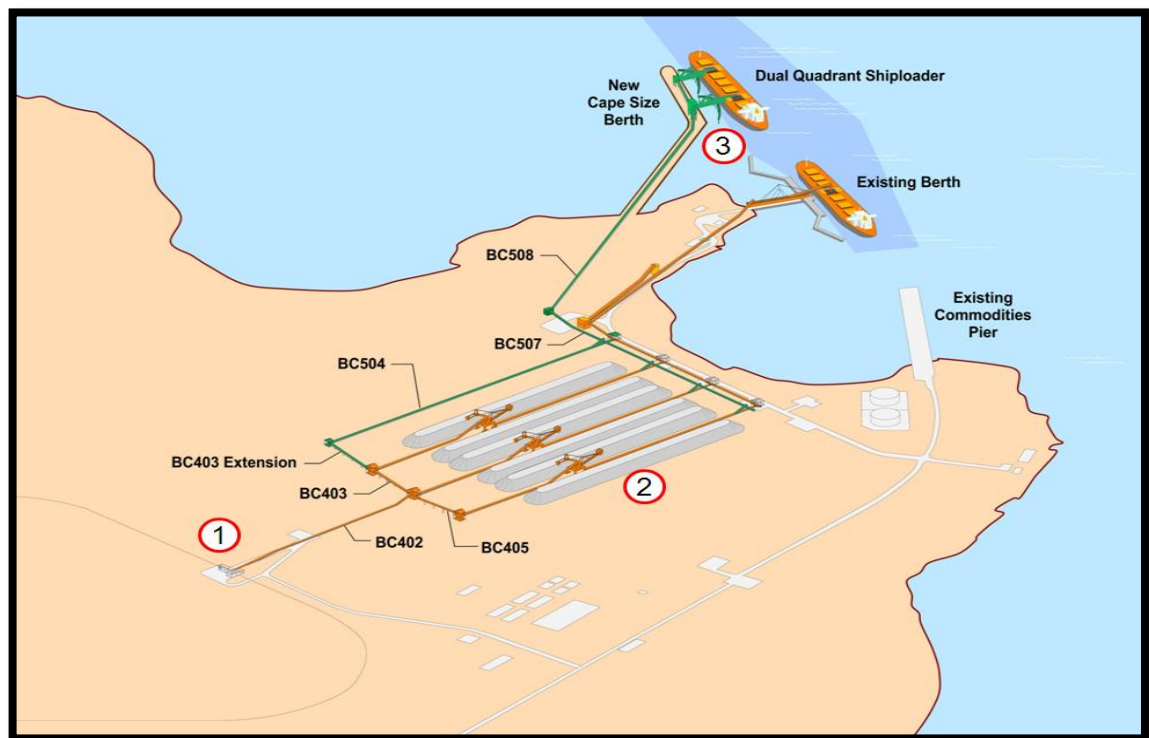
¹⁴ En 1985 se hace el primer embarque de carbón al mundo en el buque "Giovanni" con destino a Dinamarca, Cerrejón en ese entonces Carbocol o Cerrejón Zona Norte - Cerrejón. "Historia", [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa/historia/nuestra-historia-1980-1989.aspx>

¹⁵ En Puerto Bolívar se pueden almacenar hasta 700.000 toneladas de carbón en sus patios.

muestreo de calidad del carbón, subestaciones eléctricas, etc.) y además se debe adecuar la entrada de los buques a través de un canal en el mar.

La Figura 3. da al lector una apreciación gráfica de las obras que realizará el Proyecto de Expansión de Cerrejón, relacionadas directamente con los 3 procesos productivos que se desarrollan en el Puerto.

Figura 3. Ilustración de la infraestructura de Puerto Bolívar, bandas, pilas, cargadores, etc.



Fuente. Cerrejón.

En Puerto Bolívar se llevan a cabo 3 de los 12 procesos contemplados en el mapa de procesos de Cerrejón “Proceso productivo del carbón”, ubicados físicamente en la gráfica y enunciados a continuación:

- ✓ Estación de Descarga en Puerto Bolívar
- ✓ Apiladores / Reclamadores
- ✓ Embarque del Carbón

El primer proceso productivo (Estación de Descargue en Puerto Bolívar) no tendrá modificación ya que no representa restricciones cuando se aumente la descarga de carbón en dicho punto, contrario a lo que sucede con los siguientes 2 procesos de Apilamiento y Reclamo de carbón, y Embarque del Carbón.

El segundo proceso, el apilamiento y reclamo de carbón, lleva implícito el transporte de dicho carbón desde la estación de descargue hasta las pilas y desde estas al cargador de buques; es allí donde el Proyecto de Expansión P40 realizará distintas obras que permitan operar a una capacidad mayor. En la gráfica, las líneas verdes representan las 5 nuevas bandas transportadoras que se construirán, estas permitirán transportar carbón más rápido a los cargadores y con la posibilidad de enviar a cualquiera de los 2 cargadores.

El último proceso productivo (Embarque de Carbón), será el proceso donde se verá el mayor impacto, al doblar su capacidad, es decir, al construir e instalar un nuevo cargador de buques y más las obras anteriores, el Puerto quedará con una capacidad instalada para exportar 60 millones de toneladas al año.

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Partiendo de los hechos ocurridos en la historia de Cerrejón específicamente en la entrega y puesta en marcha de obras, que han causado distintos inconvenientes para la compañía, se evidencia la necesidad de generar un plan de acción que elimine por completo estos impactos negativos a futuro. Para hacer claridad en esto se mencionan dos de los eventos ocurridos que impactaron la operación.

El primero, (pequeño en su momento, pero de gran incomodidad para la alta gerencia), se presentó al inicio de la construcción de una de las obras de

infraestructura en La Mina, se trataba de la construcción de una bodega, para la cual se debía excavar para ubicar las bases y seguir el proceso normal de construcción; el procedimiento en Cerrejón para cualquier tipo de excavación es solicitar en el departamento de Ingeniería y Proyectos un permiso de trabajo; este departamento facilita los planos del terreno donde se va a excavar con el fin que el constructor identifique tuberías, cables, fibra óptica o cualquier otro elemento que pueda afectar en la excavación; el problema que se presentó y que se ha presentado en distintas ocasiones es que los planos que posee ese departamento no se encuentran acorde a la realidad, por ejemplo en este incidente específico, no tenía identificado un cable que conducía electricidad al almacén de materiales y repuestos y el cual fue roto por la retroexcavadora que utilizaba el constructor. La consecuencia del incidente mencionado fue aproximadamente 5 horas sin luz en el almacén de materiales y repuestos.

El segundo caso, una de las lecciones aprendidas y punto de quiebre para dar inicio a este proyecto de grado ocurrió en la puesta en marcha de la primera obra entregada por el Proyecto de Expansión P40, esta tuvo lugar el día 9 de agosto de 2012; la obra, un sistema muestreador de Carbón, que fue montado en 12 días y puesto en marcha de inmediato. La obra se entregó sin la certificación necesaria para este tipo de estaciones de muestreo, (el “bias testing”¹⁶); por desconocimiento del equipo de proyecto, falta de comunicación con la operación, entre otros, esta certificación no se realizó antes de la entrega y tuvo que desarrollarse posteriormente, “sacrificando” el conocimiento sobre la calidad de carbón que estaba pasando por la estación. Por otro lado este tema llamó la atención de los accionistas de Cerrejón y fue cuando a través de diferentes auditorías realizadas al Proyecto manifestaron su inconformidad por no contar con

¹⁶ Bias Testing, es una prueba que se le realiza al equipo muestreador con el fin de certificar que el equipo arroja resultados confiables en cuanto a calidad, porcentaje de azufre y agua en la muestra de carbón.

un DCPM “Definitive Commissioning Plan Management” o plan de entrega de obras como hemos mencionado en este trabajo.

El plan de acción para contrarrestar impactos como los mencionados anteriormente, parte de un análisis e identificación de riesgos a este proceso, elaborado en dos partes:

- ✓ La primera: Con base en la teoría contenida en los artículos sobre Commissioning de Greg Lane y Paul Messenger,
- ✓ La Segunda: Con base en la teoría del PMBok - Gestión de los Riesgos del Proyecto.

En la teoría de Lane y Messenger se identifican diferentes causas sobre el bajo desempeño en entrega de obras como son:

- ✓ Definición del proceso defectuosa resultado de la falta de trabajo de prueba, incorrecto diseño de datos o deficiente diseño del proceso;
- ✓ Incorrecto asesoramiento en el diseño, especificación, selección o proveedor de equipo;
- ✓ Falta de experiencia y experticia en diseño, construcción o comisionamiento;
- ✓ Falta de planeación y cronograma de actividades durante la construcción y comisionamiento;
- ✓ Inadecuados repuestos y consumibles resultado de la falta de planeación;
- ✓ Errores en diseño, construcción o instalación de tubería, cableado y lógica de control;
- ✓ Inapropiada gerencia de comisionamiento (muchos jefes y poca comunicación); y
- ✓ Errores en pruebas, operación y mantenimiento.¹⁷

¹⁷ LANE, Greg. MESSENGER, Paul. Science Direct Data Base. [en línea]. Febrero 2011. [Enero 2013]. Traducción por los autores.

En la teoría del PMBoK se identifican diferentes riesgos, a partir de un análisis DOFA. El ejercicio se realiza con la participación del Jefe de Comisionamiento y del Gerente de Riesgos del proyecto.

Debilidades

- ✓ Ausencia del equipo de comisionamiento por parte del PMT – Cerrejón.
- ✓ Ausencia de una directriz (procedimientos), propia del Proyecto P40 para el proceso de entrega de obras.
- ✓ No se conoce claramente el número de obras o sistemas totales a entregar por parte del Proyecto de Expansión P40.
- ✓ No hay una clasificación de obras o sistemas que permita establecer claramente las pautas para su entrega.
- ✓ No se han identificado claramente las obras o sistemas que pueden llegar a afectar la Operación de Cerrejón al momento de su puesta en marcha.

Oportunidades

- ✓ La alta gerencia respalda la contratación de personal para conformar el equipo de comisionamiento.
- ✓ Solo una obra ha sido entregada a la Operación y las demás serán entregadas en el transcurso de 2013, es decir se requiere elaborar un plan de entrega, a la mayor brevedad para ser aplicado en las obras que esta por entregarse.

Fortalezas

- ✓ Cerrejón cuenta con un gerente de proyecto (SSJV), el cual posee los recursos en personal con experiencia técnica, útil al momento de la entrega de cada obra.

Amenazas

- ✓ Pérdida en cronograma y sobrecostos debido a demoras en los procesos de comisionamiento.

- ✓ Desconocimiento por parte del cliente dentro del grupo de Operaciones, del funcionamiento futuro de la obra o equipo.
- ✓ Pérdida de la información como planos, ubicación de tuberías y redes eléctricas por parte de la compañía.
- ✓ Falla de alguno de los elementos del sistema (motores, cables, PLCs¹⁸, etc.) al momento de la puesta en marcha de la obra.

Como resultado del análisis de riesgos se obtiene un Registro de Riesgos del proceso de entrega de obras, que contiene cada uno de los controles necesarios para evitar la materialización de los riesgos identificados y sus responsables. Este registro se encuentra en la Tabla 3.

¹⁸ *Program Logic Control*

Tabla 3. Registros de Riesgos del Proceso de Entrega de Obras

					Plan de Acción	
					Establecer el Plan de Entrega de Obras	
#	Riesgo	Responsable	Causas	Consecuencias	Controles	Responsable del Control
1	Incidentes de seguridad en la puesta en marcha	Jefe de Seguridad	Imprudencia del personal	Fatalidades, accidentes, lesiones, daños personales, entre otros	Cada integrante del equipo de comisionamiento debe recibir el curso de seguridad básica de Cerrejón, debe conocer y comprender el registro de riesgos contenido en el plan de entrega.	Jefe de Seguridad del Proyecto
			Falta de barreras en fuentes de energía		Verificación de estas barreras previa a la puesta en marcha del sistema, revisión de controles críticos de Cerrejón	Director de Comisionamiento
			Sistema mal construido		Aseguramiento de la calidad desde la ingeniería hasta la puesta en marcha del sistema, revisión de documentación con inspecciones preliminares	Especialistas del equipo de Comisionamiento
			Falta de coordinación de los interesados		Comunicar de manera oportuna las actividades que se van a realizar en el sistema a comisionar, utilizar correo, radios de comunicación, celular, etc. Siempre coordinar con el cliente, pues son los dueños del área	Todo el equipo de Comisionamiento
			Falta de elementos de protección personal de los involucrados		Conocer y utilizar los EPPs adecuados según los procedimientos que se vayan a realizar en cada uno de los sistemas	

					Plan de Acción	
					Establecer el Plan de Entrega de Obras	
#	Riesgo	Responsable	Causas	Consecuencias	Controles	Responsable del Control
2	El sistema no funcione ni opere adecuadamente	Constructor	Elementos mal contruidos o mal instalados	Retraso en el proyecto e incremento de costos	Verificación de las inspecciones previas hechas por el equipo de precomisionamiento a cada uno de los elementos que componen el sistema	Especialistas del equipo de Comisionamiento
			Elementos inadecuados para el sistema		Verificación de certificados de calidad de cada uno de los elementos que componen el sistema	
			Deficiencias en la calidad de los elementos individuales del sistema		Realización de caminatas para cada uno de los sistemas con la ingeniería aprobada en la mano, verificando que todo lo que se pagó haya sido construido. Si se encuentran pendientes deben registrarse y definir planes de trabajo.	Todo el equipo de Comisionamiento
			No se construyan o instalen partes dentro del sistemas		Coordinación con la operación si es el caso para obtener el suministro de energía necesario para las pruebas de comisionamiento	Director de Comisionamiento
			Falta de suministro de energía			

					Plan de Acción	
					Establecer el Plan de Entrega de Obras	
#	Riesgo	Responsable	Causas	Consecuencias	Controles	Responsable del Control
3	Perdidas de equipos en la puesta en marcha	Constructor	Exceso en el suministro de energía	Retraso en el proyecto e incremento de costos	Verificación de las capacidades nominales de cada uno de los elementos del sistema	Especialistas del equipo de Comisionamiento
			Falta de calibración de los diferentes equipos		Verificación de los certificados de los elementos de medición que se utilizaran en las pruebas de comisionamiento	
			Falta de inspecciones previas a los equipos		Verificación de las inspecciones previas hechas por el equipo de precomisionamiento a cada uno de los elementos que componen el sistema	
			Inadecuada instalación de los equipos			
			Equipos inadecuados para el sistema		Estudio de la ingeniería aprobada y de las especificaciones de los equipos instalados con respecto a la operatividad de los mismos dentro de un conjunto de elementos (sistema)	Director de Comisionamiento

					Plan de Acción	
					Establecer el Plan de Entrega de Obras	
#	Riesgo	Responsable	Causas	Consecuencias	Controles	Responsable del Control
4	Daño del sistema al poco tiempo de su operación	Constructor	Sistema mal verificado	Retrabajo por parte del equipo constructor e incremento de costos del proyecto	Consolidación de los procedimientos de pruebas funcionales y operacionales para cada sistema o grupo de sistemas que comparten igual naturaleza u objetivos	Todo el equipo de Comisionamiento
			Desconocimiento de las recomendaciones del fabricante		Recopilación y entrega de información sobre el sistema como manuales de operación, manuales de mantenimiento, recomendaciones de lubricación y repuestos, garantías de los equipos, lista de equipos y componentes instalados, entre otros.	
			Desconocimiento del cliente de la operación del sistema			
		Cliente	Mantenimiento en tiempos indebidos	Incremento de costos por parte del cliente	Realización de la descripción general del sistema desde el punto de vista de funcionalidad y operatividad	Director de Comisionamiento
			Falta de información clara sobre el sistema			
			Nuevos sistemas en Cerrejón		Recopilación y entrega de planos que permitan identificar y describir el sistema desde cada disciplina (Eléctrica, Civil, Mecánica, Tubería entre otras)	Especialistas del equipo de Comisionamiento
			Intervención en el sistema (excavaciones, movimiento de muros, etc) que afectaron elementos instalados allí			

Fuente. Autores del proyecto.

A partir de este registro de riesgos, se propone como plan de acción realizar un plan de entrega de obras que contenga cada uno de los controles establecidos allí.

Con el diseño de este plan de entrega de obras para el Proyecto de Expansión P40 en Cerrejón se busca:

- ✓ Establecer una directriz para la entrega de obras del proyecto P40 y recibo de obras por parte de Cerrejón.
- ✓ Evitar las pérdidas económicas y de tiempo por desconocimiento sobre los procesos de comisionamiento de obras.
- ✓ Identificar problemas a priori que se puedan presentar en el proceso de la entrega de obras.
- ✓ Conservar en el tiempo información útil y confiable de las obras ejecutadas para cuando sea necesario (planos, ubicación de redes eléctricas, tuberías, etc.)
- ✓ Cumplir con requisitos de auditorías internacionales que certifican los procesos de la operación de Cerrejón.

Para darle aplicabilidad al proyecto de grado, se hace parte del equipo de comisionamiento del P40, para soportar al Jefe de Comisionamiento, participar en los trabajos de campo y coleccionar la información útil para el proyecto, cliente y partes interesadas, como lo son manuales de operación, planos, requerimientos de repuestos, entre otros documentos que serán definidos en el plan de entrega de obras.

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1. Objetivo General

- ✓ Diseñar un plan de entrega de obras que minimice los impactos negativos que puedan presentarse en la puesta en marcha y operación normal de las obras del proyecto de Expansión de Cerrejón.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar el análisis de riesgos al proceso de entrega de obras del proyecto de Expansión.
- ✓ Determinar medidas de control para los riesgos que pueden presentarse en la entrega de un proyecto.
- ✓ Determinar los roles y responsabilidades de los interesados en el proyecto de Expansión.
- ✓ Establecer el modelo de plan de comisionamiento para el proyecto de Expansión.
- ✓ Aplicar el modelo de plan de comisionamiento en una obra piloto dentro del Proyecto de Expansión de Cerrejón.

1.5. ALCANCE DEL PROYECTO

Se diseña un plan de entrega de obras, que contiene los procedimientos para el comisionamiento, identificación de partes interesadas y sus responsabilidades (equipo de proyecto y cliente), para el cierre y entrega exitosa de una obra. Se le da aplicabilidad a dicho plan, siguiendo sus directrices dentro de una obra del Proyecto de Expansión de Cerrejón, se entrega al cliente respectivo dentro de la Operación de Cerrejón toda la información definida cómo entregable por el plan, también plasmado en el desarrollo del presente proyecto de grado.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. REFERENTES TEÓRICOS

Con el presente marco teórico se pretende definir las metodologías, herramientas y técnicas a utilizar en el desarrollo del proyecto de grado con base en la revisión de literatura para el tema establecido, para ello se realizan diferentes consultas en libros como el PMBok, se buscan proyectos de grado anteriores en la bases de datos de la biblioteca de la Universidad Industrial de Santander, consultas en revistas de investigación, publicaciones y libros en bases de datos como e-libro, *CRCnetBASE*, *ScienceDirect* entre otras y por último se investiga en diferentes departamentos dentro de la compañía Cerrejón.

Algunos de los textos fueron encontrados en inglés, por lo que se realiza la respectiva traducción por los autores del presente proyecto.

2.1.1. Definición de Términos

- ✓ **Comisionamiento:** Comisionar es un proceso sistemático que facilita y asegura lo que se requiere en cuanto a comunicación, coordinación, pruebas, verificación y resultados al entregar una obra funcionando como se pretendía. Comisionar incluye la revisión del diseño, verificación de la instalación, pruebas de desempeño funcionales, entrenamiento de operaciones, mantenimiento y documentación completa de los sistemas.¹⁹

Otras Definiciones²⁰

- ✓ **Pre Comisionamiento:** Es una etapa previa al comisionamiento y comprende actividades como, pruebas de instalación, pruebas de calidad y

¹⁹Bathgroup. "Comisionamiento de obras". 2013. [Enero 2013]. Disponible en: http://www.bathgroup.com/view_page.sstg?category=21&id=4&s=1

²⁰LANE, Greg. MESSENGER, Paul. Science Direct Data Base. [en línea]. Febrero 2011. [Enero 2013]. Traducción por los autores.

chequeo de elementos individuales. El gerente de construcción es comúnmente el responsable por el pre comisionamiento.

- ✓ **Lista de Pendientes (Punch List):** Primera actividad del proceso de comisionamiento, esta lista comprende los pendientes (no terminados o partes deficientes), en un sistema cuando éste está avanzando a la siguiente fase de los trabajos. Normalmente, los elementos de lista de pendientes pueden ser clasificados como pendientes A o pendientes B. Los pendientes A, afectan la operatividad del sistema o equipo y deben ser completados antes de ir a la siguiente fase de trabajo. Los elementos B, no afectan la operatividad, y se puede llevar adelante a la próxima fase de trabajo.
- ✓ **Pruebas sin carga:** segunda actividad del proceso de comisionamiento, la cual es la operación de todos los elementos (que comprenden el sistema), sin material para verificar su disposición para las pruebas con carga.
- ✓ **Pruebas con carga:** tercera y última actividad del proceso de comisionamiento, la cual es la operación todos los elementos (que comprenden el sistema), con material para garantizar que este está listo para su puesta en operación.
- ✓ **Sistema:** Es la porción de un proyecto que funcionalmente cumple un objetivo específico. Los sistemas son definidos durante la etapa de planeación del comisionamiento.
- ✓ **Terminación Mecánica:** Es la condición lograda cuando el sistema ha finalizado su construcción, se da cuando termina la fase de precomisionamiento y empieza el comisionamiento.
- ✓ **Puesta en Marcha – Listo para arranque:** Es la condición lograda cuando el sistema ha finalizado su etapa de comisionamiento y empieza la operación objetiva del sistema.
- ✓ **Cliente:** Es la entidad que recibe el sistema oficialmente después de Precomisionamiento y Comisionamiento, y listo para operar. Puede ser el Propietario o su representante.

- ✓ **Ingeniería Aprobada:** Planos emitidos para construcción (EPC) y/o las especificaciones acordadas entre el cliente y proveedor. Se utilizan en fases de pruebas funcionales y operacionales.
- ✓ **Planos Red Line:** Es una revisión de campo de un documento de ingeniería donde se refleja la construcción real, sus dimensiones, y sus variaciones con respecto a la última emisión para construcción. Este documento se utiliza como base para la elaboración de los planos as built. Usualmente se utilizan las siguientes convenciones en colores:
 - **Amarillo:** Se utiliza para confirmar aquello que no sufrió cambio con respecto al plano o documento EPC.
 - **Rojo:** Se utiliza para representar los cambios efectuados a la construcción con respecto al plano o documento EPC.
 - **Verde o Azul:** Se utiliza para representar las omisiones con respecto al plano o documento EPC.
- ✓ **As Built (Tal como se Construyó):** Es una revisión formal de un documento de ingeniería donde se refleja la configuración real y sus dimensiones como quedó instalado en el campo. Todo plan as-built debe llevar su sello respectivo y ser la revisión inmediatamente superior a la de los planos EPC.
- ✓ **Certificación:** Es un documento formal emitido por un funcionario autorizado para dar fe del cumplimiento con los requerimientos técnicos establecidos.
- ✓ **Garantía:** Es el aseguramiento de que el producto o servicio alcanza los requerimientos de las especificaciones, normas e ingeniería establecidas. En otras palabras es asegurar la integridad del producto final durante un periodo de tiempo.
- ✓ **Construcción:** Comprende las actividades de manufactura, fabricación, instalación, montaje, inspección, pruebas no destructivas requeridas para dejar una instalación lista para las actividades de Precomisionamiento.
- ✓ **Pregunta Técnica:** Es un documento en el cual se informa sobre una desviación a una norma, una especificación, un plano, o un estándar

solicitando además la aprobación a una solución propuesta por parte de la entidad que emitió la pregunta. Estas preguntas deben ser respondidas (aprobados / rechazados) por la agencia de Ingeniería.

- ✓ **Dossier de Comisionamiento:** Representa el proceso de transferencia de cuidado, custodia y control de un sistema o subsistema a otro responsable. Físicamente es una carpeta con la documentación necesaria para un sistema definido que demuestra que cada parte del sistema se ha completado según los requisitos del Contrato.
- ✓ **Contratista:** es la parte responsable de la construcción del sistema. En algunos casos este puede ser el ingeniero propietario.

2.1.2. Investigación en el PMBok - Gestión de los Riesgos del Proyecto²¹

La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de la Gestión de los Riesgos del Proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto.

La metodología para el análisis de riesgos establecida en el PMI, acerca a una Gestión del Riesgo efectiva y su estructura se muestra en la Figura 4.

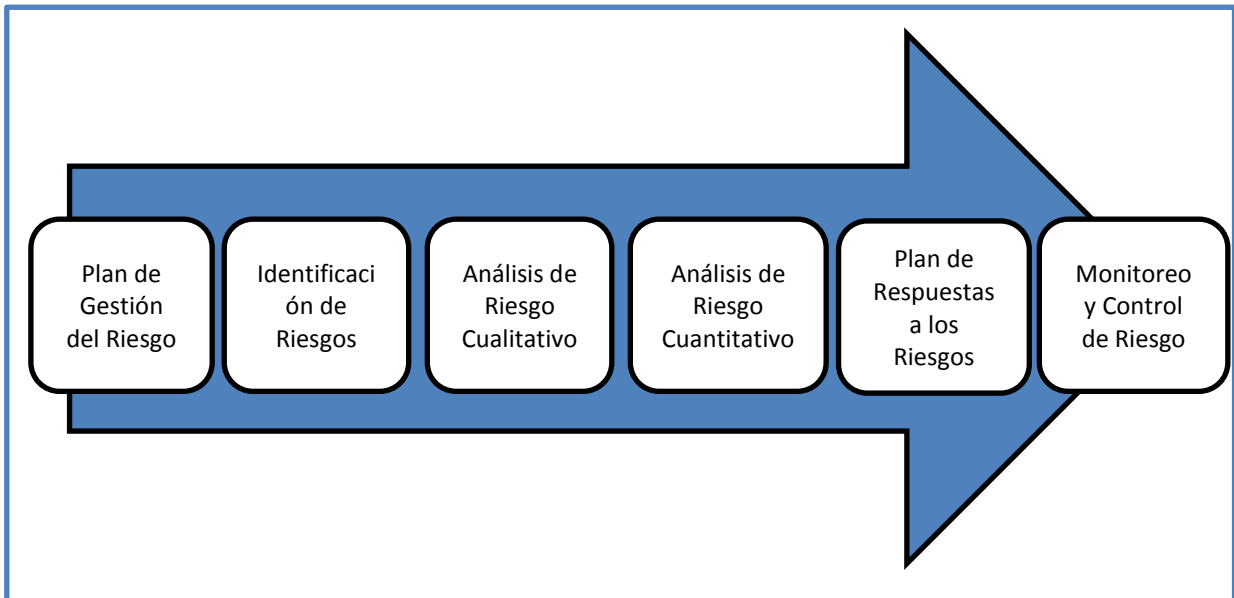
2.1.2.1. Planificar la Gestión de Riesgos: Es el proceso por el cual se define cómo realizar las actividades de gestión de los riesgos para un proyecto.

Entradas: Activos de los procesos de la organización: Los activos de los procesos de la organización que pueden influir en el proceso Planificar la Gestión de Riesgos incluyen, entre otros:

²¹ Guía de los FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (GUÍA DEL PMBOK) Cuarta Edición, 2009, pág. 393.

- ✓ Las categorías de riesgo
 - Seguridad
 - Bienes
- ✓ Las plantillas estándar: Se utiliza para la elaboración del Registro de Riesgos. Para este proyecto se utiliza la plantilla que se muestra en la Figura 5.

Figura 4. Pasos para la Gestión Efectiva del Riesgo



Fuente. PMI²²

Herramientas y Técnicas: Los equipos del proyecto celebran reuniones de planificación para desarrollar el plan de gestión de riesgos. Los participantes de estas reuniones pueden ser, entre otros, el director del proyecto, miembros del equipo del proyecto e interesados seleccionados, cualquier persona de la

²² YEOMANS, Daniel. PMI "Passing the Risk Management Professional". 1ra. Edición, 2011, Pág 173.

organización con la responsabilidad de gestionar la planificación y ejecución de actividades relacionadas con los riesgos, así como otras personas, según sea necesario.

Figura 5. Plantilla para la Gestión del Riesgo

Disciplina	Fuente de Riesgo	Evento de Riesgo	Causa	Impacto	Control Preventivo	Control Crítico	...

...	Propietario del Control	Factor de Severidad	Factor de Probabilidad	Valor del Riesgo Residual	Tolerabilidad

Fuente. Tomada del PMBoK y ajustada por los autores.²³

Salidas: Plan de Gestión de Riesgo

- ✓ **Matriz de probabilidad e impacto:** Los riesgos se clasifican por orden de prioridad de acuerdo con sus implicaciones potenciales de tener un efecto sobre los objetivos del proyecto. El método utilizado para evaluar la probabilidad ya está establecido en Cerrejón bajo los lineamientos de BHP Billinton, como se muestra en la Tabla 4.

²³ Guía de los FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (GUÍA DEL PMBOK) Cuarta Edición, 2009, pág. 393.

Tabla 4. Matriz de probabilidad de materialización del riesgo.

Uncertainty	Business	Projects	Likelihood Factor
	Based on BHP Billiton and industry experience and expected future conditions, the risk event:	Based on BHP Billiton and industry experience and expected future conditions, with similar studies or projects, the risk event:	
Almost certain	Could be incurred more than once in a year.	Could be expected to occur more than once during the study or project delivery.	10
Likely	Could be incurred over a 1 - 2 year budget period.	Could easily be incurred and has generally occurred in similar studies or projects.	3
Possible	Could be incurred within a 5 year strategic planning period.	Incurred in a minority of similar studies or projects.	1
Unlikely	Could be incurred within a 5 – 20 year time frame.	Known to happen, but only rarely.	0.3
Rare	Could be incurred in a 20 - 50 year timeframe.	Has not occurred in similar studies or projects, but could.	0.1
Very rare	<p>For a system failure:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ This consequence has not happened in the industry in the last 50 years. <p>For a natural hazard:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ The predicted return period for a risk of this strength/ magnitude is one in 100 years or longer. 	Conceivable, but only in extreme circumstances.	0.03

Fuente. Cerrejón.²⁴

- ✓ **Tolerancias revisadas de los interesados:** Las tolerancias de los interesados, dependen del tipo de riesgo que se está evaluando. Para la valoración de la tolerancia se utiliza la matriz establecida bajo los lineamientos de BHP Billiton que se muestra en la Tabla 5.

²⁴ MCLLOY, Annette. "Risk Management", BHP BILLINTON, Version 3.1, 2012, Pág. 6.

Tabla 5. Matriz de Severidad

Severity Level	Impact Types						Severity Factor
	Health ¹ and safety	Environment	Community	Reputation	Legal	Financial ²	
7	>50 fatalities. Permanent impairment >30% of body to more than 500 persons.	Permanent severe impact/s to land, biodiversity, ecosystem services, water resources or air.	Complete breakdown of social order. Widespread desecration of items of global cultural significance. Company directly responsible or complicit in severe and widespread long-term impacts on human rights.	Prolonged (>2 months) international multi-Non-Government Organisation and media condemnation.	Hostile takeover, public shareholder discontent resulting in loss of Chairman/ CEO/Board, bankruptcy, closure of operations on multiple sites or BHP Billiton.	>US\$2.5billion (BHP Billiton share)	1000
6	>20 fatalities. Permanent impairment >30% of body to more than 100 persons.	Severe impact/s (>20years) to land, biodiversity, ecosystem services, water resources or air.	A breakdown of social order. Widespread damage to items of global cultural significance. Highly offensive infringements of cultural heritage. Company directly responsible or complicit in severe, long-term impacts on human rights.	International multi-NGO and media condemnation. BHP Billiton direct action (includes partner/contractor action) results in reputation issue. Large violent protest (>100 people) resulting in fatal injuries.	Lack of valid operating title, forced closure of an operation, competition law or Foreign Corrupt Practices inquiry.	>US\$250million- ≤US\$2.5billion (BHP Billiton share)	300
5	2-20 fatalities. Permanent impairment >30% of body more than 10 persons.	Serious or extensive impact/s (<20 years) to land, biodiversity, ecosystem services, water resources or air.	Extensive long-term social impacts. Widespread damage to structures/items/locations of national cultural significance. Serious infringements of cultural heritage. Company directly responsible or complicit in multiple aggravated impacts on human rights.	Serious public or national media outcry (international coverage). Damaging NGO campaign. BHP Billiton reputation severely tarnished. Third-party actions (where BHP Billiton is one of many in a group) result in reputation impact. Large protest (>100 people) with significant violence & serious, multiple injuries.	Fines and prosecutions relating to criminal breaches including jail terms and being the subject of a royal commission.	>US\$50 million - ≤US\$250million (BHP Billiton share)	100
4	Single fatality. Permanent impairment >30% of body to one or more persons.	Major impact/s (<5 years) to land, biodiversity, ecosystem services, water resources or air.	Major long-term social impacts or on-going social issues. Damage to structures/items of national cultural significance. Major infringement and disregard of cultural heritage. Company directly responsible or complicit in major human rights impacts.	Major adverse national media/ public/NGO attention. 20-100 people protest, people restrained with force, arrests and injuries. Asset/CSG reputation majority impacted.	Major civil litigation including class actions.	>US\$5million - ≤US\$50million (BHP Billiton share)	30
3	Permanent impairment <30% of body to one or more persons. Days lost due to injury or illness.	Moderate impact/s (<1 year) to land, biodiversity, ecosystem services, water resources or air.	Moderate medium-term social impacts or frequent social issues. Moderate damage to structures/ items of local cultural significance. Moderate infringement of cultural heritage/sacred locations. Moderate, temporary human rights impacts.	Attention from regional media and/or heightened concern by local community. Criticism by community, NGOs or activists. Asset reputation adversely affected.	Breach of regulation. Lack of valid exploration title.	>US\$500,000 - ≤US\$5 million (BHP Billiton share)	10
2	Objective but reversible impairment. Medical treatment injury or illness.	Minor impact/s (<3 months) to land, biodiversity, ecosystem services, water resources or air.	Minor medium-term social impacts on small number of people. Minor repairable damage or disturbance to property, structures, or items. Minor infringement of cultural heritage. Minor, temporary human rights impacts.	Adverse local public or media attention and complaints. Heightened scrutiny from regulator. Asset reputation is adversely affected with a small number of people.	Minor legal issues, non-compliances and breaches of regulation.	>US\$50,000 - ≤US\$500,000 (BHP Billiton share)	3
1	Low-level short-term subjective symptoms or inconvenience. No medical treatment.	Low-level impact/s to land, biodiversity, ecosystem services, water resources or air.	Low-level social impacts. Low-level infringement of cultural heritage or minimal disturbance to heritage structures. Minimal impact on human rights.	Public concern restricted to local complaints. Low-level interest from local media and/or regulator.	Low-level legal issue.	≤US\$50,000 (BHP Billiton share)	1

Fuente. Cerrejón²⁵

2.1.2.2. Identificar los Riesgos: Es el proceso por el cual se determinan los riesgos que pueden afectar el proyecto y se documentan sus características.

²⁵ MCLROY, Annette. "Risk Management", BHP BILLINTON, Version 3.1, 2012, Pág. 6.

Entradas: Plan de Gestión de Riesgos

Herramientas y Técnicas:

✓ **Técnicas de Recopilación de Información**

Algunos ejemplos de técnicas de recopilación de información utilizadas en la identificación de riesgos son:

- Tormenta de Ideas
- Técnica Delphi
- Entrevistas
- Análisis Causal

✓ **Análisis DOFA**

Esta técnica examina el proyecto desde cada uno de los aspectos DOFA (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) para aumentar el espectro de riesgos identificados, incluyendo los riesgos generados internamente. La técnica comienza mediante la identificación de las fortalezas y debilidades de la organización, enfocándose ya sea en la organización del proyecto o bien en aspectos comerciales en un sentido más amplio. A menudo, estos factores se identifican utilizando la tormenta de ideas. El análisis DOFA identifica entonces cualquier oportunidad y amenaza para el proyecto, procedentes respectivamente de las fortalezas y debilidades de la organización. El análisis DOFA también examina el grado en el que las fortalezas de la organización contrarrestan las amenazas, y las oportunidades que pueden servir para superar las debilidades.

Salidas: Registro de Riesgos

- ✓ Lista de riesgos identificados
- ✓ Lista de respuestas potenciales

2.1.2.3. Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: Es el proceso que consiste en priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos.

Entradas:

- ✓ Plan de Gestión de riesgo
- ✓ Lista de riesgos identificados

Herramientas y Técnicas:

- ✓ **Evaluación de la probabilidad de los riesgos:** estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto de los riesgos investiga el efecto potencial de los mismos sobre un objetivo del proyecto, tal como el cronograma, el costo, la calidad o el desempeño, incluidos tanto los efectos negativos en el caso de las amenazas, como positivos, en el caso de las oportunidades.

Salidas: Registro de Riesgo actualizado.

2.1.2.4. Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: Es el proceso que consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. Esta fase es opcional.

Entradas:

- ✓ Registro de riesgos
- ✓ Plan de Gestión de riesgos

Herramientas:

- ✓ **Técnicas de recopilación de información**
 - Entrevistas
 - Distribuciones de Probabilidad
- ✓ **Técnicas de análisis cuantitativo de riesgos y modelado**
 - Análisis de sensibilidad
 - Análisis de valor monetario esperado
 - Modelado y simulación
- ✓ **Juicio de Expertos**

Salidas: Actualización del registro de riesgos.

2.1.2.5. Planificar la Respuesta a los Riesgos: Es el proceso por el cual se desarrollan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Entradas:

- ✓ Registro de Riesgos
- ✓ Plan de gestión de riesgos

Herramientas y Técnicas:

✓ **Estrategias para Riesgos Negativos o Amenazas**

Las tres estrategias siguientes abordan normalmente las amenazas o los riesgos que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto en caso de ocurrir. La cuarta estrategia, aceptar, puede utilizarse tanto para riesgos negativos o amenazas como para riesgos positivos u oportunidades. Estas estrategias, descritas a continuación, consisten en evitar, transferir, mitigar o aceptar.

- *Evitar.* Evitar el riesgo implica cambiar el plan para la dirección del proyecto, a fin de eliminar por completo la amenaza.

- *Transferir.* Transferir el riesgo requiere trasladar a un tercero todo o parte del impacto negativo de una amenaza, junto con la propiedad de la respuesta.
- *Mitigar.* Mitigar el riesgo implica reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un evento adverso.
- *Aceptar.* Esta estrategia se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todas las amenazas de un proyecto.

Salidas: Actualización del Registro de Riesgos

2.1.2.6. Monitorear y Controlar los Riesgos: Es el proceso por el cual se implementan planes de respuesta a los riesgos, se rastrean los riesgos identificados, se monitorean los riesgos residuales, se identifican nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso contra riesgos a través del proyecto.

Entradas: Registro de Riesgos Actualizado

Herramientas y Técnicas: Reevaluación de los Riesgos

Salidas:

- ✓ Actualizaciones al Registro de Riesgos
- ✓ Actualizaciones a los Activos de los Procesos de la Organización

2.1.3. Renovación del Proyecto Plan Maestro de Comisionamiento

En la consulta bibliográfica se encontró un trabajo realizado por la Universidad de Texas en Austin, Estados Unidos,²⁶ en este se resalta la claridad de su metodología al momento de crear y aplicar el Plan de Comisionamiento, cabe

²⁶ Universidad de Texas. “Plan Maestro de Comisionamiento”. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.utexas.edu/pmcs/dcstandards/documents/CommissioningMasterPlan.pdf>. Traducción de los autores.

resaltar que dicho plan es utilizado por ellos para la aceptación de los proyectos llevados a cabo dentro del campus, con base en este texto se realizará el diseño y estructura del plan de entrega de obras.

Metodología del Plan Maestro de Comisionamiento

1. Propósito de este Modelo de Plan de Comisionamiento
2. Enfoque diferenciado
3. Determinación del Nivel de Comisionamiento - Matrices
 - 3.1 Matriz de Riesgos
 - 3.2 Matriz de Complejidad
 - 3.3 Matriz de Nivel de Commissioning
4. Plan de Comisionamiento
5. Cronograma
 - 5.1 Inicio del Proceso de Comisionamiento
 - 5.2 Impacto del Proceso de Comisionamiento en el Cronograma
 - 5.3 Retraso en el Inicio del Proceso de Comisionamiento
6. Filosofía del Equipo
 - 6.1 Aseguramiento de la Calidad
7. Alcance del Comisionamiento
 - 7.1 Elementos del Alcance
 - 7.2 Quien decide
 - 7.3 Concepto de Matriz
 - 7.4 Alcance de Comisionamiento
8. Seguimiento a los beneficios del Proceso de Comisionamiento-Métricas

2.1.4. Comisionamiento

El siguiente es un artículo de los señores Greg Lane y Paul Messenger, que envuelve los procesos de pre y comisionamiento; contiene distintas teorías y metodologías sobre los mismos y está basado en el proceso de comisionamiento

en una Planta de Oro. En conjunto con las anteriores teorías planteadas servirá como parte del marco teórico para el desarrollo del presente proyecto de grado.

Introducción

Este capítulo se ocupa de las actividades de comisionamiento que trae a la planta en la etapa de construcción a la operación de rutina de la planta. Esas actividades deben iniciarse tempranamente en las fases de ingeniería y diseño para asegurar que la construcción este programada tal que el comisionamiento se realice de manera segura, a tiempo y optimizando costos. El comisionamiento incluye todas las actividades relativas a las pruebas de instalación, pruebas sin carga, chequeo de sistemas, comisionamiento con material, pruebas de rendimiento e inicio de la operación de la planta. Este proceso puede facilitarse en numerosas formas dependiendo de la naturaleza del proyecto, la naturaleza del contrato entre el propietario, el gerente de construcción y el contratista constructor y el tamaño del proyecto.

Los factores claves que impactan el proceso de comisionamiento son:

- ✓ Tamaño del proyecto.
- ✓ Complejidad del proyecto, por ejemplo, naturaleza y número de unidades procesadas.
- ✓ Estrategia de implementación y estructura de contratación.
- ✓ Propietarios del proyecto y experiencia en comisionamiento.

La fase de comisionamiento puede afectar significativamente el flujo de caja del proyecto. La pobre planeación del comisionamiento puede llevar el proyecto a dificultades, mientras un rápido comisionamiento permite al personal de operaciones enfocarse en planear la optimización y larga vida del producto entregado.

El comisionamiento puede dividirse en fases:

- ✓ Fase de definición y planeación, coincidente con la ingeniería, procura y construcción,
- ✓ fase de pruebas de instalación, incluyendo testigos y realización de chequeos funcionales en las áreas eléctrica y mecánica;
- ✓ chequeos a los sistemas y operación sin carga de los equipos;
- ✓ pruebas con material a los sistemas, y ajuste preliminar a los sistemas de control;
- ✓ operación preliminar de la planta con carga;
- ✓ cualquier modificación necesaria de la planta para alcanzar los objetivos de diseño;
- ✓ completación de las pruebas, si se requiere, para demostrar y garantizar las condiciones de operación, y
- ✓ hand over o dossier al propietario al inicio de la operación de la planta.²⁷

Como parte final del marco de referencia con base en los grupos de procesos finales (Ejecución y Cierre) contemplados por el PMBoK y con base en el *Summary of roles and responsibilities in Project commissioning for the Cadia Gold/Copper Project (from Churchill and Lane, 1997)*, la Figura 6. Que muestra la ubicación del proceso de comisionamiento dentro de las fases de un proyecto.

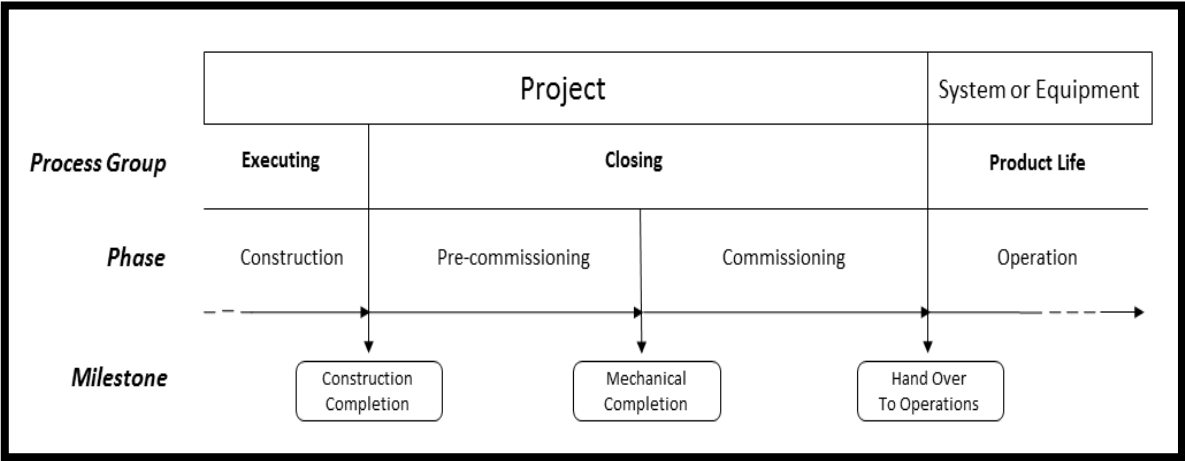
Beneficios del comisionamiento: Los beneficios del comisionamiento son varios, entre estos una reducción en los costos de operación, reducción en el uso de energía, mejor documentación de las obras, productividad mejorada de los ejecutores de las obras y la verificación del comportamiento de los sistemas de acuerdo con los requerimientos del cliente. En materia ambiental, el comisionamiento puede minimizar el impacto negativo que tienen las obras sobre

²⁷ LANE, Greg. MESSENGER, Paul. Science Direct Data Base. [en línea]. Febrero 2011. [Enero 2013].
Traducción por los autores

el medio ambiente, verificando que las obras cumplen con los aspectos ambientales solicitados por el cliente.

En materia económica, los beneficios del comisionamiento son a largo plazo, pues asegura que las obras funcionen tal como se planeó.²⁸

Figura 6. Ubicación del proceso de Comisionamiento.



Fuente. Autores.

2.2. METODOLOGÍA

Con base en la teoría descrita en el marco teórico, el acompañamiento del tutor de la empresa como Jefe de Comisionamiento del P40, el cual cuenta con larga experiencia en Proyectos a nivel mundial y con la experiencia del director del proyecto de la universidad y su conocimiento en planteamiento de proyectos de grado y optimización de procesos (asumiendo el comisionamiento como un proceso susceptible de mejora), quienes soportaron y confrontaron la teoría encontrada se propone la siguiente metodología para el desarrollo del presente

²⁸Ingeniería verde. “El proceso de comisionamiento”. 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://ingenieriaverde.wordpress.com/comisionamiento/el-proceso-de-comisionamiento-fundamental-y-avanzado/>

proyecto de grado que consta de una secuencia de actividades lógicas, de manera que conduzcan a cumplir los objetivos propuestos.

1. Identificación del problema
2. Conformación del marco teórico
3. Confrontación de los modelos teóricos con el Proyecto P40
4. Identificación de factores de riesgo en los procesos de entrega de obras
5. Definición del contenido del plan de entrega de obras
6. Realización del diseño del plan de entrega de obras
7. Verificación del funcionamiento del diseño planteado
8. Aplicación del diseño del plan de entrega de obras en una obra piloto del Proyecto P40
9. Documentación del proceso
10. Construcción del dossier de comisionamiento de la obra piloto
11. Entrega de resultados esperados a la empresa y universidad

Para mayor claridad se hace una breve descripción de lo que se pretende realizar en cada etapa o actividad descrita:

2.2.1. Identificación del problema

En esta fase se realiza un diagnóstico del Proyecto de Expansión de Cerrejón, con el cual se busca contextualizar el entorno donde se desarrolla la práctica, a través de la metodología definida:

1. Definición misional del Proyecto de Expansión P40
2. Conceptualización del Proyecto de Expansión P40
3. Identificación de los factores de riesgo potenciales en la entrega de las obras del Proyecto de Expansión P40
4. Planteamiento de los posibles indicadores de riesgo en la entrega de obras del Proyecto de Expansión P40

Y con la ayuda de herramientas como la DOFA y/o análisis de riesgos, se busca la delimitación y el planteamiento final del problema.

2.2.2. Conformación del marco teórico

Constituye una de las actividades más importantes del proyecto de grado; a través de la investigación en bases de datos de publicaciones, libros, proyectos, se pretende seleccionar teorías que sean útiles para la elaboración de este proyecto.

2.2.3. Confrontación de los modelos teóricos con el Proyecto P40

Luego de definir el marco teórico del proyecto de grado se confronta con la situación actual del Proyecto de Expansión P40, con el fin de tener una guía clara y sustentada en trabajos o proyectos paralelos y que contribuya al desarrollo del presente proyecto de grado.

2.2.4. Identificación de factores de riesgo en los procesos de entrega de obras

En esta etapa se realizan análisis de riesgos a través de procedimientos útiles para la identificación de riesgos como entrevistas, talleres de trabajo y comparación con otras organizaciones; el resultado de estos ejercicios se tiene en cuenta para establecer controles a todos los riesgos identificados en el plan de entrega de obras a diseñar.

2.2.5. Definición del contenido del plan de entrega de obras

Con base en la experiencia del tutor de la empresa y a manera de benchmarking se realiza una investigación de las mejores prácticas sobre planes de comisionamiento, este plan da las directrices sobre los procesos, procedimientos, roles y responsabilidades de las partes involucradas en la entrega de una obra o sistema, esta definición de contenido debe ser factible y general para todas las obras y/o sistemas contemplados en el alcance del Proyecto de Expansión de Cerrejón.

2.2.6. Realización del diseño del plan de entrega de obras

Luego de definir las teorías, identificar los riesgos en el proceso y definir el contenido del plan, se procede a redactar el plan de entrega de obras, el cual es revisado por parte del tutor de la compañía y director de proyecto de grado de la universidad para sus comentarios, al ser uno de los objetivos específicos y resultado esperado del proyecto de grado. Esta constituye una de las actividades que requiere mayor tiempo y dedicación.

2.2.7. Verificación del funcionamiento del diseño planteado

El diseño de plan de entrega de obras debe ser verificado por personal con experiencia en gestión de proyectos tanto académicos como especialistas en la práctica, se solicita una revisión y comentarios por terceros antes de su aplicación en la obra piloto.

2.2.8. Aplicación del diseño del plan de entrega de obras en una obra piloto del Proyecto P40

En esta etapa se le da aplicación al proyecto de grado, es decir, con base en la teoría escrita en etapas anteriores y luego de ser compilada en el plan de entrega de obras se escoge una obra piloto dentro del Proyecto de Expansión de Cerrejón y se aplica cada uno de los procedimientos descritos por el plan.

2.2.9. Documentación del proceso

Durante la aplicación del plan de entrega de obras se documenta tanto escrito como gráficamente cada procedimiento con el fin de anexarlo al presente proyecto de grado.

2.2.10. Construcción del dossier de comisionamiento de la obra piloto

Como consecuencia del plan de entrega de obras y el proceso de documentación, se compila la información más relevante definida por el plan, para el equipo de proyecto y el cliente, en un dossier de comisionamiento propio de la obra piloto escogida para darle aplicación al plan, como punto a resaltar sobre este dossier es

que debe llevar las firmas de aceptación de la obra por parte del Constructor, Jefe de Comisionamiento y Cliente.

2.2.11. Entrega de resultados esperados a la empresa y universidad

Por último se hace la entrega de resultados tanto en la empresa como la universidad. Tal como se definió anteriormente se espera tener dos resultados:

- ✓ Un diseño de un Plan de Entrega de Obras, y
- ✓ Un dossier de comisionamiento de la obra piloto.

3. DISEÑO DE UN PLAN DE ENTREGA DE OBRAS

3.1. INTRODUCCIÓN

El presente plan de entrega de obras pretende definir los requerimientos, pruebas y actividades que se llevan a cabo durante la ejecución y documentación del proceso de comisionamiento de sistemas y/o equipos. El plan también aporta herramientas como la definición de las herramientas requeridas, la conformación de un equipo de trabajo, entre otras.

El plan se desarrolla a nivel general y contiene los procedimientos de comisionamiento dirigidos a cada una de las disciplinas contenidas en un proyecto eléctrica, mecánica, civil, tubería, instrumentación y arquitectura. Dichos procedimientos son el contacto entre la fase de planeación y la fase de ejecución, y son las herramientas teóricas que posee el equipo de comisionamiento para salir a campo y darle la aplicabilidad al plan, obteniendo resultados específicos para cada disciplina y por cada sistema.

3.2. OBJETIVO

Establecer las directrices que rijan el proceso de comisionamiento para cada uno de los sistemas y/o equipos a comisionar; proporcionando toda la información necesaria para llevar a cabo las actividades de comisionamiento de una manera planeada, organizada, sistemática, segura y eficiente.

3.3. SISTEMAS DE COMISIONAMIENTO

3.3.1. Introducción

Un sistema hace referencia al conjunto de proyectos que individualmente poseen un objetivo diferente, pero que al asociarse de manera adecuada, se consigue un

objetivo claro y específico; para que al momento de la puesta en marcha, se pueda certificar que el sistema es coherente funcional y operacionalmente.

¿Cuál es la utilidad de la definición de sistemas?

Se definen sistemas de comisionamiento por distintas razones, la razón principal es debido a que es insuficiente comisionar un proyecto si este depende de otro para su funcionamiento, por ejemplo, se tienen 4 proyectos A, B, C y D; el proyecto A consiste en construir una casa de máquinas, el proyecto B es la instalación de las unidades motrices y los demás equipos que soporte, el proyecto C es la adecuación de la subestación eléctrica y sus sistemas de control y el proyecto D es la instalación de una banda transportadora; aunque cada uno de los anteriores (A, B, C y D), es un proyecto con un objetivo diferente al otro, los 4 serán parte de un solo sistema. La compañía no puede sustentar el costo de construir la casa de máquinas si no va a almacenar máquinas y así sucesivamente, y por otro lado pueda que no se haya definido estos 4 proyectos como un solo proyecto por temas de contratistas, proveedores, cronograma, presupuesto, recursos materiales y de personal entre muchas más variables. Vale la pena mencionar que un proyecto también puede considerarse como un sistema si así se define en la clasificación de sistemas.

De igual manera esta definición ayuda a identificar un número o cantidad específica de sistemas a comisionar, el cual permite a la dirección del proyecto y al mismo jefe de comisionamiento visualizar inicialmente la magnitud de su trabajo; y se hace mención a la palabra “inicialmente”, porque dos sistemas diferentes no guardan ninguna relación en cuanto al tiempo de comisionamiento.

Obteniendo la cantidad de sistemas a comisionar en un proyecto se puede iniciar un proceso de control en el tiempo y utilizando el cronograma del mismo se puede obtener un panorama del área.

3.3.2. Clasificación

La clasificación se realiza con base en la EDT (Estructura Desglosada de Trabajo) del proyecto, donde se especifican las diferentes actividades a realizar para la consecución del éxito del proyecto, con base en los objetivos de cada rubro se realiza la asociación mencionada en el numeral anterior para la obtención de un único objetivo del sistema. Generalmente en proyectos de gran magnitud, se realiza la clasificación por áreas físicas, es decir, proyectos que comparten un mismo territorio o están cerca el uno con el otro, por temas de administración de cierre y entrega de obras, sobre todo si los proyectos están dispersos por diferentes zonas, llámense áreas de la compañía, ciudades, e inclusive departamentos, pero más allá de la cercanía, la clasificación de los sistemas se realiza con base en la funcionalidad de los mismos. Este plan propone la clasificación y debida organización de lo general a lo particular, que se muestra en la Tabla 6.

- ✓ **Tipo de Sistema:** Hace referencia a los 2 grandes grupos que componen el proyecto de expansión, el primero, son los proyectos de construcción, los cuales se definen porque se desarrollan y/o están compuestos por disciplinas como civil, mecánica, estructural entre otras y el segundo grupo, compra de equipos, hace referencia netamente a un suministro de un proveedor.
- ✓ **Lugar:** Representa el lugar físico donde se ubica el proyecto o donde va a operar el equipo, los equipos férreos se ubican en esta área pero físicamente van a hacer recorridos entre Mina y Puerto.
- ✓ **Facilidad:** Representa una agrupación de sistemas, que no guarda relación entre ellos por su ubicación física sino por la naturaleza de su operación. Se definieron 11 facilidades que cobijan los 97 sistemas del proyecto.
- ✓ **Número de Sistema:** Identifica a cada sistema con una combinación de números. Cada dígito representa en su orden de izquierda a derecha el tipo de sistema, el lugar, la facilidad y el sistema.

- ✓ **Sistema:** Es una porción del proyecto que funcionalmente alcanza un objetivo específico.

Tabla 6. Clasificación de los Sistemas del Proyecto de Expansión.

Tipo de Sistema	Lugar	Facilidad	# Sistema	Nombre del Sistema	Cant
Proyectos de Construcción	Mina	Edificaciones	1010101	Cambiadero para Operadores	1
			1010102	Oficinas en zona industrial	1
			1010103	Casas en Zona Residencial en la Mina	1
		Planta de carbón	1010204	Trituradora No.3	1
			1010205	Modificaciones a Banda Transportadora BC-201	1
			1010206	Cambio Banda Transportadora BC-202	1
			1010207	Sistema de Muestreo	1
		Talleres y Patios	1010308	Área de Ensamble de Equipos	1
			1010309	Bahías Mantenimiento de Equipo Minero	1
			1010310	Nuevo Taller de Soldadura	1
			1010311	Ampliación del Taller de Llantas	1
			1010312	Bodega para Materiales (repuestos)	1
			1010313	Bahías de Lavado de Camiones	1
			1010314	Modificación Taller de Mantenimiento Equipo Férreo	1

		Soporte Eléctrico	1010415	Subestación Principal de la Mina	1
Ferroca rril	Obras férreas		1020516	Extensión del Loop Férreo en Mina	1
			1020517	Extensiones en Líneas de Patio en Mina	1
			1020518	Nuevo Apartadero para Mantenimiento - K64	1
			1020519	Nuevo Apartadero para Mantenimiento - K91	1
			1020520	Ampliación cambiavías en Itaka	1
			1020521	Ampliación cambiavías en Ishamana	1
			1020522	Ampliación cambiavías en Cosinas	1
			1020523	Ampliación cambiavías en Uribia	1
			1020524	Extensión del Loop Férreo en Puerto	1
Puerto	Edificacion es		1030125	Oficinas en Puerto	1
			1030126	Campamento en Puerto	1
			1030127	Campamento Temporal en Puerto	1
	Obras Civiles		1030628	Excavaciones de Roca	1
			1030629	Sistema de Distribución de Agua	1
			1030630	Lagunas de Sedimentación	1
			1030631	Carreteras	1
		Soporte Eléctrico	1030432	Subestación EléctricaEV-503 (New) (BC-504)	1

			1030433	Subestación Eléctrica EV-506 (New) (BC-507)	1
			1030434	Subestación Eléctrica EV-507 (New) (BC-508)	1
			1030435	Subestación Eléctrica EV-406 (Mods)	1
			1030436	Subestación Eléctrica EV-417 (Mods)	1
			1030437	Subestación Eléctrica EV-404 (Mods)	1
			1030438	Subestación Eléctrica EV-508 (new)	1
			1030439	Subestación Eléctrica EV-407 (Mods)	1
			1030440	Subestación Principal de Puerto	1
		Bandas y Estaciones de Transferencia	1030741	Banda BC-403	1
			1030742	Estación de Transferencia TS-52	1
			1030743	Banda Transportadora BC-504	1
			1030744	Estación de Transferencia TS-57	1
			1030745	Estación de Transferencia TS-53	1
			1030746	Estación de Transferencia TS-51	1
			1030747	Banda Transportadora BC-404A	1
			1030748	Estación de Transferencia TS-56	1
			1030749	Banda Transportadora BC-	1

				404B	
			1030750	Estación de Transferencia TS-55	1
			1030751	Banda Transportadora BC-404C	1
			1030752	Estación de transferencia TS-54	1
			1030753	Mejora al Apilador/Reclamador #3	1
			1030754	Banda Transportadora BC-507	1
			1030755	Estación de Transferencia TS-58	1
			1030756	Banda Transportadora BC-508	1
			1030757	Estación de Muestreo	1
			1030758	Estación de Transferencia TS-59	1
			1030759	Banda Transportadora BC-509	1
			1030760	Estación de Transferencia TS-60	1
		Nuevo Muelle Carbonífero	1030861	Cargador de Buques 2	1
			1030862	Espolón	1
			1030863	Core Locs	1
			1030864	Pilotaje	1
			1030865	Dragado	1
			1030866	Plataformas de Acceso	1
Compra de Equipos	Mina	Equipo Minero	2010967	Palas Eléctricas	2
			2010968	Palas Hidráulicas	2
			2010969	Cargadores	3

			2010970	Camiones, 240 Tons	15
			2010971	Camiones,320 Tons	20
			2010972	Camiones, 190 Tons	8
			2010973	Traíllas	3
			2010974	Tractores	8
			2010975	Taladros de Perforación	2
		Equipo Menor y de Soporte	2011076	Simulador para Entrenamiento en Equipo Minero	1
			2011077	Camiones Grúa	14
			2011078	Camiones de Emulsión	2
			2011079	Herramientas Adicionales	1
			2011080	Radios de Comunicación	45
			2011081	Camión de Combustible	1
			2011082	Sistema anti colisión para equipos Mineros	131
			2011083	Camionetas	45
			2011084	Cama bajas	3
			2011085	Montacargas	8
			2011086	Plantas de Iluminación	10
	Ferrocarril	Equipos Férreos	2021187	Locomotoras	2
			2021188	Vagones	105
			2021189	Carros de Balasto	10
			2021190	Tampeadora	1
			2021191	Camionetas férreas	5
			2021192	Movedor de vagones	1
			2021193	Vehículos de Inspección de vía férrea	1
			2021194	Plataformas Férreas	3
			2021195	Señalización – sensores, semáforos, lógica de	1

				control, etc.	
	Puerto	Equipo	2031096	Remolcador	1
		Menor y de Soporte	2031097	Bote de Rescate	1

Fuente. Autores

3.4. ALCANCE DEL TRABAJO

3.4.1. Procedimientos

3.4.1.1. Procedimiento para el comisionamiento de la parte civil de un sistema

Objetivo

- ✓ Determinar el procedimiento general que debe llevarse a cabo para el comisionamiento de la disciplina Civil de todos los sistemas contenidos en el alcance del proyecto de expansión.

Herramientas

- ✓ Planos de Planta o Layout
- ✓ Planos de redes de suministro y conexión principal de agua potable, industrial, aceitosas, lluvias, residuales y puntos de conexión.
- ✓ Planos de distribución interna de redes de suministro.
- ✓ Planos detallados de redes de suministro.
- ✓ Plano planta general de cimentación
- ✓ Planos de planta nomenclatura muros
- ✓ Planos de localización de cajas de válvulas
- ✓ Estándares de seguridad de Cerrejón, según corresponda para cada sistema

- ✓ Elementos de protección personal que cumpla los estándares de correjón y acordes a cada sistema

Pasos

1. Verificaciones previas: El procedimiento inicia con la verificación de las normas establecidas en el plan de calidad del Proyecto de Expansión exclusivas para la disciplina civil y que apliquen a cada sistema.

- ✓ ASTM C-939 Método de ensayo estándar para concreto de agregado precolocado (Método del Cono de Flujo)
- ✓ CRD C-621 Método de ensayo estándar para morteros no retráctiles sobre un amplio rango de temperaturas.
- ✓ ASTM C-109 Método normalizado de ensayo de resistencia a compresión de morteros de cemento hidráulico.
- ✓ ASTM C-1107 Standar Specification for Packaged Dry Hydraulic-Cement Grout.
- ✓ ASTM 5080 Método estándar de ensayo para determinación rápida del porcentaje de compactación.
- ✓ ASTM D-698 Método de ensayo estándar para determinar la relación de humedad-densidad de suelos y mezclas de suelo.
- ✓ ASTM C-270 Estándar para la especificación de la unidad de albañilería.

2. Pruebas funcionales y operacionales: El especialista Civil y de Arquitectura en compañía del Gerente de comisionamiento deberán llevar a cabo una inspección visual completa de la obra civil. Coordinar la realización de las pruebas con cargas específicas como agua y/u otros fluidos para verificar la funcionalidad de elementos como pendientes, canaletas, bajantes, etc.

3. Comprobación y verificaciones adicionales

El especialista deberá realizar todas las especificaciones que considere pertinentes de acuerdo con el sistema que se está comisionando.

4. Seguridad: Evaluar todos los aspectos de seguridad relacionados con las obras civiles para evitar cualquier obstáculo o condición insegura, (por ejemplo, bordes peligrosos).

3.4.1.2. Procedimiento para el comisionamiento de la disciplina Arquitectura en un sistema

Objetivo

- ✓ Determinar el procedimiento general que debe llevarse a cabo para el comisionamiento de la disciplina Arquitectura de todos los sistemas contenidos en el alcance del proyecto de expansión.

Herramientas

- ✓ Planos de distribución de oficinas, baños y servicios.
- ✓ Planos de distribución de ejes longitudinales y transversales
- ✓ Planos de anclajes principales y detallados
- ✓ Planos de detalles de conexión de riostras y columnas y vigas
- ✓ Planos de elevación de plantas y niveles
- ✓ Estándares de seguridad de Cerrejón, según corresponda para cada sistema
- ✓ Elementos de protección personal que cumpla los estándares de cerrejón y acordes a cada sistema

Pasos

1. Revisiones previas: El procedimiento inicia con la verificación de las normas establecidas en el plan de calidad del Proyecto de Expansión exclusivas para la disciplina Arquitectura y que apliquen a cada sistema. Entre otras se destacan las siguientes:

- ✓ ASTM C-270 Estándar para la especificación de la unidad de albañilería.
- ✓ ASTM C-939 Método de ensayo estándar para concreto de agregado precolocado (Método del Cono de Flujo)

- ✓ CRD C-621 Método de ensayo estándar para morteros no retráctiles sobre un amplio rango de temperaturas.
 - ✓ ASTM C-109 Método normalizado de ensayo de resistencia a compresión de morteros de cemento hidráulico.
 - ✓ ASTM C-1107 Método estándar para la especificación para lechada de cemento hidráulico en seco.
2. Inspección Visual: El especialista Civil y de Arquitectura en compañía del Gerente de Comisionamiento deberán llevar a cabo una inspección visual completa de las obras arquitectónicas.
3. Comprobación y verificaciones adicionales: Accesibilidad: Verificar la accesibilidad de los equipos críticos necesarios para las operaciones de mantenimiento (por ejemplo, la bomba de agua).
- ✓ Seguridad: Evaluar todos los aspectos de seguridad relacionados con obras arquitectónicas para evitar caídas, accidentes u otras condiciones inseguras (por ejemplo, las aperturas temporales y los riesgos eléctricos).
 - ✓ Operatividad: Compruebe el estado de trabajo de puertas, ventanas, etc.
4. Seguridad: Evaluar todos los aspectos de seguridad relacionados con las obras arquitectónicas para evitar cualquier obstáculo o condición insegura.

3.4.1.3. Procedimiento para el comisionamiento de la disciplina Mecánica de un sistema

Objetivo

- ✓ Determinar el procedimiento general que debe llevarse a cabo para el comisionamiento de la disciplina Mecánica de todos los sistemas contenidos en el alcance del proyecto de expansión.

Herramientas

- ✓ Planos de sistemas de aire acondicionado y ventilación.

- ✓ Planos de disposición y localización general de equipos.
- ✓ Planos específicos de los equipos instalados entregados por cada fabricante.
- ✓ Listado de repuestos y lubricantes necesarios para las pruebas de comisionamiento según los equipos instalados.
- ✓ Estándares de seguridad de Cerrejón, según corresponda para cada sistema

Pasos

1. Verificaciones preliminares: El procedimiento inicia con la verificación de las normas establecidas en el plan de calidad del Proyecto de Expansión exclusivas para la disciplina Mecánica y que apliquen a cada sistema. Entre otras se destacan las siguientes:

- ✓ ASTM 370 Método de prueba estándar para pruebas mecánicas a los productos de acero.
- ✓ ASTM E-2248 Métodos de prueba para hacer pruebas de impacto Charpy
- ✓ ASTM E-2298 Métodos de prueba para realizar pruebas de impacto con instrumentos de materiales metálicos
- ✓ ASTM G-65 Método de prueba estándar para medir la abrasión.
- ✓ ASTM A242/A242M Especificación Normalizada para acero estructural de alta resistencia y baja aleación.

2. Pruebas funcionales y operacionales: El especialista Mecánico y de Tuberías en compañía del Gerente de comisionamiento deberán llevar a cabo una inspección visual completa de los equipos (Motores, rodamientos, acoples, bandas, grúas, etc.) y tuberías que se utilizaron en la construcción y fueron instalados en cada sistema.

3. Coordinación para la obtención de los materiales para realizar las pruebas con carga de cada sistema ya sea carbón, contrapesas, combustibles, agua, entre otros.

4. Verificar la operación segura y confiable del sistema, como por ejemplo en motores verificar que no se presenten vibraciones o ruidos fuera de lo normal, para el caso de las bandas transportadoras que no se presente desalineamientos

ni derrames. Si se cuenta con la compañía del representante del fabricante, verificar según su experiencia el comportamiento del equipo suministrado.

5. Seguridad: Evaluar todos los aspectos de seguridad relacionados con las obras civiles para evitar cualquier obstáculo o condición insegura.

3.4.1.4. Procedimiento para el comisionamiento de la parte de Tuberías de un sistema

Objetivo

- ✓ Determinar el procedimiento general que debe llevarse a cabo para el comisionamiento de la parte de Tuberías de todos los sistemas contenidos en el alcance del proyecto de expansión.

Herramientas

- ✓ Planos P&ID (Diagramas de Instrumentación y Tubería)
- ✓ Planos de Distribución de gases
- ✓ Planos de redes de aire comprimido y contra incendios
- ✓ Planos isométricos
- ✓ Planos de ductos internos y externos
- ✓ Estándares de seguridad de Cerrejón, según corresponda para cada sistema

Pasos

1. Verificaciones preliminares: El procedimiento inicia con la verificación de las normas establecidas en el plan de calidad del Proyecto de Expansión exclusivas para la disciplina Tuberías y que apliquen a cada sistema. Se resaltan las siguientes:

- ✓ ASTM A-312 Especificación para tuberías de acero inoxidable austenítico sin costuras, soldadas y acabadas en frío.
- ✓ ASTM A-105 Forja en acero al carbono para aplicaciones en redes de tuberías.

- ✓ ASTM 252 Tubería de cobre soldada y sin soldadura para pilares.
- ✓ ASTM 312 Tubería sin soldadura, soldada y trabajada en frío con gran intensidad en acero inoxidable austenítico.
- ✓ ASTM 376 Tubería sin soldadura en acero austenítico para alta temperatura en centrales eléctricas

2. Pruebas funcionales y operacionales: El especialista Mecánico y de Tuberías en compañía del Gerente de comisionamiento deberán llevar a cabo una inspección visual completa de los equipos (Motores, rodamientos, acoples, bandas, grúas, etc.) y tuberías que se utilizaron en la construcción y fueron instalados en cada sistema.

Se debe verificar la operación confiable y segura y aspectos como fugas, presiones y temperaturas adecuadas, capacidad de suministro adecuada, entre otros.

3. Seguridad: Evaluar todos los aspectos de seguridad relacionados con las obras civiles para evitar cualquier obstáculo o condición insegura

3.4.1.5. Procedimiento para el Comisionamiento de la Disciplina Eléctrica y de Instrumentación de un Sistema

Objetivo

- ✓ Determinar el procedimiento general que debe llevarse a cabo para el comisionamiento de la disciplina eléctrica e instrumental de todos los sistemas contenidos en el alcance del proyecto de expansión

Herramientas

- ✓ Norma RETIE, Resolución 90404 de mayo 28 de 2013.
- ✓ Planos de subestaciones, distribución de bandejas y detalles de fuerza
- ✓ Diagramas unifilares, distribución de tableros de fuerza y corriente continua
- ✓ Planos resultados de cortocircuitos y circuitos aéreos

- ✓ Elementos de protección personal, y para etiqueta y bloqueo
- ✓ Instrumentos para medición como Galvanómetros, Amperímetros y voltímetros
- ✓ Estándares de seguridad de Cerrejón según corresponda para cada sistema

Pasos

1. Verificaciones Preliminares: El procedimiento inicia con la verificación de las normas establecidas en el plan de calidad del proyecto de expansión exclusivas para la disciplina eléctrica y de instrumentación y que apliquen a cada sistema.

La RETIE menciona que se consideran como instalaciones eléctricas los circuitos eléctricos con sus componentes tales como conductores, equipos, máquinas y aparatos que conforman un sistema eléctrico y que se utilicen para la generación, transmisión, transformación, distribución o uso final de la energía eléctrica, dentro de los límites de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 500 Kv de corriente alterna (c.a.), con secuencia de servicio nominal inferior a 1000 HZ y mayor o igual a 48 V en corriente continua (c.c.).

Todas las instalaciones eléctricas que posean los elementos mencionados en la siguiente Tabla 7. y que hagan parte del alcance del proyecto de expansión deberán ser liberados mediante un certificado de conformidad RETIE, exceptuando instalaciones propias de vehículos (automotores, trenes, barcos, navíos, aeronaves), instalaciones propias de electromedicina, señales de: radio, TV, comunicaciones, sonido y sistemas de control, instalaciones que utilizan menos de 24 voltios, además de instalaciones propias de electrodomésticos, máquinas y herramientas a menos que estas sean de especial tratamiento y estén especificadas en la NTC 2050, los productos que estén destinados exclusivamente a las anteriores instalaciones también pueden exceptuarse de certificado de conformidad RETIE.

Tabla 7. Productos para Instalaciones eléctricas.

Producto
Aisladores eléctricos de vidrio, cerámica y otros materiales para uso de líneas , redes, subestaciones y barrajes eléctricos de tensión superior a 100 V
Alambre de cobre aislado o sin aislar, para uso eléctrico
Alambre de aluminio aislado o sin aislar, para uso eléctrico
Balizas plásticas utilizadas como señales de aeronavegación en líneas de transmisión
Balizas de aluminio utilizadas como señales de aeronavegación en líneas de transmisión
Bandejas portacables
Bombillas o lámparas incandescentes de potencia mayor a 25 W y menor de 200 W, y lámparas fluorescentes - compactas de uso doméstico o similar
Cables de aluminio aislados o sin aislar, para uso eléctrico
Cables de aluminio con alma de acero, para uso eléctrico
Cables de cobre aislados o sin aislar, para uso eléctrico
Cajas de conexión para tensión menor a 1000 V
Canalizaciones y canaletas metálicas y no metálicas
Celdas para uso en subestaciones de media tensión
Cinta aislante eléctrica
Clavijas eléctricas para baja tensión
Controladores o impulsadores para celdas eléctricas
Contactores eléctricos
Condensadores y bancos de condensadores con capacidad nominal superior a 3kVAR
Conector para electrodos de puesta a tierra
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para menos de 1000 V
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para más de 1000 V y menos de 66 Kv (limitadores de tensión)
Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias para más de 1000 V y menos de 66 Kv (amortiguadores de onda)
Ductos de barras (blindobarras)

Electrodos de puesta a tierra en cobre , acero inoxidable, acero recubierto con cobre, acero con recubrimiento galvanizado o cualquier tipo de material usado como electrodo de puesta a tierra
Estructuras de líneas de transmisión y redes de distribución, incluye torrecillas y los perfiles metálicos exclusivos para ese uso
Extensiones eléctricas para tensión menor a 600 V
Fusibles
Generadores de corriente alterna o continua , de potencia igual o mayor de 1 Kva, incluyendo grupos electrogenos y pequeñas plantas de generación
Herrajes para líneas de transmisión y redes de distribución eléctrica
Interruptores o disyuntores automáticos para tensión menor a 1000 V
Interruptores manuales o switches de baja tensión, para uso doméstico o similares
Interruptores de media tensión
Motores eléctricos para tensiones nominales mayores a 25 V y potencias iguales o mayores a 375 W de corriente continua o alterna, monofásicos o polifásicos
Multitomas eléctricas para tensión menor a 600 V
Portalámparas para bombilla incandescente, de uso doméstico o similar
Postes de concreto, metálicos, madera u otros materiales para uso en redes eléctricas
Puesta a tierra temporales
Puertas cortafuegos para uso en bóvedas de subestaciones eléctricas
Tableros, paneles armarios para tensión inferior o igual a 1000 V
Tableros o celdas de media tensión
Tomacorrientes para uso general o aplicaciones en instalaciones especiales
Transformadores de capacidad mayor o igual a 3 Kva
Productos para instalaciones con alta concentración de personas
Productos utilizados en instalaciones especiales y ambientes especiales (áreas clasificadas)

Fuente. RETIE

2. Pruebas Funcionales y Operacionales: El Especialista Eléctrico y de Instrumentación en compañía del Gerente de Comisionamiento deberá llevar a

cabo una inspección visual previa de las instalaciones eléctricas y si se requiere trabajar o manipular elementos susceptibles de ser energizados, en condición de circuitos desenergizados se debe seguir el procedimiento de las 16 reglas de oro de la seguridad según RETIE.

Realizar un recorrido a través de todo el sistema verificando la instrumentación instalada que cumpla según los planos emitidos para construcción.

Al colocar el sistema en funcionamiento verificar la operación segura y confiable del mismo en cuanto a la parte eléctrica y de instrumentación, deben realizarse pruebas que activen cada uno de los sensores si es el caso y que estos a su vez estén emitiendo las señales correspondientes a su sistema de control.

3. Seguridad: Evaluar todos los aspectos de seguridad relacionados con las obras civiles para evitar cualquier obstáculo o condición insegura.

3.4.2. Principales Actividades de Comisionamiento

3.4.2.1. Levantamiento de Pendientes (Punch List)

Objetivo

- ✓ Identificar deficiencias de la construcción y/o fabricación para su corrección, teniendo en cuenta cada una de las disciplinas que compongan el proyecto.

Disciplinas

- ✓ Eléctrica
- ✓ Instrumentación
- ✓ Mecánica
- ✓ Tubería
- ✓ Civil
- ✓ Estructural

Herramientas

- ✓ Planos emitidos para construcción (en caso de obras de construcción)
 - Eléctricos: Unifilar y Datasheets

- Instrumentación: Diagrama de lazos y P&ID
 - Mecánica: Layout, Datasheets y P&ID
 - Tubería: Isométricos y P&ID
 - Civil: Planos de Planta o Layout
 - Estructural: Planos de Planta o Layout
- ✓ Últimas especificaciones aprobadas (en caso de compras de equipos)

Partes Involucradas

- ✓ Constructor o Proveedor
- ✓ Representantes correspondientes de SSJV
- ✓ Personal del PMT (representante de Comisionamiento y/o Project Manager)
- ✓ Personal Cliente de Operaciones Cerrejón

Pasos

1. Consolidar el paquete de planos y/o especificaciones del sistema a comisionar, emitidos para construcción.
2. Estudiar el paquete por parte de las personas involucradas.
3. Informar a las partes involucradas sobre la caminata en la cual se realizará el levantamiento de pendientes.
4. Realizar la caminata y escribir todos los pendientes identificados.
5. En oficina, verificar los pendientes si están dentro del alcance del constructor y/o proveedor o se realizará una pregunta técnica a ingeniería. Estos últimos deben mantenerse en el Listado de Pendientes, hasta que ingeniería conteste formalmente si se realizará el pendiente.
6. Clasificar todos los pendientes en categorías A o B²⁹, verificarlos en compañía del Jefe de Comisionamiento del P40.

²⁹ **Pendientes A:** Afecta la operabilidad y la seguridad del sistema y/o equipo. Debe ser atendido y solucionado antes de la puesta en marcha.

Pendientes B: No afecta la operabilidad y la seguridad del sistema y/o equipo, por lo que no impide que el sistema pase a operación

7. Enviar Listado de Pendientes en formato establecido en los lineamientos de documentación, a las partes involucradas para la fijación de fechas de cierre de cada pendiente (por parte del contratista) y posterior seguimiento.
8. En la medida que se vayan cerrando los pendientes deben ser verificados y firmados ya sea por el Jefe de Comisionamiento o por el Precomisionador del P40.
9. Escanear el documento con las firmas y enviar al administrador de la base de datos de comisionamiento, para su debido cierre en el sistema.

3.4.2.2. Pruebas Funcionales

Estas pruebas representan el segundo trabajo de campo para cada uno de los integrantes del equipo de comisionamiento, donde toman la responsabilidad por el sistema al cual se le realizaran las pruebas funcionales, valga la redundancia; si bien antes de salir a realizar estas pruebas los especialistas de cada área e integrantes del equipo deben realizar recorridos de campo para familiarizarse con las obras, comprender la ingeniería aprobada y la funcionalidad de los sistemas y realizar el levantamiento de pendientes, en este punto es donde el equipo de comisionamiento se adueña del sistema.

Básicamente las pruebas funcionales representan pruebas en vacío o sin carga. Con base en su experiencia, el tutor recomienda realizar una serie de verificaciones generales y preliminares antes de pasar a las pruebas en vacío.

Estas pruebas deben llevarse a cabo cumpliendo una serie de protocolos según las disciplinas o elementos que componen el sistema; por la cantidad y variabilidad de sistemas con los que cuenta el proyecto de expansión se determinaron protocolos generales de pruebas funcionales según la facilidad a la que pertenezca el sistema.

Estos protocolos se encuentran en los formatos que se diseñan para realizar las pruebas funcionales y que se presentan en los anexos de acuerdo a la Tabla 8.

Tabla 8. Pruebas Funcionales

Facilidad	Prueba Funcional	
	Requiere	Anexo No.
Edificaciones	Si	Anexo A.
Planta de Carbón	Si	Anexo B.
Talleres y Patios	Si	Anexo C.
Soporte Eléctrico	No	.
Obras Férreas	No	
Obras Civiles	No	
Bandas y Estaciones de Transferencia	Si	Anexo D.
Nuevo Muelle Carbonífero	Si	Anexo E.
Equipo Minero	No	
Equipos Férreos	No	
Equipo Menor y de Soporte	No	

Fuente. Autores

Los sistemas pertenecientes a las facilidades de Obras Férreas y Obras Civiles, no requieren pruebas funcionales ya que la mayoría de los elementos que los componen no poseen funcionalidad antes de su operación, por ejemplo, la construcción de una línea férrea, sistema que la mayoría de sus elementos como el terreno, las traviesas, anclas, el par de rieles, etc., son estáticos y no poseen dicha funcionalidad con o sin carga, no es necesario realizar este protocolo; ahora, es claro que pueden existir elementos como detectores de movimiento a lo largo de esa vía férrea, que si poseen características funcionales, estos serán verificados y comisionados en las pruebas operacionales; por tal razón y por razones de costo/beneficio el presente plan propone que estos sistemas sean comisionados en el desarrollo de las Pruebas Operacionales que se explican en el siguiente numeral.

Los sistemas de soporte eléctrico están compuestos por elementos los cuales su funcionalidad dependen de la misma carga con la que se verificarán en las pruebas operacionales, por tal razón se recomienda realizar un solo protocolo de pruebas.

Los Equipos Mineros, Férreos, Menores y de Soporte no requieren pruebas funcionales ni operacionales por parte del equipo del proyecto ya que en su totalidad estos equipos poseen protocolos de comisionamiento propios del fabricante o vendedor, que se realizan tanto en fábrica como en sitio, por lo que por razones de costo/beneficio se entraría en retrabajos innecesarios; para contrarrestar esta “confianza” por así decirlo, el presente plan propone solicitar a cada proveedor como adjunto dichos protocolos de comisionamiento para su verificación y archivo. Vale la pena aclarar que cada cliente dentro de la compañía podrá ser libre de realizar las pruebas necesarias y que por su experiencia en compras anteriores le da el conocimiento sobre las fallas más conocidas de sus equipos, para dichas pruebas el equipo de comisionamiento deberá prestar el soporte necesario y/o coordinar la presencia de un representante del vendedor al momento de la puesta en marcha del equipo.

3.4.2.3. Pruebas Operacionales

Estas pruebas se realizarán sí y solo sí las pruebas funcionales dieron resultados satisfactorios para cada sistema, excepto los sistemas a los cuales no se les haya realizado prueba funcional. Estas pruebas se componen de igual manera de verificaciones generales y preliminares que en su gran mayoría se realizaron en el paso anterior y que permite al equipo comisionador proceder a realizar la prueba con carga.

Así como las anteriores pruebas funcionales significaban pruebas en vacío o sin carga, estas pruebas operacionales significan pruebas con carga.

Los protocolos para realizar estas pruebas también se consolidaron por facilidades; cabe mencionar que dichos protocolos son sugeridos en este plan y se

presentan de manera general, esto quiere decir que pueden llevarse a cabo pruebas funcionales y operacionales de manera diferente, bajo diferentes criterios a sistemas que pertenecen a una misma facilidad, siempre bajo el aval del Jefe de Comisionamiento.

Se relacionan en la Tabla 9. las facilidades que requieren realizar Pruebas Operacionales y su respectivo anexo, en el que se encuentra el formato de prueba.

Tabla 9. Pruebas Operacionales.

Facilidad	Prueba Operacional	
	Requiere	Anexo No.
Edificaciones	No	
Planta de Carbón	Si	Anexo F.
Talleres y Patios	No	
Soporte Eléctrico	Si	Anexo G.
Obras Férreas	Si	Anexo H.
Obras Civiles	Si	Anexo I.
Bandas y Estaciones de Transferencia	Si	Anexo J.
Nuevo Muelle Carbonífero	Si	Anexo K.
Equipo Minero	No	
Equipos Férreos	No	
Equipo Menor y de Soporte	No	

Fuente. Autores.

Los sistemas pertenecientes a Edificaciones y Taller y Patios, no requiere realizarse estas pruebas ya que por ellos no va fluir carga propiamente dicha, su objetivo es prestar un servicio de soporte a nivel, administrativo, personal, de mantenimiento, etc. Basta con las pruebas funcionales para los elementos que componen dichos sistemas.

3.4.3. Lineamientos para la Documentación

Partiendo de la información contenida en el marco teórico de este trabajo y con el apoyo del Tutor del Proyecto (Jefe de Comisionamiento de Cerrejón), se definen los documentos que deben hacer parte del Dossier y los lineamientos para su registro.

A continuación se describen los lineamientos para los documentos definidos como entregables, resultados del proceso de comisionamiento, que debe contener el Dossier.

En términos generales toda la documentación concerniente al Dossier de Comisionamiento debe entregarse en fólderes de pastas duras de óptima calidad. El lomo puede contener una tarjeta del mismo ancho y largo de éste, donde se lea el nombre del sistema a entregar y debe tener pestañas que faciliten la búsqueda de cada documento.

Cada fólder debe marcarse tanto en la parte frontal como en el lomo con la siguiente información:

- ✓ Nombre y número del sistema
- ✓ Dossier de comisionamiento
- ✓ Solo en la parte frontal, una fotografía del sistema

A continuación se describe por separado los lineamientos de documentación para los dos tipos de sistemas del proyecto, es decir para los proyectos de Construcción se requiere un número mayor de entregables a diferencia de la Compra de Equipos. La estructura de la documentación o el formato se mantiene para los dos tipos de sistemas.

DOCUMENTACIÓN PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

- ✓ **Certificado de Aceptación – Listo para Arranque:** Representa el cambio de responsabilidad por el sistema, es decir es la entrega oficialmente del proyecto al cliente para la operación.

El certificado de aceptación debe contener como mínimo la fecha de realización, el Sistema, la descripción del sistema, los planos que limiten el alcance del sistema, la verificación de que no hayan pendientes, que todos los planos estén adjuntos, que se haya completado el proceso de Comisionamiento que se había programado y que la lista de los pendientes categoría B esté adjunta.

Las fotocopias que se anexen deben ser legibles, pero las firmas deben ser originales o por el contrario debe llevar un sello y firma indicando en qué documento se encuentra el original.

No se permiten alteraciones, adiciones u omisiones en los documentos. En estos casos se debe preparar un nuevo documento. En el caso donde no sea posible elaborar un nuevo documento, la alteración debe ser aprobada, firmada y fechada. Está prohibido el uso de líquidos blancos de corrección o realizar tachones de las partes a corregir. No se permite el uso de marcadores fluorescentes para diferenciar, destacar, etc.

El Certificado de Aceptación debe estar firmado como evidencia de que fue revisado, tanto por el Director del Proyecto, como por el Gerente de Comisionamiento y debe anexarse un Certificado de Aceptación para cada uno de los Sistemas. Ver el Anexo L. Formato de Certificado de Aceptación.

- ✓ **Descripción General del Sistema:** Se realiza con el objetivo de entregarle al cliente una explicación lógica, resumida y práctica del funcionamiento y operatividad del sistema que se construyó, esta puede contener un diagrama del proceso para un mejor entendimiento.

La descripción general del sistema debe hacerse en prosa, con el nivel de detalle tal que permita el fácil y rápido entendimiento. Esta descripción debe hacer uso de diagramas e imágenes que permitan un mayor nivel de claridad.

Para su documentación debe utilizarse el template que se encuentra en el Anexo M.

- ✓ **Lista de Pendientes:** Esta es la primera actividad que depende propiamente del equipo de comisionamiento, se realiza con el ánimo de verificar que todo lo que se aprobó en la ingeniería haya sido construido y si hubo cambios (como es natural en todos los proyectos), hayan sido realizados bajo la autorización de las partes responsables; esto le garantiza al director del proyecto que fue construido todo por lo que el pagó, le garantiza al cliente que no va tener problemas de operación, y al equipo comisionador, que los pendientes que encuentren sean solucionados por el contratista que posee la mano de obra.

La lista de pendientes es un documento que consolida las deficiencias encontradas entre la construcción de la Ingeniería aprobada y la Ingeniería aprobada, que deben ser corregidas antes de la entrega del sistema al cliente. Para la documentación de estos pendientes se sugiere utilizar el formato que se encuentra en el Anexo N.

- ✓ **Listado de equipos Mayores:** Le permite al cliente una revisión y seguimiento rápido de los equipos Mecánicos, Eléctricos, de Instrumentación, etc. que le fueron instalados en la obra o sistema; esta lista debe contener únicamente equipos mayores y representativos para el cliente (puede realizarse a través de un Pareto, con respecto al costo o importancia dentro de la operación del mismo sistema).

El listado de equipos mayores es el documento en que se citan todos equipos que conforman el sistema, y se nombraron mayores para evitar que

se citen equipos poca relevancia. Para documentar este listado se sugiere utilizar el formato que se encuentra en el Anexo O., en este se debe registrar el serial que identifica el equipo, el nombre del equipo, la potencia del equipo expresada en Horse Power, la capacidad del equipo, el peso, una breve descripción del equipo, el estado en que se encuentra y su fabricante.

- ✓ **Listado de Garantías de Equipos:** Con base en la lista de equipos mayores, deben compilarse las garantías de los mismos, por si fallan durante su operación, aunque en Cerrejón el departamento de Materiales y Compras es el encargado de todas las garantías de los equipos, este adjunto le da la posibilidad al cliente de una revisión rápida y si la garantía es válida o definitivamente no, evitando así tiempos de administrativos de respuesta. Para el comisionamiento es importante identificar y conocer las garantías que respaldan el buen funcionamiento de los equipos que se requieren en cada sistema, esto permite recurrir al fabricante en caso de que estos fallen y aumenta la confianza en los proveedores de estos equipos. Para la documentación de estas garantías no se ha establecido un formato puesto que dependen de cada sistema y en especial de cada proveedor, lo que si se requiere es adjuntar a este dossier cada una de las garantías de los equipos.

- ✓ **Lista de repuestos y/o herramientas especiales:** El objetivo es identificar los repuestos claves con los que el sistema debe entregarse y asegurarse que se hagan efectivas las entregas. Para el equipo de comisionamiento es primordial la identificación de los repuestos que deben tenerse al momento de las pruebas funcionales y operacionales, repuestos que quizás no se tengan en el inventario en Cerrejón y que si falla algún equipo, el sistema no genere retrasos mayores por este punto.
Esta lista recoge los repuestos que requieren los equipos de cada sistema, con el objetivo de reducir al máximo las pérdidas de tiempo en la búsqueda de estos, más aun teniendo en cuenta que la mayoría de estos son

importados. Para esta lista, no se sugiere ningún formato de documentación ya que es entregada por el proveedor del equipo.

✓ **Actividades de comisionamiento - Reportes de chequeos preliminares:**

Estos representan la verificación de la documentación recopilada por el equipo de precomisionamiento en dossiers de calidad y de construcción, es clave para el equipo de comisionamiento cerciorarse de las inspecciones que se realizaron durante la construcción y pruebas individuales de los elementos que componen el sistema. El equipo de comisionamiento no debe salir a campo a realizar pruebas en vacío y con carga, a sistemas que no estén liberados por el área de calidad o precomisionamiento y/o no se tenga certificado de ello.

Los chequeos preliminares son chequeos generales que se realizan a los sistemas y son realizados por el equipo de precomisionamiento antes de realizar las pruebas funcionales. No se sugiere formato para documentación, ya que estos chequeos no son elaborados por el equipo de comisionamiento. Se pretende con este chequeo una rápida identificación de los componentes del sistema.

✓ **Actividades de comisionamiento - Pruebas Funcionales:**

Representan las pruebas que se realizan en vacío, las cuales tienen un protocolo definido de acuerdo a cada facilidad. Estos formatos deben ser adjuntados al dossier para que el cliente tenga la tranquilidad que el sistema fue probado de manera funcional.

Las pruebas funcionales brindan al personal de Comisionamiento toda información necesaria para llevar a cabo las actividades de pruebas operacionales de una manera planificada, segura y lógica. La información de los resultados de estas pruebas debe ser consolidada bajo el proceso de comisionamiento. Las pruebas funcionales se hacen por facilidad en los formatos establecidos la Tabla 8. para cada una de estas.

- ✓ **Actividades de comisionamiento - Pruebas Operacionales:** Representan las pruebas que se realizan con carga, las cuales tienen un protocolo establecido de acuerdo a cada facilidad. Los formatos de registro de las pruebas operacionales deben ser adjuntados para que el cliente tenga la tranquilidad que el sistema fue probado de manera operacional. En este documento deben plasmarse detalladamente las instrucciones para llevar cabo las pruebas con carga que se realizan a cada sistema del Proyecto. Para documentar los resultados de estas pruebas se diseñan los formatos que se mencionan en la Tabla 9. de acuerdo a la necesidad de cada una de las facilidades.

- ✓ **Actividades de comisionamiento - Reportes de Fabricantes:** Aplican para sistemas cuyos proveedores de elementos se les contrató para hacer presencia en el momento de su puesta en marcha y realizar pruebas ya establecidas por ellos. También aplican para los casos que los sistemas presenten inconvenientes de funcionalidad u operatividad y se requiera del representante del fabricante para intervenir sus equipos, además puede ser que se requiera de su conocimiento y experiencia para la corrección de problemas.

La estructura para la documentación de estos reportes no se establece teniendo en cuenta que es autonomía de cada proveedor. Lo que si se requiere es que cuando los reportes de fabricantes se lleven a cabo, esta información se anexe al Dossier.

- ✓ **Actividades de comisionamiento - Reportes de Entrenamientos:** Generalmente este lineamiento apunta hacia los sistemas nuevos en Cerrejón y cuya operación no es conocida por los clientes, para ello se contrata a representantes de los proveedores de los equipos instalados para que se le entrene al personal operario y/o administrativo. Puede ocurrir

también cuando los equipos instalados cambian de referencia respecto a lo que ya había en Cerrejón. Esto garantiza al equipo comisionador que los operarios se familiaricen con sus sistemas y disminuya la posibilidad de errores de operación y los impactos que traigan consigo.

La documentación de estos registros depende de cada proveedor se recomienda que contenga los datos del entrenador, la fecha del entrenamiento, los asistentes y los temas tratados.

- ✓ **Manuales de Operación y Mantenimiento:** Le garantiza al cliente una consulta rápida sobre la operación de su sistema y recomendaciones de mantenimiento.

Son una guía para el uso y mantenimiento que requieren los equipos. Estos no se documentan, pues son entregados por los proveedores de los equipos, lo que si debe hacerse es anexarlos al Dossier de comisionamiento.

- ✓ **Lista de lubricantes y/o combustible:** Puede ser extraída de los manuales de mantenimiento o pueden ser requeridos al proveedor, la idea con este lineamiento es que el cliente tenga la posibilidad de una búsqueda rápida en el dossier de comisionamiento sobre los lubricantes o consumibles especiales que necesita para garantizar la sostenibilidad y operación de su sistema.

Este documento debe incluir los planos de los equipos o motores y una lista general donde se especifique todas las características de estos, es decir temperaturas de almacenamiento, las cantidades que requiere cada equipo, frecuencia para el cambio de estos, la cantidad requerida por cada equipo, las instrucciones para suministrarlos a los equipos, entre otras. Este documento debe ser suministrado por el proveedor de cada equipo.

- ✓ **Planos As-Built:** Estos planos en cualquiera de sus versiones representan y describen lo que se construyó finalmente. Se deben adjuntar las últimas

versiones que se tengan de ellos, preferiblemente los planos “tal como se construyó” o más conocidos como planos *as-built*s. Una de las ideas claves sobre este lineamiento es corregir los problemas que se presenta actualmente en la compañía sobre información de planos de proyectos realizados anteriormente y los cuales no muestran la realidad en el campo. Por otro lado estos planos le garantizan al cliente poder intervenir en áreas de su sistema para realizar mejoras de espacio u optimización de procesos sin problemas que puedan encontrarse cables o tuberías que atraviesen, puesto que este tipo de cosas son reflejadas en planos *as-built*s y el contratista debe responder en caso que no sea así. El especialista del equipo de comisionamiento para cada disciplina debe cerciorarse en campo si es el caso, de la veracidad de estos planos.

Estos planos buscan documentar cómo finalmente fue construida la ingeniería aprobada desde un principio. Estos planos deben anexarse a este dossier de comisionamiento con el único objetivo de conocer las modificaciones hechas a la ingeniería aprobada por inconvenientes en campo.

DOCUMENTACIÓN PARA COMPRA DE EQUIPOS

- ✓ **Certificado de aceptación del equipo:** Representa el cambio de responsabilidad por el sistema, por medio de este documento es entregado oficialmente el equipo a cada cliente en la Operación.
- ✓ **Componentes o repuestos entregados:** Para cada equipo o por cierta cantidad de equipos en Cerrejón existe un inventario de componentes o repuestos, este adjunto debe mencionar la compra de dichos repuestos relacionados con este sistema.
- ✓ **Llaves y/o elementos especiales entregados:** Existen switches, puertas, accesos, etc, dentro de cada equipo los cuales requieren de llaves o tarjetas

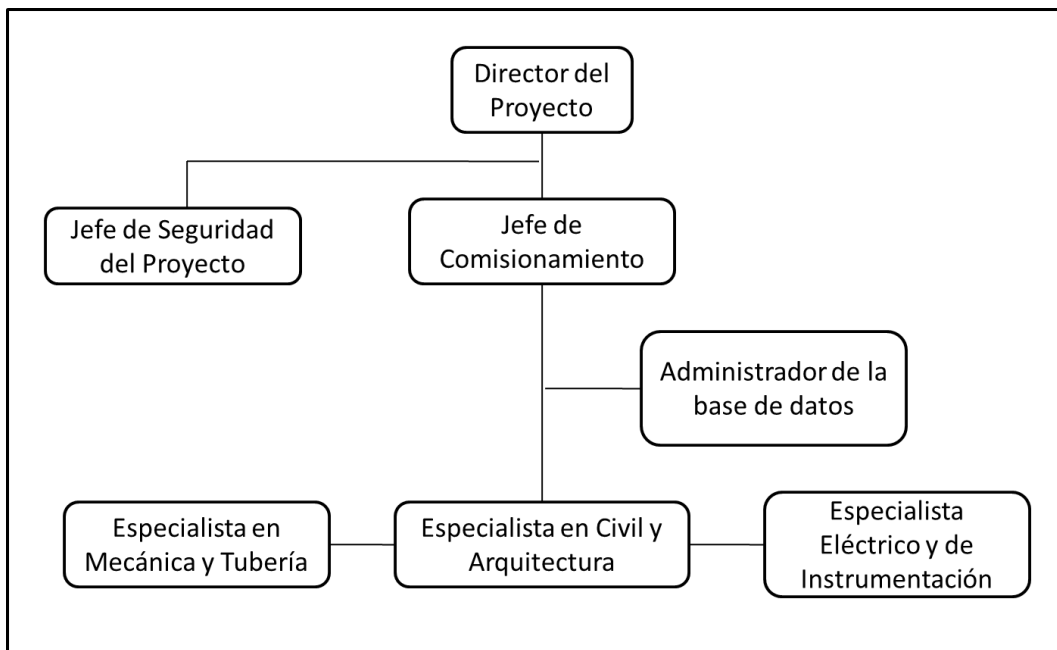
especiales para su acceso, estas deben relacionarse en este adjunto. En casos que no aplican como el de equipo minero (camiones), el cual existe una sola llave maestra que enciende todos estos vehículos, debe mencionarse de esta forma. Este ítem es documentado por el proveedor y debe contener la firma del cliente que haga constar su recibo.

- ✓ **Actividades de comisionamiento:** Estas actividades son propias de cada fabricante y/o proveedor. El equipo comisionador solicitará los resultados de dichas pruebas que pueden realizarse ya sea en fábrica o en sitio, garantizando primero que se hayan realizado y segundo que el equipo haya dado resultados satisfactorios. No será responsabilidad del proyecto de expansión establecer procedimientos de comisionamiento para cada equipo debido a la diversidad de los mismos y por motivos de costo/beneficio.
- ✓ **Listado de Garantías de Equipos:** Cada proveedor y/o fabricante debe enviar la garantía del equipo, esta garantía se justificó en el lineamiento de los Proyectos de Construcción y aplica de la misma manera para los equipos mineros, férreos y de soporte.
- ✓ **Manuales de Operación y Mantenimiento:** Le garantiza al cliente una consulta rápida sobre la operación de su equipo y recomendaciones de mantenimiento.
- ✓ **Otros documentos:** Cualquier otra especificación importante para el cliente debe adjuntarse en este capítulo, por ejemplo entrenamientos, recomendaciones de fabricantes, información sobre representantes, etc.

3.5. ROLES Y RESPONSABILIDADES DE LOS INTERESADOS EN EL PROYECTO

Partiendo de los procedimientos identificados dentro del proceso de comisionamiento se establece el organigrama del equipo de trabajo como se muestra en la Figura 7. En esta se observa que los especialistas están conformados en grupos de dos, de acuerdo a las características de las disciplinas a las que pertenecen. A continuación se describen los roles y las responsabilidades del equipo del proyecto.

Figura 7. Organigrama del Equipo de Comisionamiento.



Fuente. Autores

Roles y Responsabilidades

Definir los roles y las responsabilidades del equipo de comisionamiento, y demás partes interesadas, requiere entender las tareas involucradas, los puntos fuertes de los miembros del equipo de comisionamiento, su experiencia y un enfoque en

el esfuerzo de producir con calidad. La primera etapa consiste en reconocer que el personal de operaciones no debe centrarse solo en la generación de protocolos y los ingenieros no deben centrarse sólo en el levantamiento de pendientes.³⁰

Los roles y responsabilidades de los miembros del equipo de proyecto son:

- ✓ **Director del Proyecto:** Trabaja en coordinación con los líderes de calidad y precomisionamiento para lograr la terminación mecánica de los sistemas en el tiempo acordado con la Gerencia del Proyecto. Su rol principal es la organización, dirección y supervisión de las actividades físicas de campo para inspecciones y pruebas requeridas para cada sistema. Las principales responsabilidades son entre otras:
 - Conformar el equipo humano del proyecto de comisionamiento.
 - Facilitar y supervisar al grupo de construcción para la ejecución del programa de actividades de pruebas e inspecciones a través de los supervisores; siguiendo las delimitaciones de los Sistemas establecidos.
 - Apoyar permanentemente a los líderes de calidad y Precomisionamiento en su gestión con el fin de dar cumplimiento a los programas y a los requerimientos técnicos.
 - Facilitar los recursos físicos, técnicos y logísticos necesarios para el completamiento mecánico.
 - Supervisar los equipos de trabajo para la elaboración correcta de la documentación requerida para la entrega del Certificado de Aceptación.
 - Verificar que las inspecciones y pruebas de cada sistema sean ejecutadas y controladas por los departamentos de control y aseguramiento de calidad.

³⁰ ODUM, Jeffery. Science Direct Data Base. "Sterile Product Facility Design and Project Management". 2da. Edition. [en línea]. 2004. [Mayo 2013]. Traducción por los autores

✓ **Jefe de Comisionamiento:** Reporta al Director del Proyecto los avances y novedades y está encargado de la coordinación de las pruebas de campo. Su rol principal es dirigir y coordinar con el Gerente de construcción las gestiones del Comisionamiento. Debe emitir informes permanentes sobre el estado y avance de las etapas que conforman la elaboración del Certificado de Aceptación, informando a la Gerencia sobre las deficiencias detectadas para que se tomen las acciones correctivas. Las siguientes son las principales Responsabilidades:

- Revisar el cronograma de Comisionamiento.
- Aprobar el presupuesto para el comisionamiento.
- Establecer los sistemas a comisionar.
- Coordinación de actividades del programa de Comisionamiento con el Grupo de Construcción encargado de las inspecciones y pruebas físicas de campo, estableciendo los límites y codificación de las pruebas a realizar en coordinación con los supervisores de construcción.
- Conseguir los recursos para comunicación y manejo electrónico de la información.
- Coordinar el levantamiento de pendientes.
- Asegurar que el programa de Comisionamiento se cumpla integralmente y de acuerdo a este procedimiento.
- Emitir a través del Analista de Base de Datos, todos los estatus de la documentación producida y requerida para el dossier de Comisionamiento.
- Supervisar directamente al equipo de Comisionamiento.
- Coordinar el proceso de entrega oficial de las instalaciones a la Gerencia de construcción por medio de su líder en campo.
- Mantener informado al Director de Proyecto, sobre el estado de pendientes y realizar un seguimiento periódico de los mismos, informar semanalmente el avance de cierre de pendientes.

- Verificar el completamiento del expediente Certificado de Aceptación, revisando la totalidad de certificados en su contenido y que se encuentren firmados por cada uno de los entes autorizados.
 - Definir los paquetes de pruebas funcionales y operacionales de común acuerdo con los supervisores de construcción.
- ✓ **Analista de la Base de Datos:** Reporta al Líder de Comisionamiento y coordina con el Departamento de Control de Calidad el seguimiento y recopilación de los certificados de las pruebas concernientes al completamiento mecánico. Su rol es la revisión, registro y recopilación de la información requerida para la preparación del Dossier; así como su actualización en la base de datos. Las siguientes son sus principales responsabilidades:
- Definir y mantener el cronograma de Comisionamiento.
 - Determinar el presupuesto para el Comisionamiento.
 - Preparar el programa de trabajo.
 - Coordinar con los funcionarios de Aseguramiento de Calidad y Control de Calidad la verificación de la elaboración de las listas de chequeo y de los certificados de las pruebas ejecutadas y el posterior listado de pendientes.
 - Mantener actualizada la base de datos y emitir a diario los informes del estado de los certificados y de los pendientes.
 - Verificar el desempeño técnico de las pruebas y el diligenciamiento de formatos requeridos.
 - Programación de Caminatas y Acompañamiento en el levantamiento de pendientes de cada Sistema del Proyecto.
 - Coordinar, asistir al levantamiento de los listados de pendientes (Punch List) y hacer seguimiento del cierre de pendientes, manteniendo el

registro de avance en cierre de los mismos, de acuerdo a prioridades establecidas.

- Registrar y recopilar los certificados de las pruebas de campo aprobadas por Control de Calidad para la preparación del Dossier.
- Coordinar con Aseguramiento de Calidad el uso correcto de los procedimientos específicos que aplican en cada una de las disciplinas que son de la competencia del Contratista, así como en el manejo y control de documentación, concerniente a las labores de Comisionamiento.
- Realizar seguimiento a las modificaciones de la construcción documentadas.
- Reporte Resumen del Comisionamiento Final.

✓ **Especialista en Mecánica y Tubería:** Operan funcionalmente como soporte técnico del Gerente de Comisionamiento y del Director del Proyecto, en el control y registro de la calidad de las instalaciones hasta el completamiento mecánico y la preparación del Dossier para la entrega formal a operaciones. Su Rol principal es verificar la correcta ejecución de las pruebas y colaborar en la elaboración de los certificados de las mismas y su recopilación para la elaboración del Certificado de Aceptación. Las principales Responsabilidades son entre otras:

- Ejecutar el programa de trabajo establecido con el Analista de Base de Datos.
- Verificar y documentar la aplicación del plan de control de calidad del Proyecto.
- Reportar al Coordinador de Comisionamiento cualquier cambio o anomalía que se haya observado en la etapa de Construcción, los alivios térmicos, ensayos, certificados de calibración de equipos, etc. y

en general, todos los aspectos que inciden para la ejecución de las pruebas.

- Verificar la utilización de la documentación correcta y el diligenciamiento correcto de los formatos para el Certificado de Aceptación, así como la correcta ejecución de las pruebas de campo.
- Realizar el seguimiento de acciones correctivas y coordinar con la Gerencia de la obra su implementación.
- Realizar las pruebas funcionales y operacionales.
- Prestar la asesoría necesaria al Grupo de Pruebas en el área de Control de Calidad.
- Llevar un monitoreo constante de los pendientes de la construcción y mantener permanente comunicación con el Analista de Bases de Datos para la actualización de la base de datos informando a la Dirección del Proyecto.

✓ **Especialista Eléctrico y de Instrumentación:** Operan funcionalmente como soporte técnico del Gerente de Comisionamiento y del Director del Proyecto, en el control y registro de la calidad de las redes eléctricas y la instrumentación de los sistemas hasta su completamiento y la preparación del Dossier para la entrega formal a operaciones. Su Rol principal es verificar la correcta ejecución de las pruebas y colaborar en la elaboración de los certificados de las mismas y su recopilación para la elaboración del Certificado de Aceptación. Entre otras, las principales Responsabilidades son:

- Ejecutar el programa de trabajo establecido con el Analista de Base de Datos.
- Reporta al gerente de construcción y trabaja en coordinación con el grupo de Precomisionamiento en la elaboración y entrega oportuna del Certificado de aceptación.

- Realizar los procedimientos específicos de pruebas y fichas técnicas requeridas por el cliente para la realización de las mismas acorde con la delimitación de los subsistemas.
 - Establecer permanente comunicación con el grupo de Comisionamiento sobre la programación y entrega de Sistemas acorde con el programa de construcción de Redes y Subestaciones.
 - Realizar las pruebas funcionales y operacionales.
 - Verificar el cumplimiento de los procedimientos y especificaciones durante la ejecución de las pruebas que han de realizarse a las partes eléctricas y de instrumentación de un sistema.
- ✓ **Especialista Civil y de Arquitectura:** Operan como soporte técnico del Gerente de Comisionamiento y del Director del Proyecto, en el control y registro de la calidad de las obras civiles y arquitectónicas de los sistemas hasta su completamiento y la preparación del Dossier para la entrega formal a operaciones. Su Rol principal es verificar la correcta ejecución de las pruebas y colaborar en la elaboración de los certificados de las mismas y su recopilación para la elaboración del Certificado de Aceptación. Sus principales Responsabilidades son:
- Ejecutar el programa de trabajo establecido con el Analista de Base de Datos.
 - Coordinar la realización y entrega de los planos “Red-line” a incluir en el Dossier.
 - Realizar los procedimientos específicos de pruebas y fichas técnicas requeridas por el cliente para la realización de las mismas acorde con la delimitación de los subsistemas.
 - Realizar las pruebas funcionales y operacionales.

- Establecer permanente comunicación con el grupo de Comisionamiento sobre la programación y entrega de Sistemas acorde con el programa de construcción de instalaciones.
- Verificar el cumplimiento de los procedimientos y especificaciones durante la ejecución de las pruebas que han de realizarse a las construcciones y diseños de las disciplinas civil y arquitectónica de los sistemas.

✓ **Jefe de Seguridad del Proyecto**

El Jefe de Seguridad tiene como rol principal velar por la integridad física y mental de todas las personas que hacen parte del proyecto.

Sus funciones se especifican a continuación:

- Supervisar el cumplimiento de los estándares de seguridad establecidos por la compañía.
- Inspeccionar el uso correcto de elementos de protección personal.
- Identificar continuamente los riesgos del proceso.
- Establecer controles para los riesgos identificados.
- Velar por el cumplimiento de los controles establecidos para la mitigación de los riesgos.
- Calcular y analizar continuamente estadísticas de accidentalidad del proyecto.
- Realizar inspecciones de seguridad.
- Hacer el reporte de accidentes.
- Coordinar actividades de salud ocupacional y llevar el respectivo registro de estas.

El equipo más eficaz es el que integre la experiencia de los participantes del equipo y tenga como su objetivo, optimizar los resultados. No sólo las operaciones del personal de involucrados en el desarrollo de protocolos, también participan en

la puesta en marcha y la revisión de la documentación. El equipo de validación participa de las actividades de la puesta en marcha para adquirir experiencia, revisar los documentos para el cumplimiento, y ayudar al desarrollo del plan. El personal de construcción participa en el desarrollo y gestión de programas de puesta en marcha y asistencia a la puesta en marcha.

El problema con la mayoría de los esfuerzos de puesta en marcha es que todo el mundo quiere asumir que lo que se cada quien considera importante.

Adicional al equipo de proyecto de comisionamiento es importante definir las responsabilidades del cliente dentro de este proceso.

✓ **Cliente:** El cliente es el jefe del departamento para el que se está realizando la obra y debe operar como un apoyo al equipo de comisionamiento, es el encargado de recibir la obra tan pronto está sea terminada y de verificar que cumpla con las condiciones especificadas. Dentro de sus responsabilidades están las siguientes:

- Demostrar compromiso con el desarrollo de la obra.
- Conocer completamente la obra que se va a desarrollar.
- Guiar al equipo de comisionamiento para el cumplimiento de sus funciones.
- Suministrar las herramientas o implementos que el equipo de comisionamiento requiera.
- Estar presente el levantamiento de pendientes a la obra.
- Verificar que se cumplan los requisitos establecidos en el inicio de la obra.
- Coordinar con el equipo de comisionamiento la realización de las pruebas funcionales y operacionales.
- Velar por la seguridad del equipo de comisionamiento.

3.6. ANÁLISIS DE RIESGOS

El riesgo consiste en un evento incierto que si se dan las condiciones para que ocurra, puede generar un efecto positivo o negativo en por lo menos uno de los objetivos del proyecto, expresados en seguridad, alcance, tiempo, costos y/o calidad.³¹

Dentro del Plan de entrega de Obras es necesario, realizar un análisis de riesgos tanto de seguridad como de bienes, con el objetivo de reducir los impactos negativos en la operación que puedan ser causados por el proceso de comisionamiento. A diferencia del registro de riesgos presentado en el numeral 1.3. (Justificación del proyecto), este nuevo registro de riesgos se realiza, de manera específica a cuatro disciplinas objeto de comisionamiento (Eléctrica, Civil, Mecánica y Tubería). Las disciplinas Instrumental y Arquitectura, comparten riesgos con las disciplinas Eléctrica y Civil respectivamente.

Aplicando la metodología contemplada en el marco teórico del proyecto de grado, se obtuvo como resultado el análisis de riesgos que se presenta en Anexo P.

Para la identificación de riesgos se utilizó la herramienta tormenta de ideas, con la participación de:

- ✓ Edinson Cortes (Jefe de Comisionamiento P40)
- ✓ Daniel Castellanos (Gerente de Riesgos P40)
- ✓ Los autores del presente proyecto de grado.

La definición para cada uno de los enunciados de la plantilla utilizada para el registro de riesgos, se menciona a continuación:

- ✓ **Fuente de Riesgo:** Hace referencia al lugar, equipo o herramienta donde se genera el riesgo.

³¹ YEOMANS, Daniel. PMI "Passing the Risk Management Professional". 1ra. Edición, 2011, Pág 173

- ✓ **Evento de Riesgo:** Es lo que puede ocurrir en caso de que el riesgo se materialice.
- ✓ **Causas:** Son una serie de condiciones y actos que pueden materializar el riesgo.
- ✓ **Impacto:** Se refiere al área del proyecto que puede ser afectada por la materialización del riesgo, entre estas se encuentran las siguientes opciones:
 - Financiero
 - Salud y Seguridad
 - Medio Ambiente
 - Social y Cultural
 - Reputación
 - Legal
 - Protección
- ✓ **Controles Preventivos:** Es la estrategia que se plantea para atacar las causas, con el objetivo de minimizar la probabilidad de la materialización del riesgo.
- ✓ **Control Crítico:** En el Registro de Riesgos debe establecerse cuales de los controles preventivos definidos, son controles críticos, es decir que si estos no se ejecutan el riesgo se materializa.
- ✓ **Responsable:** Es el encargado de que los controles preventivos se ejecuten en durante todo el desarrollo del proyecto.
- ✓ **Factor de Probabilidad:** Teniendo en cuenta la frecuencia con que se han materializado los riesgos durante la existencia de la empresa, se establece la probabilidad de que estos ocurran. Existen diferentes herramientas para determinar esta probabilidad, en Cerrejón como lineamiento de una de sus compañías accionistas se utiliza para su determinación la Tabla 4.
- ✓ **Factor de Severidad:** Se refiere al rigor o la seriedad del riesgo, es decir este factor mide el impacto del riesgo si se materializa. Para la determinación de este factor se hace uso de la Tabla 5. contenida en el marco teórico.

- ✓ **VRR:** Valor del Riesgo Residual, se calcula multiplicando el factor de probabilidad por el factor de severidad y determina si el riesgo es tolerable o no para la organización.
- ✓ **Tolerabilidad:** Indica el tratamiento que se debe dar al riesgo con base en el valor VRR. Por políticas de la compañía si este valor es menor que 90, el riesgo es tolerable y será administrado por el responsable del control. En caso contrario, es decir cuando el VRR del riesgo sea mayor o igual que 90, se requiere la evaluación por parte del Presidente y Vicepresidentes de la compañía, de la probabilidad de abordar o no la actividad que genera el riesgo, y en caso de que se apruebe realizar la actividad se establecen controles críticos para mitigar la probabilidad del riesgo.³²

3.6.1. Riesgos de Bienes o de Negocios

Los Riesgos de Bienes o de Negocios son riesgos que pueden convertirse en oportunidades o amenazas para un proyecto y de estos puede obtenerse pérdidas o ganancias.

Estos riesgos son los que tienen un impacto Financiero, de Medio Ambiente, Social y Cultural, Reputación, Legal y de Protección, ya que estos impactos generan en la mayoría de las veces desembolsos de dinero por sanciones, compensaciones, reparaciones, entre otros.

Cada organización decide la medida de riesgo que desea afrontar con un proyecto, utilizando estrategias como subcontratar algunos factores otras empresas, la cual asumirá mayores o menores riesgos, en función del contrato que se establezca.³³

³² MCLLROY, Annette. "Risk Management", BHP BILLINTON, Version 3.1, 2012, Pág. 6.

³³ Wikibooks. "Gestión de Proyectos". [Febrero 2013]. Disponible en:
http://es.wikibooks.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_proyectos#Riesgo_y_oportunidad_en_la_Gesti.C3.B3n_de_proyectos

Por este motivo, cada uno de los riesgos identificados dentro del Registro tienen un responsable de los controles establecidos, quienes deben asumir las consecuencias cuando uno de estos se materialice por incumplimiento de los controles.

3.6.2. Riesgos de Seguridad

Los riesgos de seguridad son los riesgos derivados de condiciones de seguridad, ergonómicos y psicosociales que afectan la integridad de la persona.

Entre estos riesgos se identifican por ejemplo los riesgos generados por mala señalización, por las condiciones del lugar de trabajo, por los equipos de trabajo, por instalaciones eléctricas o incendios entre otros.

Los riesgos de seguridad en algunos casos, dependiendo de la gravedad del accidente tendrán también un impacto económico negativo dentro del proyecto.

4. APLICACIÓN DEL PLAN DE ENTREGA DE OBRAS

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA PILOTO

El sistema escogido para la aplicación del Plan de Entrega de Obras diseñado en el presente proyecto de grado es:

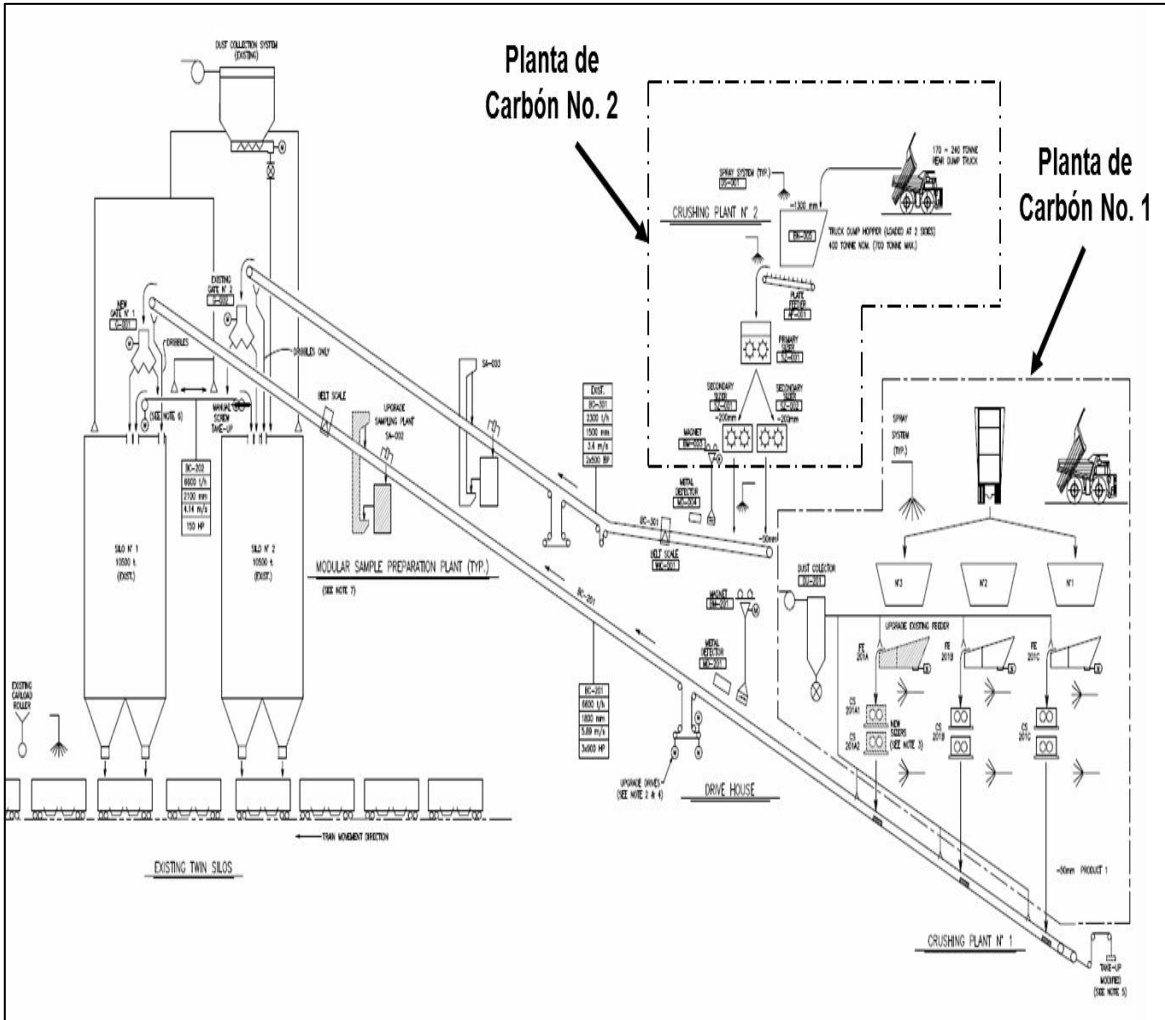
- ✓ Nombre: Trituradora No. 3
- ✓ Número: 1010204
- ✓ Facilidad: Planta de Carbón
- ✓ Lugar: Mina
- ✓ Tipo de Sistema: Proyectos de Construcción

La selección de este sistema fue hecha por el equipo de comisionamiento y los autores de este proyecto, después de evaluar la relevancia de esta obra dentro del proyecto de expansión, además de que esta es una de las obras que integra disciplinas como Civil, Mecánica y Eléctrica, lo que la hace una de las obras más completas del Proyecto de Expansión. De otra parte, el cronograma de desarrollo del proyecto P40 aportó para que esta fuera la obra en la que se hiciera la aplicación del plan. Esta selección fue avalada por el Tutor del Proyecto (Jefe de Comisionamiento de Cerrejón).

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La etapa de Trituración y/o apilamiento de carbón, del Proceso Productivo del Carbón consiste en plantas de trituración que reciben el carbón, lo trituran y por medio de una banda transportadora lo llevan hacia la parte superior de los silos para cargarlo al ferrocarril como se ilustra en la Figura 1. Esta etapa del proceso se hace a través de 4 trituradoras, las cuales están distribuidas así: 3 trituradoras en la Planta de Carbón No. 1 y una sola en la Planta de Carbón No. 2, como se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Trituración y Apilamiento de Carbón.



Fuente. Cerrejón.

El objetivo de la trituración es reducir el tamaño del carbón a 5 y 2 pulgadas de diámetro, el cien por cien del carbón producido en la mina es triturado. Luego de la trituración el carbón cae en la planta No. 1 a la banda transportadora BC-201, y en la planta No. 2 a la banda transportadora BC-301, con base en esta introducción se puede ir deduciendo la importancia de este proceso y lo delicado del mismo para Cerrejón, ya que las bandas transportadoras transportan las 32 mtpa de

carbón a los silos para cargar los vagones que lo trasladan hasta Puerto Bolívar y que finalmente es exportado por Cerrejón.

El objetivo del proyecto de expansión con el reemplazo de esta trituradora es aumentar la rata de trituración en la planta de carbón No. 1, de 5100 toneladas/hora nominales a 6000 toneladas/hora nominales, esto con el remplazo de la trituradora No.3 que aumenta su capacidad nominal de trituración individual a 2000 toneladas por hora.

A continuación se hace una breve descripción de la Trituradora No. 3.

El sistema fue construido con base en 44 planos emitidos para construcción, distribuidos de la siguiente manera:

- ✓ 16 plano civiles
- ✓ 16 planos mecánicos
- ✓ 12 planos eléctricos, de instrumentación y control

Adicionalmente el sistema cuenta con el suministro de la trituradora que se compró a la empresa inglesa MMD GPHC LTD.

Cada una de las 3 trituradoras está compuesta por una trituradora primaria y una secundaria ubicadas en segundo y primer nivel respectivamente. La trituradora No. 3 posee en su parte superior tolvas de alimentación que conducen el carbón descargado de los camiones hacia la trituradora primaria que cuenta con dos juegos de rodillos dentados que al paso del carbón reducen su tamaño. Posteriormente el material cae a la trituradora secundaria que finalmente le da el tamaño deseado, luego a través de un chute de descarga el carbón es dejado sobre la banda en movimiento BC-201.

Cada una de las trituradoras posee dos unidades motrices, los motores de la trituradora primaria con una potencia de 240 caballos de fuerza, mientras que los motores de la trituradora secundaria tiene una potencia de 320 caballos de fuerza.

Para dar una mejor visión y comprensión del sistema, la Figura 9. muestra los planos de la Planta de Trituración de Carbón No. 1.

4.3. REVISION DE RESULTADOS

Después de identificada la obra en la que se prueba el Plan de entrega de Obras, a continuación se describe el resultado que se obtiene respecto a cada uno de los puntos del Plan.

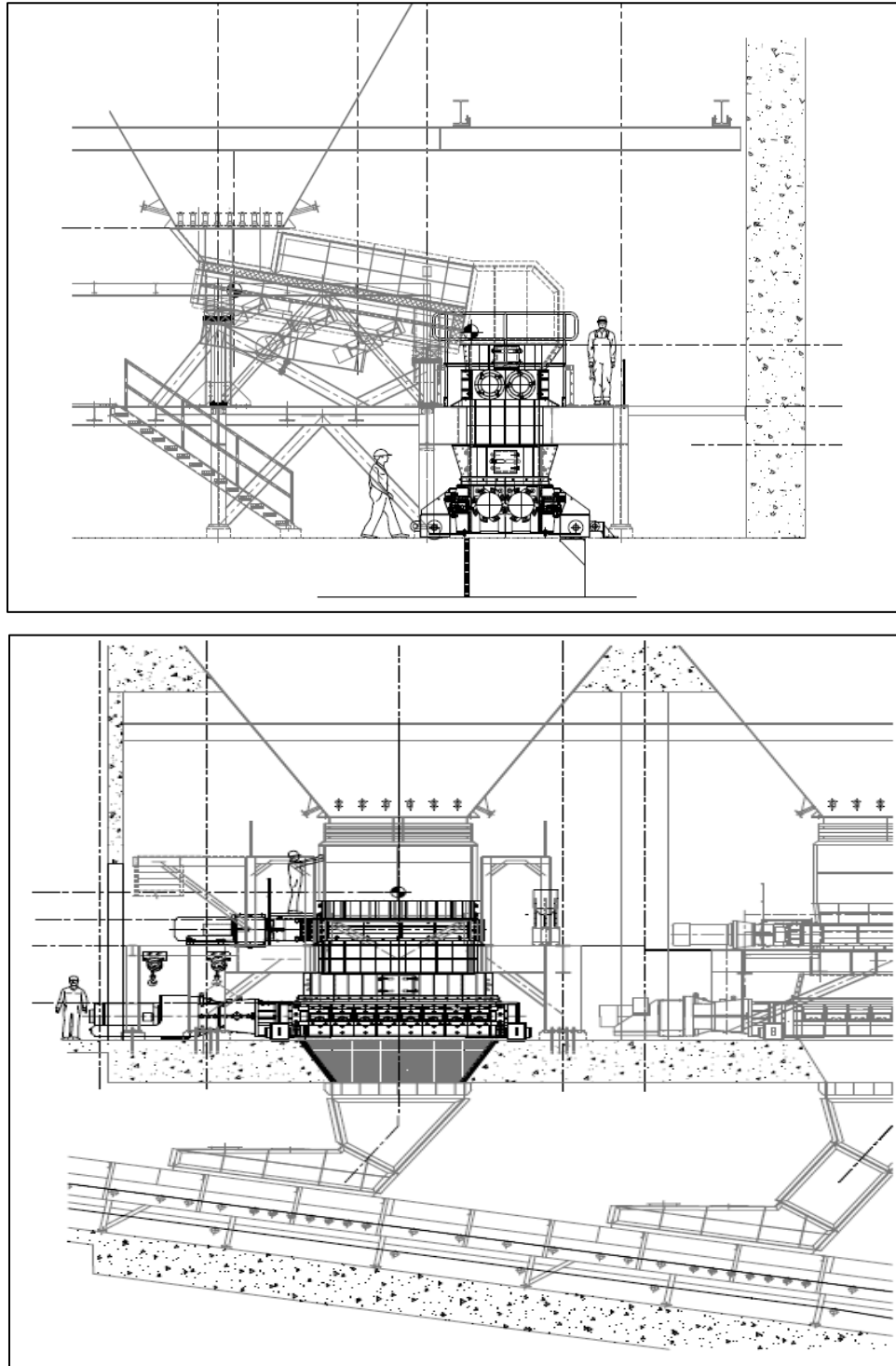
4.3.1. Objetivo:

Minimizar el impacto negativo en la operación de Cerrejón que puede generarse por el remplazo de la trituradora No. 3 de la Planta de carbón 1.

Este objetivo fue alcanzado y los impactos negativos se redujeron al mínimo, pero no fueron eliminados totalmente. A continuación se mencionan algunos inconvenientes presentados durante el comisionamiento del sistema.

- ✓ En periodo de precomisionamiento uno de los 4 motores no arrancó; por motivos de órdenes de compra el repuesto que se pactó comprar no había llegado a sitio, por lo que tuvo usarse un motor que conservaba el cliente en inventario.
- ✓ El día que se realizaron las pruebas funcionales, la lógica del control del sistema - PLC, no corrió de forma correcta, afortunadamente se contaba con la presencia del proveedor OMNICOM quien facilitó que este inconveniente fuera superado rápidamente.
- ✓ Luego de la puesta en operación del sistema, el cliente manifestó que la trituración no estaba dando el tamaño necesario, este inconveniente no representó mayor alarma puesto que es normal que en equipos como este se tenga un periodo de ajustes, luego de la terminación final del sistema.

Figura 9. Plano de la planta de Trituración de Carbón.



Fuente. Cerrejón.

4.3.2. Sistema

El sistema elegido como obra piloto es el remplazó de la trituradora No. 3 de la Planta de Carbón 1, como se identifica y describe en este capítulo.

4.3.3. Alcance

El proceso de comisionamiento inicia con el levantamiento de pendientes que se realiza en compañía del contratista, SSJV, el Jefe de Comisionamiento, el cliente, y los autores del proyecto. El resultado, 33 pendientes de las disciplinas Civil, Eléctrica, Mecánica, a los cuales se les realiza el respectivo seguimiento hasta su cierre. Durante el proceso se realizan las respectivas pruebas operacionales y funcionales siguiendo los procedimientos establecidos para las disciplinas correspondientes, contando con el apoyo del cliente. Paralelo al desarrollo de las pruebas se recolecta la información requerida por el dossier de comisionamiento.

4.3.4. Roles y Responsabilidades

En el desarrollo de las pruebas realizadas al sistema se contó con personal profesional de SSJV, especialistas en cada una de las disciplinas correspondientes, ya que el proyecto P40 por parte de Cerrejón no contaba en ese momento con un equipo de comisionamiento completo y formalmente constituido.

4.3.5. Análisis de Riesgos

Para salir a realizar las pruebas se realizó una charla de seguridad por parte del Jefe de Comisionamiento a partir del Registro de Riesgos hecho para el proceso de comisionamiento, recordando los riesgos con los que se iba a enfrentar el equipo, haciendo énfasis en los controles críticos determinados, como por ejemplo:

- ✓ Inspección preoperacional y verificada por el supervisor de los equipos utilizados para medición como amperímetros, voltímetros, generador de señales, entre otros.

- ✓ Preparación, entrenamiento y capacitación al personal de brigadas, Disponibilidad y divulgación de un plan de emergencia, se contó con la presencia de las brigadas de emergencia de Cerrejón, ya que el sistema se encuentra en un espacio confinado.
- ✓ Comunicación previa y durante el trabajo con las autoridades del área, este control fue fundamental para el desarrollo de las pruebas, se tuvo comunicación eficaz con el cuarto de control para la coordinación de las pruebas con carga y la verificación de resultados en el sistema.
- ✓ Adicionalmente para la corrección de algunos pendientes se tuvo en cuenta la aplicación de estándares de bloqueo y aislamiento, para el ingreso de técnicos de partes como tolvas de alimentación y verificación de los ejes de los rodillos, se deben bloquear áreas por donde pueda ingresar material y causar daño al personal que está trabajando.

5. DOSSIER DE COMISIONAMIENTO

El Dossier de Comisionamiento es el documento que compila todos los entregables establecidos por el plan de entrega de obras, pruebas, manuales, garantías, etc. y representa el proceso de transferencia de custodia y control sobre un sistema específico. En este caso en particular representa la transferencia de responsabilidades sobre la Trituradora No. 3, entre el director del proyecto de expansión y el cliente (superintendencia de plantas de carbón).

Físicamente es un folder con la documentación necesaria para un sistema definido, que demuestra que cada elemento del sistema se ha completado según los requisitos del contrato y asegura que el sistema está listo para la operación.

Este dossier se entregó por los autores de este proyecto al equipo y al Jefe de comisionamiento, quien realizó sus ajustes y posteriormente dio el aval al documento. Por último se entregó una copia al cliente Sr. Roque Castaño, Superintendente de Plantas de Carbón.

Este entregable contiene los registros que evidencian la aplicación del Plan de Entrega de Obras en la Obra piloto y que aseguran al cliente que el sistema está listo para la Operación.

Debido al tamaño de este entregable, este dossier se encuentra en el Anexo Q.

El Plan de Entrega de Obras diseñado ha recibido la aprobación del Jefe de Comisionamiento y como resultado de esto será aplicado en las demás Obras que conforman el Proyecto de Expansión de Cerrejón.

6. CONCLUSIONES

- ✓ El desarrollo del proyecto permitió establecer e integrar diferentes conceptos claves del proceso de comisionamiento, pues al inicio de este existían diferentes interpretaciones que en un principio hicieron que el proceso fuera pausado. Hacer claridad en estos conceptos se evidenció en el desarrollo del plan de entrega de obras diseñado por los autores de este documento.
- ✓ El realizar un análisis de riesgos permitió identificar la necesidad de diseñar un plan de entrega de obras como estrategia de control para la materialización de los riesgos identificados.
- ✓ La identificación de riesgos de bienes y de seguridad dentro del plan de entrega de obras permitió establecer controles críticos y responsables que evitaron la materialización de eventos de riesgo, ya que los controles establecidos para el proceso de comisionamiento en la obra aplicada fueron supervisados de principio a fin.
- ✓ El establecer los roles y responsabilidades de los interesados en el proyecto facilitó la dirección del personal involucrado en el proceso de comisionamiento. Esto fue primordial para alcanzar gran parte de los resultados de forma transparente y oportuna.

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Continuar con la aplicación del plan de entrega de obras al conjunto de sistemas que conforman el proyecto de expansión.
- ✓ Generar el plan de entrega de obras desde la misma concepción del proyecto, con el fin de involucrar a cada integrante del equipo de proyecto y prepararlo para el cierre y entrega de cada sistema.
- ✓ Implementar los controles propuestos por el presente de proyecto de grado desde la fase de ingeniería de cada obra.
- ✓ Realizar una programación para el desarrollo de las actividades del equipo de comisionamiento que permita ajustar los tiempos de contratación de cada integrante del equipo, partiendo de los lineamientos de documentación establecidos.
- ✓ Los equipos de calidad (QA/QC), precomisionamiento y comisionamiento deben trabajar bajo lineamientos similares, es decir, cada una de las pruebas realizadas a medida que el proyecto avance debe ser útil para el siguiente equipo. Esta opción permite asegurar que los distintos riesgos identificados para el proceso de entrega de obras no se materialicen, pues los errores pueden ser identificados y corregidos en fases tempranas.

8. BIBLIOGRAFÍA


- ✓ Bathgroup. “Comisionamiento de obras”. 2013. [Enero 2013]. Disponible en: http://www.bathgroup.com/view_page.sstg?category=21&id=4&s=1
- ✓ Cerrejón. “Calidad del Producto”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa/calidad-del-producto.aspx>
- ✓ Cerrejón. “Historia”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa/historia/nuestra-historia-1980-1989.aspx>
- ✓ Cerrejón. “Indicadores”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/operacion-integrada/indicadores.aspx>
- ✓ Cerrejón. “Operación Integrada”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/operacion-integrada.aspx>
- ✓ Cerrejón. “Tendencias de Producción”, [en línea]. Marzo 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://www.cerrejon.com/site/mas-sobre-el-carbon/tendencias-de-produccion.aspx>
- ✓ Ingeniería verde. “El proceso de comisionamiento”. 2006. [Enero 2013]. Disponible en: <http://ingenieriaverde.wordpress.com/comisionamiento/el-proceso-de-comisionamiento-fundamental-y-avanzado/>
- ✓ LANE, Greg. MESSENGER, Paul. Science Direct Data Base. [en línea]. Febrero 2011. [Enero 2013]. Traducción por los autores.
- ✓ MCLLROY, Annette. “Risk Management”, BHP BILLINTON, Version 3.1, 2012, Pág. 6.
- ✓ Universidad de Texas. “Plan Maestro de Comisionamiento”. [Enero 2013]. Disponible en:

<http://www.utexas.edu/pmcs/dcstandards/documents/CommissioningMasterPlan.pdf>. Traducción de los autores.

- ✓ YEOMANS, Daniel. PMI "Passing the Risk Management Professional". 1ra. Edición, 2011, Pág 173.

9. ANEXOS

Anexo A. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA EDIFICACIONES

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>EDIFICACIONES</u>	Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:	CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION
<u>GENERALES</u>		
El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción		
Verificar que las zonas exteriores estén terminadas según diseño		
El estacionamiento cumple con los planos de diseño		
El acceso a las edificaciones están libres de obstáculos y pueden ser transitadas de manera segura		
Se encuentra la edificación en buenas condiciones de aseo, se han retirados todos los elementos extraños.		
<u>VERIFICACIONES PREVIAS</u>		
1. Acabados Paredes internas y externas		
Verificar que no hallan grietas en las paredes		
Verificar que la pintura no requiera reparaciones		
Verificar que los accesorios relacionados estén completos		
2. Acabados de pisos		
Verificar que la instalación de las baldosas y/o pisos haya sido efectuada de manera correcta		
Verificar que no haya permeabilidad entre las uniones		
Verificar que el guarda escobas esté instalado de manera correcta		
Verificar que la pendiente requerida para el escurrimiento de aguas estén dentro de lo especificado en el diseño		
3. Acabados de Techos		
Verificar que no hallan grietas		
Verificar que la pintura no requiera reparaciones		




**FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS
PERTENECIENTES A LA FACILIDAD:
EDIFICACIONES**

Proyecto de
Expansión Cerrejón


Fecha: __/__/__

NOMBRE DEL SISTEMA:	ID DEL SISTEMA:
LUGAR:	CONSTRUCTOR:

REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION
4. Puertas y Ventanas		
Verificar que todas las puertas tengan sus chapas correspondientes		
Verificar que todas las ventanas tengan sus pasadores de seguridad correspondientes		
Verificar que la pintura esté de acuerdo al diseño y no requiera reparaciones		
Verificar que los marcos hayan sido instalados de manera apropiada		
Verificar que las puertas y las ventanas operan de manera segura		
5. Servicios Eléctricos		
Verificar que todos los plafones estén instalados correctamente		
Verificar que todos los tomas hayan sido instalados correctamente		
Verificar que todos los interruptores hayan sido instalados correctamente		
Verificar que el cableado haya sido completado		
Verificar que todas las protecciones eléctricas estén instaladas de acuerdo al diseño		
Verificar que él para rayos esté instalado adecuadamente		
6. Servicios HVAC		
Verificar que el sistema de aire acondicionado haya sido instalado de acuerdo al diseño		
Verificar que los ductos de distribución del aire acondicionado se encuentren debidamente instalados y		
7. Telecomunicaciones		
Verificar que los tomas estén correctamente instalados (teléfono/internet y televisión)		
8. Fuego y Gas		
Verificar que el sistema de distribución de gas esta completo		
Verificar el sistema detector de humos y fuegos están habilitados		
Verificar la disponibilidad de los extintores		
Verificar que el sistema de alarma haya sido instalado		

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: EDIFICACIONES		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/____
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL		ESTADO	OBSERVACION
9. Sistema de Aguas Lluvias			
Verificar que los sistemas de canales de agua estén instalados y soportados correctamente			
10. Sistema de Aguas Negras			
Verificar que todas las tuberías de drenajes están instaladas y sean herméticas			
PRUEBAS FUNCIONALES			
1. Servicios Eléctricos			
Verificar que toda la iluminación opera adecuadamente			
Verificar que todos los tomas suministran el voltaje adecuado			
2. Servicios HVAC			
Verificar que el sistema de aire acondicionado opera adecuadamente			
3. Fuego y Gas			
Verificar que la red de distribución de gas opera adecuadamente			
Verificar que el sistema detector de incendios opera adecuadamente			
Verificar que el sistema de alarma opera adecuadamente			
4. Sistema de Aguas Negras			
Verificar que los sanitarios, lavamanos y demás drenajes operan adecuadamente			
4. Cocina			
Verificar que los gabinetes y puertas operen correctamente y su material se encuentre en perfecto estado			
Verificar que el horno, extractor y fogones funcionan correctamente			
OBSERVACIONES GENERALES:			
	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			

Anexo B. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA PLANTA DE CARBÓN

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>PLANTA DE CARBON</u>	Proyecto de Expansión Cerrejón																																																															
		Fecha: __/__/__																																																															
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:																																																															
LUGAR:																																																																	
CONSTRUCTOR:																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL</th> <th>ESTADO</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"> <u>GENERALES</u> </td> </tr> <tr> <td>El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>La estructuras modificadas se encuentra en condiciones de recibir carga y todos sus tornillos se encuentran torqueados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Todos los protocolos de precomisionamiento de los equipos eléctricos han sido completados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Todos los aparejos de izaje para mantenimiento están instalados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Todas las plataformas de acceso están completas y no presentan condiciones inseguras</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar todos los dispositivos de seguridad esten correctamente instalados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <u>VERIFICACIONES PREVIAS</u> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> 1.0 Tolvas de alimentación y descarga </td> </tr> <tr> <td>Confirmar que los recubrimientos internos (liners) están instalados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las tolvas estén libres de obstáculos y/o objetos extraños</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las puertas de inspección estén y tengan el empaque apropiado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar el sello de cada uno de los extremos de la tolva</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> 2.0 Componentes Motrices </td> </tr> <tr> <td>Verificar las guardas de seguridad</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que los acoples estén instalados adecuadamente</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar los niveles de los fluidos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar la instalación apropiada del sistema de monitores de temperatura de las chumaceras de los rodillos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Confirmar que los sensores de velocidad estén instalados apropiadamente</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Confirmar que los rodamientos han sido engrasados apropiadamente</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION	<u>GENERALES</u>			El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción			La estructuras modificadas se encuentra en condiciones de recibir carga y todos sus tornillos se encuentran torqueados			Todos los protocolos de precomisionamiento de los equipos eléctricos han sido completados			Todos los aparejos de izaje para mantenimiento están instalados			Todas las plataformas de acceso están completas y no presentan condiciones inseguras			Verificar todos los dispositivos de seguridad esten correctamente instalados			<u>VERIFICACIONES PREVIAS</u>			1.0 Tolvas de alimentación y descarga			Confirmar que los recubrimientos internos (liners) están instalados			Verificar que las tolvas estén libres de obstáculos y/o objetos extraños			Verificar que las puertas de inspección estén y tengan el empaque apropiado			Verificar el sello de cada uno de los extremos de la tolva			2.0 Componentes Motrices			Verificar las guardas de seguridad			Verificar que los acoples estén instalados adecuadamente			Verificar los niveles de los fluidos			Verificar la instalación apropiada del sistema de monitores de temperatura de las chumaceras de los rodillos			Confirmar que los sensores de velocidad estén instalados apropiadamente			Confirmar que los rodamientos han sido engrasados apropiadamente		
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION																																																															
<u>GENERALES</u>																																																																	
El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción																																																																	
La estructuras modificadas se encuentra en condiciones de recibir carga y todos sus tornillos se encuentran torqueados																																																																	
Todos los protocolos de precomisionamiento de los equipos eléctricos han sido completados																																																																	
Todos los aparejos de izaje para mantenimiento están instalados																																																																	
Todas las plataformas de acceso están completas y no presentan condiciones inseguras																																																																	
Verificar todos los dispositivos de seguridad esten correctamente instalados																																																																	
<u>VERIFICACIONES PREVIAS</u>																																																																	
1.0 Tolvas de alimentación y descarga																																																																	
Confirmar que los recubrimientos internos (liners) están instalados																																																																	
Verificar que las tolvas estén libres de obstáculos y/o objetos extraños																																																																	
Verificar que las puertas de inspección estén y tengan el empaque apropiado																																																																	
Verificar el sello de cada uno de los extremos de la tolva																																																																	
2.0 Componentes Motrices																																																																	
Verificar las guardas de seguridad																																																																	
Verificar que los acoples estén instalados adecuadamente																																																																	
Verificar los niveles de los fluidos																																																																	
Verificar la instalación apropiada del sistema de monitores de temperatura de las chumaceras de los rodillos																																																																	
Confirmar que los sensores de velocidad estén instalados apropiadamente																																																																	
Confirmar que los rodamientos han sido engrasados apropiadamente																																																																	



**FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS
PERTENECIENTES A LA FACILIDAD:
PLANTA DE CARBON**

Proyecto de
Expansión Cerrejón

Fecha: __/__/__

NOMBRE DEL SISTEMA:	ID DEL SISTEMA:
LUGAR:	CONSTRUCTOR:

REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION
3.0 Rodillos y Auxiliares		
Confirmar que los rodillos han sido alineados y rotan libremente		
Verificar que no haya ningún material extraño en el interior del sistema		
Verificar que las puertas de inspección estén y tengan el empaque apropiado		
4.0 Alimentador Vibratorio (Exclusivo Sistema de trituración)		
Verificar que el sistema no tenga excesiva deflexión estructural		
Verificar los espacios entre las partes móviles y las partes estacionarias sean los apropiados		
5.0 Sistema de Lubricación		
Ajustar los tiempos de inyección de lubricante		
Verificar que el sistema no tenga fugas		
Verificar que las conexiones de las mangueras estén apretadas		
Verificar que el sistema haya sido lubricado correctamente		
PRUEBAS EN VACIO		
1.0 Componentes Motrices		
Correr todos y cada uno de los motores por 1 hora, verificando ruidos, vibraciones y resonancias		
Verificar la operación de los <i>interlocks</i>		
2.0 Rodillos y Auxiliares		
Verificar que toda la instrumentación trabaja correctamente		
Verificar que el sistema no tenga ruidos anormales y vibraciones excesivas		
Verificar que no se presenten fugas de fluidos anormales		
Verificar que no se presenten temperaturas excesivas en los rodamientos		



**FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS
PERTENECIENTES A LA FACILIDAD:
PLANTA DE CARBON**

Proyecto de
Expansión Cerrejón

Fecha: __/__/__

NOMBRE DEL SISTEMA: _____ ID DEL SISTEMA: _____


LUGAR: _____ CONSTRUCTOR: _____

REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION
3.0 Alimentador Vibratorio		
Verificar el calentamiento de los rodamientos		
Verificar que los amortiguadores estén dentro del rango de desplazamiento esperado		
Confirmar que los recubrimientos internos estén en su posición		
Verificar que no se presenten ruidos anormales		
4.0 Sistema de Lubricación		
Verificar la lubricación automática de los componentes durante las pruebas en vacío		
Verificar que no se presenten fugas en el sistema		
5.0 Energía e Instrumentación		
Verificar que toda la instrumentación del sistema trabaja correctamente		
Verificar los niveles de tensión sean los adecuados		
Verificar que el sistema de alarmas y contraincendio trabaje correctamente		

OBSERVACIONES GENERALES:

	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			

Anexo C. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA TALLERES Y PATIOS

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: TALLERES Y PATIOS	Proyecto de Expansión Cerrejón																																																												
		Fecha: __/__/__																																																												
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:																																																												
LUGAR:	CONSTRUCTOR:																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL</th> <th>ESTADO</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">GENERALES</td> </tr> <tr> <td>El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las zonas exteriores estén terminadas según diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>El estacionamiento cumple con los planos de diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>El acceso al área está libres de obstáculos y puede ser transitado de manera segura</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Se encuentra el área en buenas condiciones de aseo, se han retirados todos los elementos extraños.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">VERIFICACIONES PREVIAS</td> </tr> <tr> <td colspan="3">1. Acabados malla perimetral</td> </tr> <tr> <td>Verificar que no hallan aberturas ni espacios libres</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la pintura no requiera reparaciones</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que los accesorios relacionados estén completos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">2. Acabados de pisos</td> </tr> <tr> <td>Verificar que la instalación de las losas y/o pisos haya sido efectuada de manera correcta</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que no haya permeabilidad entre las uniones</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la pendiente requerida para el escurrimiento de aguas estén dentro de lo especificado en el diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">3. Accesos y salidas</td> </tr> <tr> <td>Verificar que todas las puertas tengan sus seguros correspondientes</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la pintura esté de acuerdo al diseño y no requiera reparaciones</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las puertas pueden operar de manera segura</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION	GENERALES			El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción			Verificar que las zonas exteriores estén terminadas según diseño			El estacionamiento cumple con los planos de diseño			El acceso al área está libres de obstáculos y puede ser transitado de manera segura			Se encuentra el área en buenas condiciones de aseo, se han retirados todos los elementos extraños.			VERIFICACIONES PREVIAS			1. Acabados malla perimetral			Verificar que no hallan aberturas ni espacios libres			Verificar que la pintura no requiera reparaciones			Verificar que los accesorios relacionados estén completos			2. Acabados de pisos			Verificar que la instalación de las losas y/o pisos haya sido efectuada de manera correcta			Verificar que no haya permeabilidad entre las uniones			Verificar que la pendiente requerida para el escurrimiento de aguas estén dentro de lo especificado en el diseño			3. Accesos y salidas			Verificar que todas las puertas tengan sus seguros correspondientes			Verificar que la pintura esté de acuerdo al diseño y no requiera reparaciones			Verificar que las puertas pueden operar de manera segura		
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION																																																												
GENERALES																																																														
El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción																																																														
Verificar que las zonas exteriores estén terminadas según diseño																																																														
El estacionamiento cumple con los planos de diseño																																																														
El acceso al área está libres de obstáculos y puede ser transitado de manera segura																																																														
Se encuentra el área en buenas condiciones de aseo, se han retirados todos los elementos extraños.																																																														
VERIFICACIONES PREVIAS																																																														
1. Acabados malla perimetral																																																														
Verificar que no hallan aberturas ni espacios libres																																																														
Verificar que la pintura no requiera reparaciones																																																														
Verificar que los accesorios relacionados estén completos																																																														
2. Acabados de pisos																																																														
Verificar que la instalación de las losas y/o pisos haya sido efectuada de manera correcta																																																														
Verificar que no haya permeabilidad entre las uniones																																																														
Verificar que la pendiente requerida para el escurrimiento de aguas estén dentro de lo especificado en el diseño																																																														
3. Accesos y salidas																																																														
Verificar que todas las puertas tengan sus seguros correspondientes																																																														
Verificar que la pintura esté de acuerdo al diseño y no requiera reparaciones																																																														
Verificar que las puertas pueden operar de manera segura																																																														



**FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS
PERTENECIENTES A LA FACILIDAD:
TALLERES Y PATIOS**

Proyecto de
Expansión Cerrejón

Fecha: __/__/__

NOMBRE DEL SISTEMA: _____ ID DEL SISTEMA: _____

LUGAR: _____ CONSTRUCTOR: _____

REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION
4. Servicios Eléctricos		
Verificar que el tablero de control halla sido instalado bajo las normas retie		
Verificar que todos las luminarias estén instaladas correctamente		
Verificar que el cableado haya sido completado		
Verificar que todas las protecciones eléctricas estén instaladas de acuerdo al diseño		
Verificar que él para rayos esté instalado adecuadamente		
5. Telecomunicaciones		
Verificar que los tomas estén correctamente instalados (teléfono/internet y televisión)		
6. Fuego y Gas		
Verificar el sistema detector de humos y fuegos están habilitados		
Verificar la disponibilidad de los extintores		
Verificar que el sistema de alarma haya sido instalado		
7. Sistema de Aguas Lluvias		
Verificar que los sistemas de canales de agua estén instalados y soportados correctamente		
8. Sistema de Aguas Negras		
Verificar que todas las tuberías de drenajes están instaladas y sean herméticas		



**FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS
PERTENECIENTES A LA FACILIDAD:
TALLERES Y PATIOS**

Proyecto de
Expansión Cerrejón

Fecha: __/__/__

NOMBRE DEL SISTEMA: _____ ID DEL SISTEMA: _____


LUGAR: _____ CONSTRUCTOR: _____


REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION
<u>PRUEBAS FUNCIONALES</u>		
1. Servicios Eléctricos		
Verificar que toda la iluminación opera adecuadamente		
Verificar que todos los tomas suministran el voltaje adecuado		
2. Fuego y Gas		
Verificar que el sistema detector de incendios opera adecuadamente		
Verificar que el sistema de alarma opera adecuadamente		
3. Sistema de Aguas Lluvias		
Verificar que los sistemas de canales de agua operan correctamente		
4. Sistema de Aguas Negras		
Verificar que los sanitarios, lavamanos y demás drenajes operan adecuadamente		


OBSERVACIONES GENERALES:


	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			


Anexo D. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA	Proyecto de Expansión Cerrejón																																																
		Fecha: __/__/____																																																
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:																																																
LUGAR:	CONSTRUCTOR:																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL</th> <th>ESTADO</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"> <u>GENERALES</u> </td> </tr> <tr> <td>El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>En la estructura modificada se encuentran con todos sus tornillos debidamente torquados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Las bases de concreto donde la estructura se asienta estén debidamente liberadas por calidad</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el grouting en el anclaje de la estructura haya sido aplicado según las especificaciones</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que toda la estructura este debidamente aterrizada</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <u>VERIFICACIONES PREVIAS</u> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> BANDAS </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> 1.0 Generales </td> </tr> <tr> <td>Verificar el reporte de alineación y nivelación de las mesas (estructuras)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la banda a lo largo de toda su longitud se encuentra libre de obstáculos o elementos filosos que puedan entrar en contacto con la misma</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la banda este correctamente instalada y tensionada</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que los faldones de caucho hayan sido correctamente instalados</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Los extinguidores de fuego están en posición y están cargados en caso de algún incendio</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar las guardas de seguridad hayan sido correctamente instaladas</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION	<u>GENERALES</u>			El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción			En la estructura modificada se encuentran con todos sus tornillos debidamente torquados			Las bases de concreto donde la estructura se asienta estén debidamente liberadas por calidad			Verificar que el grouting en el anclaje de la estructura haya sido aplicado según las especificaciones			Verificar que toda la estructura este debidamente aterrizada			<u>VERIFICACIONES PREVIAS</u>			BANDAS			1.0 Generales			Verificar el reporte de alineación y nivelación de las mesas (estructuras)			Verificar que la banda a lo largo de toda su longitud se encuentra libre de obstáculos o elementos filosos que puedan entrar en contacto con la misma			Verificar que la banda este correctamente instalada y tensionada			Verificar que los faldones de caucho hayan sido correctamente instalados			Los extinguidores de fuego están en posición y están cargados en caso de algún incendio			Verificar las guardas de seguridad hayan sido correctamente instaladas		
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION																																																
<u>GENERALES</u>																																																		
El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción																																																		
En la estructura modificada se encuentran con todos sus tornillos debidamente torquados																																																		
Las bases de concreto donde la estructura se asienta estén debidamente liberadas por calidad																																																		
Verificar que el grouting en el anclaje de la estructura haya sido aplicado según las especificaciones																																																		
Verificar que toda la estructura este debidamente aterrizada																																																		
<u>VERIFICACIONES PREVIAS</u>																																																		
BANDAS																																																		
1.0 Generales																																																		
Verificar el reporte de alineación y nivelación de las mesas (estructuras)																																																		
Verificar que la banda a lo largo de toda su longitud se encuentra libre de obstáculos o elementos filosos que puedan entrar en contacto con la misma																																																		
Verificar que la banda este correctamente instalada y tensionada																																																		
Verificar que los faldones de caucho hayan sido correctamente instalados																																																		
Los extinguidores de fuego están en posición y están cargados en caso de algún incendio																																																		
Verificar las guardas de seguridad hayan sido correctamente instaladas																																																		

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
2.0 Sensores e instrumentación			OBSERVACION
Verificar que los sensores de banda desalineada hayan sido instalados correctamente			
Verificar que los sensores de banda rasgada hayan sido instalados correctamente			
Verificar que los switches de emergencia se encuentren instalados correctamente con su respectiva cuerda de operación			
Verificar que las luces de emergencia hayan sido instaladas correctamente			
Verificar que las sirenas de emergencia hayan sido instaladas correctamente			
Verificar que las cajas de conexiones hayan sido completamente instaladas y conectadas			
3.0 Motriz			
3.1 Poleas			
Todas las poleas deben estar niveladas y a escuadra del eje de la banda, en la posición y elevación correcta según los			
Verificar que las chumaceras donde descansan los rodamientos del eje de la polea hayan sido lubricados correctamente			
Verificar que no posean ningún elemento extraño que interfiera en su libre rotación			
3.2 Rodillos			
Verificar la escuadra entre el set de rodillos y el eje de la banda			
Verificar que los rodillos giren libremente			
Verificar que los rodillos de impacto están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de avance están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de transición están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de retorno plano están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de retorno en V plano están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de retorno inverso en V están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
3.3 Dispositivo antiretorno de banda (Backstop)			OBSERVACION
Verificar que dispositivo antiretorno de banda haya sido instalado de acuerdo a planos			
Verificar que el dispositivo antiretorno de banda haya sido engrasado correctamente			
Verificar que sentido de rotación sea el correcto			
Verificar que todos los tornillos hayan sido correctamente torqueados			
Verificar que todo el conjunto del dispositivo este adecuado con guardas de seguridad apropiadas			
3.4 Tensor de banda (take-up)			
Verificar que el peso de los contrapesos sea el indicado para la tensión de la banda			
Verificar que la posición inicial de la contrapesa sea la indicada según planos			
Verificar que las guías estén libres de obstáculos que impidan el libre movimiento de la contrapesa			
Verificar que el cable tensor se encuentre correctamente lubricado			
Verificar que la guarda de seguridad este debidamente instalada			
3.4 Motor			
Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que el sentido de giro sea el correcto			
Verificar correcta instalación del cableado eléctrico que alimenta el motor			
Verificar correcta parametrización del relé de protección del motor			
Verificar correcta instalación del sensor de temperatura en los devanados del motor			
Verificar correcta instalación del sensor de temperatura en los rodamientos del motor			
Verificar que esté debidamente aterrizado			


	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL		ESTADO	OBSERVACION
3.5 Acople hidraulico			
Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que la guarda de protección esté correctamente instalada y concentrica con el eje			
Verificar que el sistema de lubricación haya sido correctamente instalado			
Verificar que el sistema hidraulico haya sido correctamente instalado			
Verificar correcta instalación de los dos acoples mecánicos con el motor y el reductor			
Verificar correcta instalación de los sensores de temperatura			
Verificar correcta instalación del indicadores de presión (manómetros)			
Verificar correcta instalación y conexión del sistema de enfriamiento del sistema hidraulico			
Verificar que esté debidamente aterrizado			
3.6 Freno			
Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que la guarda de protección esté correctamente instalada			
Verificar que el sistema hidraulico está configurado a las presiones correctas			
Verificar que se haya removi6 todo el aire del sistema			
Verificar que el sistema se encuentra libre de fugas.			
Verificar correcta instalación de los dos sensores de frenado			
Verificar que el nivel de aceite sea el correcto			
Verificar que esté debidamente aterrizado			
3.7 Caja reductora			
Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que la guarda de protección esté correctamente instalada			
Verificar que el sistema de lubricación haya sido correctamente instalado			
Verificar correcta instalación de los sensores de temperatura			
Verificar correcta instalación del sistema de enfriamiento del sistema de lubricación			
Verificar que esté debidamente aterrizado			


	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/____
	NOMBRE DEL SISTEMA: _____		ID DEL SISTEMA: _____
LUGAR: _____		CONSTRUCTOR: _____	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
OBSERVACION			
ESTACIONES DE TRANSFERENCIA			
Verificar que todos los tornillos hayan sido correctamente torquados			
Verificar que las puertas de inspección estén y tengan el empaque apropiado			
Verificar que el recubrimiento interno se encuentren debidamente instalado y alineado			
Verificar que todos los sensores de tolva se encuentren correctamente instalados			
Verificar que el recubrimiento cumpla con los estandares según diseño			
PRUEBAS EN VACIO			
BANDAS			
Energizar el motor principal hasta alcanzar la velocidad de regimen			
Mediante la activación del acople hidraulico transferir potencia a la polea de cabeza para colocar en movimiento la			
Verificar el correcto funcionamiento de las cornetas de emergencia en el arranque de la banda			
Verificar que la banda a lo largo de su trayectoria no presente desalineamientos			
Verificar que las poleas no tengan vibraciones anormales ni ruidos excesivos			
Verificar que los rodillos no tengan vibraciones anormales ni ruidos excesivos			
Verificar el comportamiento de la contrapesa			
Verificar que en el reductor no se presenten ruidos anormales			
Verificar que no se presenten fugas en los sistemas hidraulicos			
Verificar temperaturas nominales de operación			
Verificar las presiones nominales del sistema de lubricación del acople hidraulico			
Verificar que el sistema de enfriamiento del reductor funcione correctamente			
Verificar que el sistema de enfriamiento del acople hidraulico funcione correctamente			
Verificar el correcto funcionamiento del relé de protección del motor			
Verificar que el sistema de control este trabajando correctamente de acuerdo a la arquitectura establecida			
Verificar el estado de los sensores de banda rasgada			
Verificar el estado de los sensores de banda desalineada			
Verificar que el sistema de freno hidraulico funciona correctamente			
Verificar el sistema de paro de emergencia			


	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
OBSERVACION			
ESTACIONES DE TRANSFERENCIA			
Verificar de manera visual la capacidad de las tolvas y el comportamiento de las uniones entre chutes			
Verificar el correcto funcionamiento de los sensores de tolva llena			
Verificar el correcto funcionamiento de la compuerta móvil (la cual define la dirección del flujo de carbón)			
OBSERVACIONES GENERALES:			
	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			


Anexo E. FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA NUEVO MUELLE CARBONÍFERO

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: NUEVO MUELLE CARBONIFERO		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
OBSERVACION			
(Las Bandas, Estaciones de Transferencias y Subestaciones ubicadas en el espolon antes de llegar a los cargadores, serán comisionadas con los formatos funcionales de BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA y el de SOPORTE ELECTRICO respectivamente)			
GENERALES			
El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción			
Las barreras duras que se dispusieron para la protección de las personas a lo largo del espolon estan debidamente instaladas			
Las bases de concreto y pilotes donde la estructura se asienta están debidamente liberadas por calidad			
Verificar que el grouting en el anclaje de la estructura haya sido aplicado según las especificaciones			
Los niveles de compactación del terreno y tamaños de roca instalados estan completamente liberados por calidad			
Las escaleras y zonas de acceso estan debidamente señalizadas, lo mismo que las rutas de evacuación			
El nivel de agua alcanza la altura esperada y se encuentra dentro de los limites de control establecidos a lo largo del espolon			
Verificar que toda la estructura este debidamente aterrizada			
VERIFICACIONES PREVIAS			
ACCESOS TERRESTRES, PEATONALES Y VEHICULARES			
Se encuentran debidamente señalizados			
Las vías para equipo liviano posee bermas de seguridad y barreras duras			
La iluminación se encuentra debidamente instalada a lo largo de las vías			
Las zonas peatonales se encuentran debidamente demarcadas con señales reflectivas según estandar de Cerrejón			
Verificar las guardas y pasamanos de seguridad hayan sido correctamente instalados			


	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>NUEVO MUELLE CARBONIFERO</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
OBSERVACION			
2.0 Sensores e instrumentación			
Verificar que los sensores de banda desalineada hayan sido instalados correctamente			
Verificar que los sensores de banda rasgada hayan sido instalados correctamente			
Verificar que los switches de emergencia se encuentren instalados correctamente con su respectiva cuerda de operación			
Verificar que las luces de emergencia hayan sido instaladas correctamente			
Verificar que las sirenas de emergencia hayan sido instaladas correctamente			
Verificar que las cajas de conexiones hayan sido completamente instaladas y conectadas			
3.0 Motriz			
3.1 Poleas			
Todas las poleas deben estar niveladas y a escuadra del eje de la banda, en la posición y elevación correcta según los			
Verificar que las chumaceras donde descansan los rodamientos del eje de la polea hayan sido lubricados correctamente			
Verificar que no posean ningún elemento extraño que interfiera en su libre rotación			
3.2 Rodillos			
Verificar la escuadra entre el set de rodillos y el eje de la banda			
Verificar que los rodillos giren libremente			
Verificar que los rodillos de impacto están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de avance están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de transición están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de retorno plano están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de retorno en V plano están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
Verificar que los rodillos de retorno inverso en V están instalados de manera correcta y en el lugar indicado según planos			
3.3 Dispositivo antiretorno de banda (Backstop)			
Verificar que dispositivo antiretorno de banda haya sido instalado de acuerdo a planos			
Verificar que el dispositivo antiretorno de banda haya sido engrasado correctamente			
Verificar que sentido de rotación sea el correcto			
Verificar que todos los tornillos hayan sido correctamente torquados			
Verificar que todo el conjunto del dispositivo este adecuado con guardas de seguridad apropiadas			


	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>NUEVO MUELLE CARBONIFERO</u>	Proyecto de Expansión Cerrejón																																																																																	
		Fecha: __/__/__																																																																																	
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:																																																																																	
LUGAR:	CONSTRUCTOR:																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL</th> <th>ESTADO</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"> 3.4 Tensor de banda (take-up) </td> </tr> <tr> <td>Verificar que el peso de los contrapesos sea el indicado para la tensión de la banda</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la posición inicial de la contrapesa sea la indicada según planos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las guías estén libres de obstáculos que impidan el libre movimiento de la contrapesa</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el cable tensor se encuentre correctamente lubricado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la guarda de seguridad este debidamente instalada</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> 3.4 Motor </td> </tr> <tr> <td>Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el sentido de giro sea el correcto</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar correcta instalación del cableado eléctrico que alimenta el motor</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar correcta parametrización del relé de protección del motor</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar correcta instalación del sensor de temperatura en los devanados del motor</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar correcta instalación del sensor de temperatura en los rodamientos del motor</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que esté debidamente aterrizado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> 3.6 Acople hidráulico </td> </tr> <tr> <td>Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la guarda de protección esté correctamente instalada y centrada con el eje</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el sistema de lubricación haya sido correctamente instalado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el sistema hidráulico haya sido correctamente instalado</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar correcta instalación de los dos acoples mecánicos con el motor y el reductor</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar correcta instalación de los sensores de temperatura</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar correcta instalación de los indicadores de presión (manómetros)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar correcta instalación y conexión del sistema de enfriamiento del sistema hidráulico</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que esté debidamente aterrizado</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION	3.4 Tensor de banda (take-up)			Verificar que el peso de los contrapesos sea el indicado para la tensión de la banda			Verificar que la posición inicial de la contrapesa sea la indicada según planos			Verificar que las guías estén libres de obstáculos que impidan el libre movimiento de la contrapesa			Verificar que el cable tensor se encuentre correctamente lubricado			Verificar que la guarda de seguridad este debidamente instalada			3.4 Motor			Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción			Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción			Verificar que el sentido de giro sea el correcto			Verificar correcta instalación del cableado eléctrico que alimenta el motor			Verificar correcta parametrización del relé de protección del motor			Verificar correcta instalación del sensor de temperatura en los devanados del motor			Verificar correcta instalación del sensor de temperatura en los rodamientos del motor			Verificar que esté debidamente aterrizado			3.6 Acople hidráulico			Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción			Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción			Verificar que la guarda de protección esté correctamente instalada y centrada con el eje			Verificar que el sistema de lubricación haya sido correctamente instalado			Verificar que el sistema hidráulico haya sido correctamente instalado			Verificar correcta instalación de los dos acoples mecánicos con el motor y el reductor			Verificar correcta instalación de los sensores de temperatura			Verificar correcta instalación de los indicadores de presión (manómetros)			Verificar correcta instalación y conexión del sistema de enfriamiento del sistema hidráulico			Verificar que esté debidamente aterrizado		
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION																																																																																	
3.4 Tensor de banda (take-up)																																																																																			
Verificar que el peso de los contrapesos sea el indicado para la tensión de la banda																																																																																			
Verificar que la posición inicial de la contrapesa sea la indicada según planos																																																																																			
Verificar que las guías estén libres de obstáculos que impidan el libre movimiento de la contrapesa																																																																																			
Verificar que el cable tensor se encuentre correctamente lubricado																																																																																			
Verificar que la guarda de seguridad este debidamente instalada																																																																																			
3.4 Motor																																																																																			
Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción																																																																																			
Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción																																																																																			
Verificar que el sentido de giro sea el correcto																																																																																			
Verificar correcta instalación del cableado eléctrico que alimenta el motor																																																																																			
Verificar correcta parametrización del relé de protección del motor																																																																																			
Verificar correcta instalación del sensor de temperatura en los devanados del motor																																																																																			
Verificar correcta instalación del sensor de temperatura en los rodamientos del motor																																																																																			
Verificar que esté debidamente aterrizado																																																																																			
3.6 Acople hidráulico																																																																																			
Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción																																																																																			
Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción																																																																																			
Verificar que la guarda de protección esté correctamente instalada y centrada con el eje																																																																																			
Verificar que el sistema de lubricación haya sido correctamente instalado																																																																																			
Verificar que el sistema hidráulico haya sido correctamente instalado																																																																																			
Verificar correcta instalación de los dos acoples mecánicos con el motor y el reductor																																																																																			
Verificar correcta instalación de los sensores de temperatura																																																																																			
Verificar correcta instalación de los indicadores de presión (manómetros)																																																																																			
Verificar correcta instalación y conexión del sistema de enfriamiento del sistema hidráulico																																																																																			
Verificar que esté debidamente aterrizado																																																																																			

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>NUEVO MUELLE CARBONIFERO</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
OBSERVACION			
3.5 Freno			
Verificar que el reporte de nivelación haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacción			
Verificar que la guarda de protección esté correctamente instalada			
Verificar que el sistema hidraulico está configurado a las presiones correctas			
Verificar que se haya removi6 todo el aire del sistema			
Verificar que el sistema se encuentra libre de fugas.			
Verificar correcta instalaci6n de los dos sensores de frenado			
Verificar que el nivel de aceite sea el correcto			
Verificar que est6 debidamente aterrizado			
3.7 Caja reductora			
Verificar que el reporte de nivelaci6n haya sido realizado a satisfacci6n			
Verificar que el reporte de alineamiento haya sido realizado a satisfacci6n			
Verificar que la guarda de protecci6n est6 correctamente instalada			
Verificar que el sistema de lubricaci6n haya sido correctamente instalado			
Verificar correcta instalaci6n de los sensores de temperatura			
Verificar correcta instalaci6n del sistema de enfriamiento del sistema de lubricaci6n			
Verificar que est6 debidamente aterrizado			
CORE LOCS Y PILOTES			
Al total de los pilotes requeridos e hincados (184) aprobaron las pruebas de calidad para protecci6n contra el ambiente marino			
Al total de los pilotes requeridos e hincados (184) aprobaron las pruebas de calidad para verificar su capacidad portante			
Al total de los Core Locs requeridos e instalados (1850) aprobaron pruebas de calidad para protecci6n contra el ambiente marino			
El protocolo de instalaci6n de Core Locs fue aprobado por el due6o de la patente			

	FORMATO DE PRUEBA FUNCIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>NUEVO MUELLE CARBONIFERO</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __ / __ / __
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
OBSERVACION			
CARGADOR DE BUQUES 2 Y 3			
Verificar que el acceso y las pasarelas no tenga obstaculos que impidan el transito seguro de personal por todo el sistema			
Verificar que las cabinas para los operadores de los cargadores ofrezcan una buena posición ergonomica de trabajo y una visión segura para su operación			
Verificar que la instalación de controles, equipos de comunicación y de emergencia hayan sido correctamente instalado y en su totalidad dentro de las cabinas de operación			
Verificar que el sistema de contrapeso y los cables de acero de amarre hayan sido correctamente instalados para los 2 cargadores			
Verificar la correcta instalación de todos los elementos como poleas, rodillos y boquilla de descargue que poseen los 2 cargadores			
Verificar la correcta instalación de los sistemas de protección como anti colisión entre cargadores			
DRAGADO			
Los resultados de los niveles de profundidad marinos en el canal de navegación es seguro para la operabilidad de los buques carboneros y el nuevo cargador doble (anexar estudio oceanigrafico)			
PRUEBAS EN VACIO			
CARGADOR DE BUQUES 2 Y 3			
Verificar el funcionamiento de los dos cargadores sobre los rieles de los cuadram beams			
Comprobar el movimiento vertical más 8° y menos 8° de la parte frontal cada cargador			
Verificar cada uno de los controles de mando desde la cabina de los operadores de los dos cargadores			
Verificar en todos los puntos la visual del operador desde la cabina de control de los cargadores			
Verificar el funcionamiento de todos los elementos como poleas, rodillos y boquilla de descargue que poseen los 2 cargadores			
Verificar el funcionamiento de los sistemas de emergencia que poseen los 2 cargadores			
OBSERVACIONES GENERALES:			
	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			

Anexo F. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA PLANTA DE CARBÓN


	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>PLANTA DE CARBON</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:	CONSTRUCTOR:		
REQUERIMIENTOS PRUEBA OPERACIONAL			ESTADO
OBSERVACION			
<u>GENERALES</u>			
Verificar que toda la estructura este debidamente aterrizada			
Los extinguidores de fuego estan en posición y operativos en caso de incendio			
La estructura se encuentra en condiciones de recibir carga y todos sus tornillos se encuentran debidamente torquados			
<u>VERIFICACIONES SIN CARGA</u>			
Para realizar la prueba con carga, se debe haber superado la prueba funcional verificar sus resultados			
<u>PRUEBAS CON CARGA</u>			
Funcionar al 30% de la capacidad nominal por X minutos			
<u>Propiedades del Carbón:</u> Verificar que el tamaño del carbón obtenido es de acuerdo a lo esperado			
<u>Propiedades del Carbón:</u> Verificar que la calidad del carbón sea uniforme con base en el Bias Test que se realiza el muestreador			
<u>Tolvas de Alimentación y Descarga:</u> Verificar que las tolvas no presentan derrames			
<u>Tolvas de Alimentación y Descarga:</u> Confirmar que los recubrimientos internos (<i>liners</i>) continúan en su posición			
<u>Componentes Motrices:</u> Monitorear y registrar la temperatura de los rodamientos			
<u>Componentes Motrices:</u> Verificar que los componentes motrices no tengan ruidos inusuales			


	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>PLANTA DE CARBON</u>	Proyecto de Expansión Cerrejón
		Fecha: __/__/__

NOMBRE DEL SISTEMA:	ID DEL SISTEMA:
---------------------	-----------------

LUGAR:	CONSTRUCTOR:
--------	--------------

REQUERIMIENTOS PRUEBA OPERACIONAL	ESTADO	OBSERVACION
<u>Componentes Motrices:</u> Chequear el alineamiento de los componentes motrices		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Verificar que las vibraciones de la estructura soporte estén dentro de los valores aceptables y que los pernos de anclaje estén apretados		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Verificar que no haya derrame excesivo de carbón de carbón a través de las uniones y sellos		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Chequear el alineamiento de los rodillos		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Verificar que los amortiguadores estén dentro del rango de desplazamiento esperado		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Verificar que el suministro de carbón hacia el alimentador sea de manera uniforme		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Confirmar que los recubrimientos internos estén en su posición		
<u>Sistema de Lubricación:</u> Verificar que los filtros estén limpios		
<u>Sistema de Lubricación:</u> Ajustar los tiempos de lubricación si es necesario		
<u>Banda:</u> Verificar el correcto traslado de la banda, que no presente desalineamientos ni rasgaduras		
<u>Instrumentación y Control:</u> Verificar que dicho sistema funcione de manera correcta y que todas las señales sean visibles para el operador del centro de control		

	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: PLANTA DE CARBON	Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:	CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PRUEBA OPERACIONAL	ESTADO	OBSERVACION
Funcionar al 60% de la capacidad nominal por X minutos		
<u>Propiedades del Carbón:</u> Verificar que el tamaño del carbón obtenido es de acuerdo a lo esperado		
<u>Propiedades del Carbón:</u> Verificar que la calidad del carbón sea uniforme con base en el Bias Test que se realiza el muestreador		
<u>Tolvas de Alimentación y Descarga:</u> Verificar que las tolvas no presentan derrames		
<u>Tolvas de Alimentación y Descarga:</u> Confirmar que los recubrimientos internos (<i>liners</i>) continúan en su posición		
<u>Componentes Motrices:</u> Monitorear y registrar la temperatura de los rodamientos		
<u>Componentes Motrices:</u> Verificar que los componentes motrices no tengan ruidos inusuales		
<u>Componentes Motrices:</u> Chequear el alineamiento de los componentes motrices		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Verificar que las vibraciones de la estructura soporte estén dentro de los valores aceptables y que los pernos de anclaje estén apretados		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Verificar que no haya derrame excesivo de carbón de carbón a través de las uniones y sellos		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Chequear el alineamiento de los rodillos		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Verificar que los amortiguadores estén dentro del rango de desplazamiento esperado		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Verificar que el suministro de carbón hacia el alimentador sea de manera uniforme		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Confirmar que los recubrimientos internos estén en su posición		
<u>Sistema de Lubricación:</u> Verificar que los filtros estén limpios		
<u>Sistema de Lubricación:</u> Ajustar los tiempos de lubricación si es necesario		
<u>Banda:</u> Verificar el correcto traslado de la banda, que no presente desalineamientos ni rasgaduras		
<u>Instrumentación y Control:</u> Verificar que dicho sistema funcione de manera correcta y que todas las señales sean visibles para el operador del centro de control		

	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: PLANTA DE CARBON	Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA: _____ ID DEL SISTEMA: _____	


LUGAR: _____	CONSTRUCTOR: _____
--------------	--------------------


REQUERIMIENTOS PRUEBA OPERACIONAL	ESTADO	OBSERVACION
Funcionar al 100% de la capacidad nominal por X horas		
<u>Propiedades del Carbón:</u> Verificar que el tamaño del carbón obtenido es de acuerdo a lo esperado		
<u>Propiedades del Carbón:</u> Verificar que la calidad del carbón sea uniforme con base en el Bias Test que se realiza el muestreador		
<u>Tolvas de Alimentación y Descarga:</u> Verificar que las tolvas no presentan derrames		
<u>Tolvas de Alimentación y Descarga:</u> Confirmar que los recubrimientos internos (<i>liners</i>) continúan en su posición		
<u>Componentes Motrices:</u> Monitorear y registrar la temperatura de los rodamientos		
<u>Componentes Motrices:</u> Verificar que los componentes motrices no tengan ruidos inusuales		
<u>Componentes Motrices:</u> Chequear el alineamiento de los componentes motrices		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Verificar que las vibraciones de la estructura soporte estén dentro de los valores aceptables y que los pernos de anclaje estén apretados		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Verificar que no haya derrame excesivo de carbón de carbón a través de las uniones y sellos		
<u>Rodillos y Auxiliares:</u> Chequear el alineamiento de los rodillos		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Verificar que los amortiguadores estén dentro del rango de desplazamiento esperado		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Verificar que el suministro de carbón hacia el alimentador sea de manera uniforme		
<u>Alimentador Vibratorio:</u> Confirmar que los recubrimientos internos estén en su posición		
<u>Sistema de Lubricación:</u> Verificar que los filtros estén limpios		
<u>Sistema de Lubricación:</u> Ajustar los tiempos de lubricación si es necesario		
<u>Banda:</u> Verificar el correcto traslado de la banda, que no presente desalineamientos ni rasgaduras		
<u>Instrumentación y Control:</u> Verificar que dicho sistema funcione de manera correcta y que todas las señales sean visibles para el operador del centro de control		

OBSERVACIONES GENERALES:


	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Cargo			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			


Anexo G. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL SOPORTE ELÉCTRICO

	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: SOPORTE ELECTRICO	Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:	CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA OPERACIONAL	ESTADO	OBSERVACION
GENERALES		
Documentación actualizada planos AS-Built y/o Red Line de diagramas unifilares de los puntos de alimentación del sistema y del sistema.		
Verificar que los equipos del sistema han sido verificados y testeados de manera individual y están certificados por el fabricante. (preferiblemente la prueba se debe realizar con el fabricante en sitio.		
Verificar la realización de pruebas en campo como medición de la malla tierra, high pot de las acometidas, impedancia de aislamiento y de contacto, relación de transformación, tiempos de disparo, y demás estipuladas por el fabricante de cada equipo.		
Verificar que se haya dado cumplimiento a las normativas eléctricas IEC, IEEE, NTC-2050, RETIE, NFPA.		
Verificar que se haya realizado un correcto apantallamiento a la estructura, y un estudio de coordinación de protecciones.		
VERIFICACIONES PREVIAS		
Definir personal a realizar la prueba, garantizando su competencia para el desarrollo de la misma, esto incluye definir funciones y responsabilidades durante el proceso.		
Realizar y verificar el análisis de riesgo (AST), y matriz de riesgo que pertenece al sistema para aplicar medida de controles críticos.		
Definir puente de comunicación entre los miembros involucrados en la prueba.		
Identificar equipos y acometidas involucradas en la prueba.		
Verificar que las especificaciones técnicas tanto de los equipos como de las acometidas garantizan la seguridad e integridad de los participantes así como de sí mismos.		
Verificar que los equipos de medición de los parámetros eléctricos, están en concordancia con los niveles de tensión y corriente que se manejan.		
Identificar posibles puntos de falla, si los hay y definir que medidas de control se tomaron para minimizar esos riesgos.		
Definir plan de emergencia en caso de que una eventualidad ocurra, verificar que se cuenta con el personal de rescate si es necesario.		
Identificar puntos de bloqueo y candado (puntos de corte de energía - interruptores, seccionadores etc.), que garantizan que la prueba se realice de manera segura y controlada.		
Bloquear todos y cada uno de los circuitos involucrados en la prueba y aquellos que tengan derivaciones con estos.		


	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: SOPORTE ELECTRICO		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __ / __ / ____
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA OPERACIONAL		ESTADO	OBSERVACION
PRUEBA CON CARGA.			
Con los circuitos debidamente bloqueados se realiza un recorrido sobre el area de incidencia, verificando la presencia unicamente del personal involucrado en la prueba.			
Verificar que todo el personal involucrado en la prueba haga uso de los EPP adecuados.			
Verificar que las comunicaciones entre los miembros de la prueba funcionan correctamente.			
Desbloquear interruptor principal en la celda de media tension XXXXXXXX de la subestacion principal (EV-400 o Mina)			
Verificar ausencia de tension en la acometida de MT que alimenta a la subestacion en apticular (503, 506, 507, etc) de la EV-400 y en celda correspondiente.			
Verificar niveles de tension en la celda de MT XXXXX de la subestación principal (EV-400 o Mina).			
Debloquear interruptor de 630A en la celda correspondiente			
Verificar niveles de tension en la celdas correspondientes.			
Desbloquear interruptor de 630A en celda de correspondiente.			
Verificar niveles de tension en las celdas correspondientes de 1,6 MVA. Verificar correcto funcionamiento del transformador.			
Verificar ausencia de tension en la celda de MT EG-503A-3 y en los Soft Start.			
Desbloquear interruptor de 630A en la celda de MT EG-503A-3.			
Verificar niveles de tension en relé de celta EG-503A-3 y correcto funcionamiento del transformador ET-503B de 300KVA.			
Abrir interruptor principal en la celda EG-503A-2 y realizar bloqueo.			
OBSERVACIONES GENERALES:			
	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			

Anexo H. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA OBRAS FÉRREAS

	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>OBRAS FERREAS</u>	Proyecto de Expansión Cerrejón																																																						
		Fecha: __/__/__																																																						
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:																																																						
LUGAR:	CONSTRUCTOR:																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL</th> <th>ESTADO</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"> <u>GENERALES</u> </td> </tr> <tr> <td>El sistema cumple con las especificaciones aprobadas para construcción por el proyecto de expansión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>La zona se encuentra libre de objetos peligrosos y se cuentan con las medidas de protección física necesarias</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> <u>VERIFICACIONES SIN CARGA</u> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> VIA FERREA </td> </tr> <tr> <td>Verificar cota de rasante de acuerdo a la cota de diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar cota riel de acuerdo a la cota de diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar la alineación de la vía a lo largo de todo el tramo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el ancho de trocha esté de acuerdo al diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar la geometría de las soldaduras</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar el espaciamiento, perpendicularidad y estado general de las traviesas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar los niveles y tamaños de balasto sean los adecuados según las especificaciones de diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar la correcta instalación de anclas</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el efecto de dilatación de rieles no afecte la prueba con carga</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar la correcta instalación y funcionamiento del cambia vías dirigido desde en centro de control</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar la correcta instalación y funcionamiento del cambia vías operado manualmente</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar la correcta instalación de la instrumentación de control de la operación</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION	<u>GENERALES</u>			El sistema cumple con las especificaciones aprobadas para construcción por el proyecto de expansión			La zona se encuentra libre de objetos peligrosos y se cuentan con las medidas de protección física necesarias			<u>VERIFICACIONES SIN CARGA</u>			VIA FERREA			Verificar cota de rasante de acuerdo a la cota de diseño			Verificar cota riel de acuerdo a la cota de diseño			Verificar la alineación de la vía a lo largo de todo el tramo			Verificar que el ancho de trocha esté de acuerdo al diseño			Verificar la geometría de las soldaduras			Verificar el espaciamiento, perpendicularidad y estado general de las traviesas			Verificar los niveles y tamaños de balasto sean los adecuados según las especificaciones de diseño			Verificar la correcta instalación de anclas			Verificar que el efecto de dilatación de rieles no afecte la prueba con carga			Verificar la correcta instalación y funcionamiento del cambia vías dirigido desde en centro de control			Verificar la correcta instalación y funcionamiento del cambia vías operado manualmente			Verificar la correcta instalación de la instrumentación de control de la operación		
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION																																																						
<u>GENERALES</u>																																																								
El sistema cumple con las especificaciones aprobadas para construcción por el proyecto de expansión																																																								
La zona se encuentra libre de objetos peligrosos y se cuentan con las medidas de protección física necesarias																																																								
<u>VERIFICACIONES SIN CARGA</u>																																																								
VIA FERREA																																																								
Verificar cota de rasante de acuerdo a la cota de diseño																																																								
Verificar cota riel de acuerdo a la cota de diseño																																																								
Verificar la alineación de la vía a lo largo de todo el tramo																																																								
Verificar que el ancho de trocha esté de acuerdo al diseño																																																								
Verificar la geometría de las soldaduras																																																								
Verificar el espaciamiento, perpendicularidad y estado general de las traviesas																																																								
Verificar los niveles y tamaños de balasto sean los adecuados según las especificaciones de diseño																																																								
Verificar la correcta instalación de anclas																																																								
Verificar que el efecto de dilatación de rieles no afecte la prueba con carga																																																								
Verificar la correcta instalación y funcionamiento del cambia vías dirigido desde en centro de control																																																								
Verificar la correcta instalación y funcionamiento del cambia vías operado manualmente																																																								
Verificar la correcta instalación de la instrumentación de control de la operación																																																								

	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>OBRAS FERREAS</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__																																																		
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:																																																		
LUGAR:		CONSTRUCTOR:																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL</th> <th>ESTADO</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"> <u>PRUEBAS CON CARGA</u> </td> </tr> <tr> <td colspan="3"> VIA FERREA </td> </tr> <tr> <td>Verificar la separacion de rieles luego del paso de la carga</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar la cota de riel luego del paso de la carga sobre la vía</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar el correcto funcionamiento del cambia vias señalizado desde el centro de control</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar el correcto funcionamiento del cambia vias señalizado a través de una operación manual</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar el correcto funcionamiento de la instrumentación en comunicación con el centro de control</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"> OBSERVACIONES GENERALES: </td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="height: 100px;"> </td> </tr> <tr> <td></td> <td>Constructor</td> <td>Precomisionador</td> <td>Comisionador</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Empresa/Cargo</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nombre</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Firma</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION	<u>PRUEBAS CON CARGA</u>			VIA FERREA			Verificar la separacion de rieles luego del paso de la carga			Verificar la cota de riel luego del paso de la carga sobre la vía			Verificar el correcto funcionamiento del cambia vias señalizado desde el centro de control			Verificar el correcto funcionamiento del cambia vias señalizado a través de una operación manual			Verificar el correcto funcionamiento de la instrumentación en comunicación con el centro de control			OBSERVACIONES GENERALES:							Constructor	Precomisionador	Comisionador	Fecha				Empresa/Cargo				Nombre				Firma			
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION																																																			
<u>PRUEBAS CON CARGA</u>																																																					
VIA FERREA																																																					
Verificar la separacion de rieles luego del paso de la carga																																																					
Verificar la cota de riel luego del paso de la carga sobre la vía																																																					
Verificar el correcto funcionamiento del cambia vias señalizado desde el centro de control																																																					
Verificar el correcto funcionamiento del cambia vias señalizado a través de una operación manual																																																					
Verificar el correcto funcionamiento de la instrumentación en comunicación con el centro de control																																																					
OBSERVACIONES GENERALES:																																																					
	Constructor	Precomisionador	Comisionador																																																		
Fecha																																																					
Empresa/Cargo																																																					
Nombre																																																					
Firma																																																					

Anexo I. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA OBRAS CIVILES

	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>OBRAS CIVILES</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__																																																									
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:																																																									
LUGAR:		CONSTRUCTOR:																																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL</th> <th>ESTADO</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3"><u>GENERALES</u></td> </tr> <tr> <td>El sistema cumple con las especificaciones aprobadas para construcción por el proyecto de expansión</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Las obras se encuentran terminadas y en condiciones de recibir carga</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las obras estén terminadas según el diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><u>VERIFICACIONES SIN CARGA</u></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las carreteras y vías temporales estén listas para aplicar carga</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el Sistema de distribución de agua, cuenta con todas las conexiones necesarias para aplicar carga</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el muelle de remolcadores cumplan con especificaciones de construcción de los planos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el diámetro de las tuberías utilizadas en la laguna de sedimentación corresponda al especificado para su construcción</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el ancho de las vías y carreteras esté de acuerdo al diseño</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar las pendientes de las carreteras</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><u>PRUEBAS CON CARGA</u></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el muelle de remolcadores recibir sin inconvenientes los remolcadores utilizados para la prueba</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las vías temporales son aptas para el tránsito de los vehículos</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que el sistema de distribución de agua, no presenta fugas, ni poca presión.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la laguna de sedimentación puede contener la cantidad de agua planeada</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que la laguna de sedimentación cumple con el objetivo principal de separar los sólidos para potabilizar las aguas residuales</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificar que las carreteras resisten el paso de los vehículos de alto peso</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION	<u>GENERALES</u>			El sistema cumple con las especificaciones aprobadas para construcción por el proyecto de expansión			Las obras se encuentran terminadas y en condiciones de recibir carga			Verificar que las obras estén terminadas según el diseño			<u>VERIFICACIONES SIN CARGA</u>			Verificar que las carreteras y vías temporales estén listas para aplicar carga			Verificar que el Sistema de distribución de agua, cuenta con todas las conexiones necesarias para aplicar carga			Verificar que el muelle de remolcadores cumplan con especificaciones de construcción de los planos			Verificar que el diámetro de las tuberías utilizadas en la laguna de sedimentación corresponda al especificado para su construcción			Verificar que el ancho de las vías y carreteras esté de acuerdo al diseño			Verificar las pendientes de las carreteras			<u>PRUEBAS CON CARGA</u>			Verificar que el muelle de remolcadores recibir sin inconvenientes los remolcadores utilizados para la prueba			Verificar que las vías temporales son aptas para el tránsito de los vehículos			Verificar que el sistema de distribución de agua, no presenta fugas, ni poca presión.			Verificar que la laguna de sedimentación puede contener la cantidad de agua planeada			Verificar que la laguna de sedimentación cumple con el objetivo principal de separar los sólidos para potabilizar las aguas residuales			Verificar que las carreteras resisten el paso de los vehículos de alto peso		
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION																																																										
<u>GENERALES</u>																																																												
El sistema cumple con las especificaciones aprobadas para construcción por el proyecto de expansión																																																												
Las obras se encuentran terminadas y en condiciones de recibir carga																																																												
Verificar que las obras estén terminadas según el diseño																																																												
<u>VERIFICACIONES SIN CARGA</u>																																																												
Verificar que las carreteras y vías temporales estén listas para aplicar carga																																																												
Verificar que el Sistema de distribución de agua, cuenta con todas las conexiones necesarias para aplicar carga																																																												
Verificar que el muelle de remolcadores cumplan con especificaciones de construcción de los planos																																																												
Verificar que el diámetro de las tuberías utilizadas en la laguna de sedimentación corresponda al especificado para su construcción																																																												
Verificar que el ancho de las vías y carreteras esté de acuerdo al diseño																																																												
Verificar las pendientes de las carreteras																																																												
<u>PRUEBAS CON CARGA</u>																																																												
Verificar que el muelle de remolcadores recibir sin inconvenientes los remolcadores utilizados para la prueba																																																												
Verificar que las vías temporales son aptas para el tránsito de los vehículos																																																												
Verificar que el sistema de distribución de agua, no presenta fugas, ni poca presión.																																																												
Verificar que la laguna de sedimentación puede contener la cantidad de agua planeada																																																												
Verificar que la laguna de sedimentación cumple con el objetivo principal de separar los sólidos para potabilizar las aguas residuales																																																												
Verificar que las carreteras resisten el paso de los vehículos de alto peso																																																												



**FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA
SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD:
OBRAS CIVILES**

**Proyecto de
Expansión Cerrejón**


Fecha: __/__/__


OBSERVACIONES GENERALES:

--


	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			


Anexo J. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA


	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA	Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:	CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA OPERACIONAL	ESTADO	OBSERVACION
<u>GENERALES</u>		
Verificar que toda la estructura este debidamente aterrizada		
Los extinguidores de fuego estan en posición y operativos en caso de incendio		
La estructura se encuentra en condiciones de recibir carga y todos sus tornillos se encuentran debidamente torquedados		
<u>VERIFICACIONES SIN CARGA</u>		
BANDAS		
La estructura de la banda está correctamente instalada y alineada		
El motor de la banda se encuentra correctamente instalado, alineado, lubricado y probado sin carga.		
Las poleas nuevas de la banda estan correctamente instaladas, alineada y las chumaceras lubricadas y torquedadas.		
Los rodillos nuevos de la banda se encuentran correctamente instalados y alineados.		
El tensor de la banda (Take up) esta correctamente instalado		
Todos los faldones metalicos y de caucho se encuentran correctamente instalados.		
La banda esta correctamente instalada y tensionada.		
Todas las guardas de seguridad estan instaladas y cumplen con su objetivo de proteccion		
Todas las herramientas, materiales y objetos extraños han sido removido de la banda.		
Los cables que operan los paros de emergencia estan en su lugar y funcionaron correctamente en las pruebas en vacío		
Señales de aviso en toda la banda que indican que esta bajo pruebas.		
ESTACIONES DE TRANSFERENCIA		
Verificar que la respectiva compuerta móvil se encuentra fija y en la posición correcta para distribuir el flujo de carbón a la siguiente banda		
<u>DURANTE LOS PRIMEROS MOVIMIENTOS</u>		
Verificar daños potenciales o desalineamiento en toda la banda		
Verificar el movimiento del contrapeso durante los arranques y las paradas del sistema		
Verificar el comportamiento del las poleas durante los arranques y las paradas del sistema		
Confirmar si los sistemas se encuentran listos para ser comisionados con carga.		


	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: BANDAS Y ESTACIONES DE TRANSFERENCIA		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/____
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA OPERACIONAL			ESTADO
PRUEBAS CON CARGA			OBSERVACION
A UNA RATA DE X % NOMINAL (p.e. 3000 t/hr)			
Verificar el comportamiento de la tolva de la primera estación de transferencia posicionada hacia la siguiente			
Verificar que no se presenten derrames de carbón en ningún punto a lo largo de la banda			
Verificar el comportamiento de todos los elementos principales del sistema cuando se maneja una rata de X ton/hora			
Verificar el comportamiento de todos los elementos principales del sistema cuando se maneja una rata de X1 ton/hora			
Verificar el comportamiento de todos los elementos principales del sistema cuando se maneja una rata de Xn ton/hora			
APILADOR/RECLAMADOR A UNA RATA X % NOMINAL (p.e. 7400 t/hr)			
Verificar el comportamiento de la tolva central en el Apilador/Reclamador #1, 2 o 3 cuando se encuentre en condiciones de apilamiento			
Verificar el comportamiento de la tolva central en el Apilador/Reclamador #1, 2 o 3 cuando se encuentre en condiciones de reclamo			
Verificar el comportamiento de la tolva central en el Apilador/Reclamador #1, 2 o 3 cuando se encuentre en condiciones de paso directo			
Verificar el comportamiento de la tolva de la primera y segunda estación de transferencia posicionadas hacia la siguiente banda			
Verificar el comportamiento de todos los elementos principales la estación de transferencia cuando se maneja una rata de Xn ton/hora			
OBSERVACIONES GENERALES:			
	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			

Anexo K. FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA NUEVO MUELLE CARBONÍFERO


	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>NUEVO MUELLE CARBONIFERO</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
OBSERVACION			
<p>(Las Bandas, Estaciones de Transferencias y Subestaciones ubicadas en el espolon antes de llegar a los cargadores, deben ser comisionadas operacionalmente <u>al mismo tiempo</u> de esta prueba operacional)</p>			
<p>(Para la realización de esta prueba debe contarse con los 3 tipos de buques que recibirán en adelante el carbón de la operación en Cerrejón: Buque Cape, Buque Panamax y Buque Handy)</p>			
<u>GENERALES</u>			
El sistema cumple con las especificaciones aprobadas por el proyecto de expansión para su construcción			
Los extinguidores de fuego están en posición y operativos en caso de incendio			
Todas las pruebas funcionales de las Bandas, Estaciones de Transferencias y Subestaciones ubicadas en el espolon antes de llegar a los cargadores, se realizaron con resultados satisfactorios			
La estructura se encuentra en condiciones de recibir carga y todos sus tornillos se encuentran debidamente torqueados			
Verificar que los repuestos principales en caso de fallas y previamente definidos se encuentran disponibles y a la mano para utilizarse			
<u>VERIFICACIONES PREVIAS</u>			
Las rutas de evacuación están debidamente señalizadas y despejadas en caso de evacuaciones			
Todos los sensores se encuentran debidamente identificados en el centro de control, si es necesario realizar pruebas aleatorias a diferentes sensores antes de pruebas con carga			
Verificar que todos los rodillos cuenten con su palanquilla de mantenimiento y desmonte se encuentre operativa			
Verificar que el dispositivo antiretorno de banda dentro de los cargadores haya sido engrasado correctamente			
Verificar que el suministro de energía hacia los equipos sea el indicado según especificaciones			
Verificar que la iluminación a lo largo de todo el sistema sea la adecuada para la operación nocturna			

	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>NUEVO MUELLE CARBONIFERO</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/__
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL			ESTADO
Verificar que los motores se encuentran debidamente lubricados y su sistema de contingencia se encuentra disponible			
Verificar que las guardas de protección estén debidamente instaladas y operativas (que cumplan con su función de barreras duras)			
Verificar la certificación y capacidad portante de los pilotes instalados, que el sistema este apto para recibir carga			
Verificar el comportamiento de los core locs desde la finalización de su instalación hasta la fecha, para comprobar si es posible el inicio de la operación marina			
Verificar que los canales de comunicación con la central de operación marina sean transparentes			
Comprobar la disponibilidad de los buques que reciban las cargas iniciales			
Comprobar con el centro de operación marina el cronograma de operación para los 3 tipos de buques que participaran en esta prueba operacional			
PRUEBAS CON CARGA (Operación Diurna)			
OPERACIÓN MARINA (Con cada uno de los 3 Buques)			
Verificar la libre movilidad de los buques a lo largo del canal marino destinado para ubicarse frente al nuevo muelle carbonifero			
Comprobar la operación en sus distintas posibilidades con respecto a la entrada de los buques al canal, radios de giro, paso a través del muelle No. 1			
CARGADOR DE BUQUES 2 Y 3 (Rata de cargue 50% de su capacidad nominal, ton/hr)			
Verificar que el flujo de carbón por la salida del cargador 2 y 3 sea el esperado (igual cantidad transferida desde bandas)			
Verificar que la información que llega al centro de control sea clara y sea la misma que se ve en el campo			
Verificar la operabilidad para cada uno de las posibilidades de movimiento de los cargadores (izquierda-derecha y arriba-abajo)			
Comprobar la efectividad del sistema anti colisión de los 2 cargadores de buques, al momento de los dos moverse hacia el mismo punto			
Comprobar que los sistemas de emergencia operan de manera segura y confiable			
Comprobar que la instrumentación y control opera de manera segura y confiable, realizar pruebas moderadas de desalineamiento de bandas, rasgue de banda, derrames y exceso de flujo de carbón entre otras)			


	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>NUEVO MUELLE CARBONIFERO</u>		Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __/__/____
	NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:
LUGAR:		CONSTRUCTOR:	
REQUERIMIENTOS PARA PRUEBA FUNCIONAL	ESTADO	OBSERVACION	
CARGADOR DE BUQUES 2 Y 3 (Rata de cargue 100% de su capacidad nominal, ton/hr)			
Verificar que el flujo de carbón por la salida del cargador 2 y 3 sea el esperado (igual cantidad transferida desde bandas)			
Verificar que la información que llega al centro de control sea clara y sea la misma que se ve en el campo			
Verificar la operabilidad para cada uno de las posibilidades de movimiento de los cargadores (izquierda-derecha y arriba-abajo)			
Comprobar la efectividad del sistema anti colisión de los 2 cargadores de buques, al momento de los dos moverse hacia el mismo punto			
Comprobar que los sistemas de emergencia operan de manera segura y confiable			
Comprobar que la instrumentación y control opera de manera segura y confiable, realizar pruebas moderadas de desalineamiento de bandas, rasgue de banda, derrames y exceso de flujo de carbón, entre otras)			
<u>PRUEBAS CON CARGA (Operación Nocturna)</u>			
OPERACIÓN MARINA (Con cada uno de los 3 Buques)			
Verificar la libre movilidad de los buques a lo largo del canal marino destinado para ubicarse frente al nuevo muelle carbonifero			
Comprobar la operación en sus distintas posibilidades con respecto a la entrada de los buques al canal, radios de giro, paso a través del muelle No. 1			
CARGADOR DE BUQUES 2 Y 3 (Rata de cargue 50% de su capacidad nominal, ton/hr)			
Verificar que el flujo de carbón por la salida del cargador 2 y 3 sea el esperado (igual cantidad transferida desde bandas)			
Verificar que la información que llega al centro de control sea clara y sea la misma que se ve en el campo			
Verificar la operabilidad para cada uno de las posibilidades de movimiento de los cargadores (izquierda-derecha y arriba-abajo)			
Comprobar la efectividad del sistema anti colisión de los 2 cargadores de buques, al momento de los dos moverse hacia el mismo punto			
Comprobar que los sistemas de emergencia operan de manera segura y confiable			

	FORMATO DE PRUEBA OPERACIONAL PARA SISTEMAS PERTENECIENTES A LA FACILIDAD: <u>NUEVO MUELLE CARBONIFERO</u>	Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha: __ / __ / __	
NOMBRE DEL SISTEMA:		ID DEL SISTEMA:	
LUGAR:	CONSTRUCTOR:		
Comprobar que la instrumentación y control opera de manera segura y confiable, realizar pruebas moderadas de desalineamiento de bandas, rasgue de banda, derrames y exceso de flujo de carbón, entre otras)			
CARGADOR DE BUQUES 2 Y 3 (Rata de carga 100% de su capacidad nominal, ton/hr)			
Verificar que el flujo de carbón por la salida del cargador 2 y 3 sea el esperado (igual cantidad transferida desde bandas)			
Verificar que la información que llega al centro de control sea clara y sea la misma que se ve en el campo			
Verificar la operabilidad para cada uno de las posibilidades de movimiento de los cargadores (izquierda-derecha y arriba-abajo)			
Comprobar la efectividad del sistema anti colisión de los 2 cargadores de buques, al momento de los dos moverse hacia el mismo punto			
Comprobar que los sistemas de emergencia operan de manera segura y confiable			
Comprobar que la instrumentación y control opera de manera segura y confiable, realizar pruebas moderadas de desalineamiento de bandas, rasgue de banda, derrames y exceso de flujo de carbón, entre otras)			
OBSERVACIONES GENERALES: <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>			
	Constructor	Precomisionador	Comisionador
Fecha			
Empresa/Cargo			
Nombre			
Firma			

Anexo L. FORMATO PARA CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN


	CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN - LISTO PARA ARRANQUE PROYECTOS DE CONSTRUCCION	Proyecto de Expansión Fecha __/__/__
SISTEMA #:		
NOMBRE DEL SISTEMA:		
<p style="text-align: center;">Este documento certifica la completacion final de sistema, el cual fue construido de acuerdo a la ingeniería aprobada y/o especificaciones de los fabricantes. Luego de realizar las respectivas verificaciones y pruebas de comisionamiento de acuerdo al plan de entrega de obras, el proyecto de expansión garantiza que el sistema es seguro y está listo para operar.</p>		
Observaciones generales por parte del cliente: 		
	Si	No
Se adjunta la lista de pendientes con items A cerrados y unicamente items B abiertos		
Se adjuntan formatos de pruebas de comisionamiento debidamente diligenciados y firmados por las partes responsables		
Se adjuntan los planos que evidencian el alcance del proyecto (EPC, Red-lines o As-Builts)		
	Constructor	Comisionador
FECHA		Cliente
EMPRESA		
NOMBRE		
FIRMA		

Anexo 1. TEMPLATE GENERAL PARA HOJAS CONTENIDAS DENTRO DEL DOSSIER DE COMISIONAMIENTO

 <p>Cerrejón Minería responsable</p>	<p>Proyecto de Expansión Cerrejón Dossier de Comisionamiento</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

Descripción General del Sistema

Anexo N. FORMATO DE LISTA DE PENDIENTES

	Formato de Control Lista de Pendientes	Proyecto de Expansión Cerrejón Fecha __/__/__				
CLIENTE:						
CONTRATISTA:						
DISCIPLINA:		SISTEMA:				
Ítem No.	Descripción del Pendiente	Categoría *	Fecha de Corrección	Chequeado por		Observación
				Precom.	Com.	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
*Nota:						
<p>Categoría A: Pendientes que afectan la operación y seguridad del sistema. Ningún sistema puede pasar a operación con pendientes A abiertos.</p> <p>Categoría B: Pendientes que no afectan la operación ni la seguridad del sistema, por lo que el sistema puede entrar en operación con pendientes B abiertos y el compromiso por parte del constructor para su cierre.</p>						

Anexo P. REGISTRO DE RIESGOS

Disciplina	Fuente de Riesgo	Evento de Riesgo	Causas	Impacto	Controles Preventivos	Control Crítico	Propietario del Control	Factor de Severidad	Factor de Probabilidad	Valor del Reiso Residual	VRR Tolerabilidad
Eléctrica	Comisionamiento de Instalaciones Eléctrica	Electrocución por Arco Eléctrico	C1. Malos contactos C2. Cortocircuitos C3. Aperturas de interruptores con carga C4. Apertura o cierre de seccionadores	Seguridad	C1 y C2. Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos	Si	Contratista Eléctrico	30	1	30	Tolerable
					C1 a C4. Mantener distancias de seguridad	Si	Commissionador Eléctrico				
					C1 a C4. Usar gafas de protección ultravioleta	No	Commissionador Eléctrico				
		Electrocución por Contacto Directo	C1. Negligencia de operadores o técnicos C2. Impericia de personal no calificado C3. Ausencia del procedimiento de etiqueta y candado de Cerrejón C4. Equipos de medida de parámetros eléctricos (pinza voltiaperimétrica, detector de tensión, multímetro) en mal estado o descalibrados	Seguridad	C1. Consientización semanal de los riesgos que se corren cuando se inspeccionan instalaciones eléctricas	No	Gerente de Comisionamiento	100	0,1	10	Tolerable
					C2. Solicitud de certificación por el CONTE	Si	Administrador de contrato				
					C3. Aplicar rigurosamente el procedimiento de etiqueta y candado establecido por la compañía en las áreas a comisionar	Si	Gerente de Comisionamiento				
					C4. Inspección preoperacional y verificada por el supervisor de los equipos utilizados para medición	Si	Gerente de Comisionamiento				
		Electrocución por Contacto Indirecto con equipos eléctricos	C1. Fallas de aislamiento C2. Falta conductor de puesta a tierra C3. Mala instalación C4. Transporte inadecuado C5. Ausencia de certificación de equipos y materiales	Seguridad	C1 y C3. Verificación de ausencia de tensión	Si	Commissionador Eléctrico	10	1	10	Tolerable
					C2. Verificación del sistema de puesta a tierra	No	Commissionador Eléctrico				
					C4. Solicitud a logística del protocolo de transporte del equipo	No	Commissionador Eléctrico				
					C5. Solicitud de certificación RETIE de las instalaciones eléctricas	Si	Commissionador Eléctrico				
		Electrocución por descarga de rayos eléctricos	C1. Fallas en el diseño C2. Construcción defectuosa C3. Trabajos al aire libre	Seguridad	C1 y C2. Verificación de la instalación de pararrayos, bajantes y puestas a tierra	Si	Commissionador Eléctrico	100	0,3	30	Tolerable
					C1 y C2. Revisión de la topología de cableado y malla a tierra en planos red-lines eléctricos,	No	Commissionador Eléctrico				
					C3. Mantener comunicación con la central de información de Cerrejón sobre la alerta de rayos en el área	Si	Commissionador Eléctrico				
Daño en equipo eléctrico por sobrecargas	C1. Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores C2. Instalaciones que no cumplen las normas técnicas C3. Conexiones flojas	Financiero	C1. Verificación del dimensionamiento de los conductores y equipos	No	Commissionador Eléctrico	3	1	3	Tolerable		
			C2. Solicitud de certificación RETIE de las instalaciones eléctricas	Si	Commissionador Eléctrico						
			C1, C2 y C3. Solicitud de instalación de interruptores automáticos con relés de sobrecarga	No	Commissionador Eléctrico						

Disciplina	Fuente de Riesgo	Evento de Riesgo	Causas	Impacto	Controles Preventivos	Control Crítico	Propietario del Control	Factor de Severidad	Factor de Probabilidad	Valor del Reiso Residual	VRR Tolerabilidad
Civil	Estructuras, techos, asoteas, entre otras.	Caída de personas en el desarrollo de actividades por encima de 1.5 m, golpes, lesiones, traumatismos, fracturas, heridas y cortes.	C1. Personal sin certificación para trabajos en alturas o con certificación no vigente C2. Fallas en los puntos de anclaje C3. No utilizar o incorrecto uso de EPP's de protección no certificados C4. Equipos inseguros. C5. Maniobras	Seguridad	C1. Verificación del certificado de trabajo en alturas y su vigencia	NO	Jefe de Seguridad del proyecto	3	30	90	No Tolerable
					C2. Puntos de anclaje certificados que cumplan con la norma 3678/2008	SI	Jefe de Seguridad del proyecto				
					C3 y C4 Equipo de protección contra caídas y EPP's certificados	SI	Jefe de Seguridad del proyecto				
					C3 y C5 Capacitaciones en Seguridad Industrial y supervisiones	SI	Jefe de Seguridad del proyecto				
	Talleres, Oficinas, Salones, Casas	Caída de objetos golpes, caída del puente grúa, lesiones Golpe o atrapamiento con la carga.	C1. Elementos de izaje inadecuados o en mal estado C2. Fallas mecánicas en los equipos de izaje C3. Falta de señalización del área C4. La carga excede la capacidad de los equipos	Seguridad	C1. Cumplimiento de Protocolo de Manejo de Cargas	SI	Jefe de Seguridad del proyecto	1	30	30	Tolerable
					C2. Programa de mantenimiento preventivo del equipo	SI	Contratista Civil				
					C3. Señalización y demarcación de áreas	NO	Jefe de Seguridad del proyecto				
					C4. Plan de izaje revisado y aprobado	SI	Jefe de Seguridad del proyecto				
	Cambiaderos, Líneas de Listo, Casas, Oficinas, Estaciones de Descarga de Diesel, Talleres y Salones	Trabajo por turnos, largas jornadas laborales y trabajo repetitivo.	C1. Manejo adecuado del tiempo C2. Deficiencias en el control de la fatiga C3. Uso inadecuado de herramientas C4. Exceso de Confianza	Seguridad	C1. Turnos según la legislación colombiana y acordes con el sistema de Integridad operacional de Cerrejón	SI	Gerente de Comisionamiento	0,3	1	0,3	Tolerable
					C2. Áreas de descanso cubiertas del sol	NO	Jefe de Seguridad del proyecto				
					C3. Capacitación sobre herramientas manuales	SI	Jefe de Seguridad del proyecto				
					C4. Capacitación de cuidado de las manos, inspecciones preoperacionales diarias.	SI	Jefe de Seguridad del proyecto				
Lagunas de sedimentación	Descarga eléctrica generada por un rayo	C1. Fallas en la comunicación con la central de radio Cerrejón C2. Tormenta eléctrica, incumplimiento de la regla 30/30	Seguridad	C1. Suspender actividades cuando haya aviso de tormenta, Tener encendida la radio Cerrejón	SI	Comisionador Civil	3	30	90	No Tolerable	
				C2. Usar un detector de tormentas y observar las instrucciones del manual de seguridad de Cerrejón	NO	Comisionador Civil					
Talleres, Planta de carbón, Estaciones de descarga	Pérdida de estructuras durante las pruebas funcionales	C1. Ausencia de comisionamiento C2. Fallas en el comisionamiento C3. Pruebas funcionales incompletas	FINANCIERO	C1. Diseñar e implementar un plan de comisionamiento	SI	Gerente de Comisionamiento	0,1	3	0,3	Tolerable	
				C2. Contratar personal con experiencia para el comisionamiento de obras	NO	Gerente de Comisionamiento					
				C3. Seguir los procedimientos para las pruebas funcionales	SI	Comisionador Civil					
Vías Ferreas	Separación de los rieles después de la prueba operacional	C1. Los rieles no fueron ajustados de manera correcta C2. No se realizaron las verificaciones previas	FINANCIERO	C1. Inspeccionar el procedimiento para el ajuste de los rieles	SI	Comisionador Civil	0,1	3	0,3	Tolerable	
				C2. Seguir los formatos de pruebas operacionales como fueron establecidos	NO	Comisionador Civil					

Disciplina	Fuente de Riesgo	Evento de Riesgo	Causas	Impacto	Controles Preventivos	Control Crítico	Propietario del Control	Factor de Severidad	Factor de Probabilidad	Valor del Riesgo Residual	VRR Tolerabilidad
Mecánica	Motores y equipos	Emisiones atmosféricas, gases, material particulado y derrames.	C1. Deficiencias en los planes de mantenimiento de los equipos C2. Acoplas en mal estado C3. Fugas	AMBIENTAL	C1. Cumplir con los planes de mantenimiento programado C2. Revisiones a las conexiones C3. Chequeos preoperacionales	SI SI NO	Contratista Mecánico Contratista Mecánico Contratista Mecánico	0,3	10	3	Tolerable
	Motores y equipos	Incendio en componentes motrices en prueba	C1. Falta de personal entrenado en el manejo de emergencias C2. Falta de equipos contra incendio C3. Fugas de combustible	SEGURIDAD	C1. Preparación, entrenamiento y capacitación al personal de brigadas, Disponibilidad y divulgación de un plan de emergencia C2. Disposición de equipos contra incendios C3. Uso de mangueras en buen estado, Inspecciones diarias a los equipos	SI NO SI	Jefe de Seguridad del proyecto Comisionador Mecánico Comisionador Mecánico	1	10	10	Tolerable
	Mina (Pallas, camiones, tracto camiones, tanqueros, cargadores, motoniveladores.	Choque entre maquinaria pesada	C1. Desarrollo de tareas simultáneas sin coordinación C2. Deficiencia en el liderazgo C3. No cumplir con procedimientos de áreas restringidas C4. No cumplir con protocolos para adelantar vehículos	SEGURIDAD	C1. Reuniones de coordinación diarias para el desarrollo de tareas C2. Definir claramente las funciones y responsabilidades de las personas involucradas en el proceso de comisionamiento C3. Auditoría periódica al cumplimiento de procedimientos de áreas restringidas y permisos de acceso C4. Establecer comunicación por radio para adelantar vehículos	SI NO SI SI	Comisionador Mecánico Gerente de Comisionamiento Jefe de Seguridad del proyecto Contratista Mecánico	10	100	1000	No Tolerable
	Motores en Movimiento	Lesiones por atrapamiento	C1. No realizar el bloqueo de equipos en movimiento	SEGURIDAD	C1. Aplicación de procedimientos de permisos de trabajo C1. Aplicación de estándares de bloqueo y aislamiento C1. Comunicación previa y durante el trabajo con las autoridades del área C1. Señalización y demarcación de áreas a intervenir	NO SI SI NO	Contratista Mecánico Contratista Mecánico Contratista Mecánico Contratista Mecánico	10	10	100	No Tolerable
	Planta de carbón	Astilla por trabajo en espacios confinados (Comisionamiento de trituradora)	C1. Deficiencias en la aplicación del procedimiento de trabajo en espacios confinados C2. No usar los Elementos de Protección Personal, o uso inadecuado C3. Condiciones de salud del trabajador	SEGURIDAD	C1. Aplicar el procedimiento de trabajo en espacios confinados C2. Entrenamiento y supervisión al trabajador en el uso de EPP's C3. Exámenes médicos de ingreso y de control al personal	SI NO NO	Contratista Mecánico Jefe de Seguridad del proyecto Jefe de Seguridad del proyecto	0,1	30	3	Tolerable
	Bandas transportadoras	Pérdidas de material utilizado en la prueba funcional	C1. Banda instalada de manera incorrecta C2. Banda desalineada	FINANCIERO	C1 y C2 Revisar detalladamente el reporte de alineación y nivelación de la banda	SI	Contratista Mecánico	1	3	3	Tolerable
	Bandas transportadoras y estaciones de transferencia	Daño de motores	C1. Fallas en la instalación del motor C2. Fallas en lubricación del motor que no se detectaron en las pruebas funcionales C3. No se realizó la prueba funcional correspondiente	FINANCIERO	C1. Revisar la instalación de los motores antes de realizar la prueba operacional C2. Revisar detalladamente el sistema de lubricación del motor C3. Realizar los procedimientos para las pruebas funcionales como se ha determinado	NO NO SI	Comisionador Mecánico Comisionador Mecánico Comisionador Mecánico	0,3	10	3	Tolerable
	Estaciones de transferencia	Pérdida de carbón durante la prueba operacional	C1. Fallas en la instalación de la compuerta móvil que distribuye el flujo de carbón entre las bandas	FINANCIERO	C1. Solicitar los certificados de aprobación de la instalación de motores	NO	Comisionador Mecánico	0,3	3	0,9	Tolerable
	Bandas transportadoras	Pérdida de tiempo por reajustes en la banda transportadora	C1. Tensor de la banda mal instalado C2. Rodillos de la banda mal instalados	FINANCIERO	C1. Supervisar la instalación del tensor de la banda C2. Supervisar la correcta instalación de los rodillos	NO NO	Contratista Mecánico Contratista Mecánico	1	1	1	
	Planta de carbón	Pérdidas de carbón en las pruebas operacionales	C1. Derrames en las tolvas de alimentación C2. Fallas en las pruebas funcionales	FINANCIERO	C1. Inspeccionar las tolvas antes de realizar las pruebas con carga C2. Desarrollar las pruebas en vacío como se estableció el procedimiento	SI NO	Contratista Mecánico Comisionador Mecánico	10	1	10	Tolerable
		Daño de los amortiguadores del alimentador vibratorio	C1. El rango de desplazamiento de los amortiguadores está por fuera del permitido	FINANCIERO	C1. Verificar los rangos de desplazamiento de los amortiguadores	SI	Comisionador Mecánico	0,3	3	0,9	Tolerable

Disciplina	Fuente de Riesgo	Evento de Riesgo	Causas	Impacto	Controles Preventivos	Control Crítico	Propietario del Control	Factor de Severidad	Factor de Probabilidad	Valor del Riesgo Residual	VRR Tolerabilidad
Tubería	Casas, oficinas y salones	Usuarios afectados por cortes de servicios (Pruebas a conexión de tuberías de agua, gas, aguas residuales, aguas contra incendios)	C1. Falta de coordinación de los cortes con los usuarios de los servicios	SOCIO CULTURAL	C1. Identificar la afectación de usuarios, antes de realizar las conexiones de las tuberías	NO	Contratista para Tubería	0,1	1	0,1	
					C1. Obtener autorización escrita para realizar las pruebas	NO	Contratista para Tubería				Tolerable

Anexo Q. DOSSIER DE COMISIONAMIENTO

Este Dossier se encuentra como anexo en la Carpeta Anexo Q. por su tamaño.