**STALIN KARL** 

Cierre Operacional (Transferencia – Entrega Del Proyecto)

Cierre Contractual (Agente – Contratistas – Proveedores)

**PROYECTOS MINEROS LIBRO 4** 

# Prologo

La motivación del autor de poder contribuir con las nuevas generaciones de estudiantes de las diversas disciplinas relacionadas con la industria de la minería ha sido una constante para poder volcar en este texto de estudio, sus 20 años de experiencia en ingeniería y construcción de proyectos industriales mineros nacionales e internacionales.

Chile, hoy en día es un país líder en gestión de proyectos para la industria minera. Este hecho es relevante, ya que incentiva la capacidad de desarrollar talentos y generar know-how de exportación a otros países mineros como Chile.

Esperamos poder contribuir con mucha humildad a la formación de profesionales de excelencia en el ámbito de la gestión de proyectos mineros y colaborar con conocimiento específico en el proceso de gestión del proyecto minero.

El objetivo del presente texto es poder facilitar la experiencia e incentivar la innovación que nos permita abordar desafíos de proyectos cada día mas complejos en su gestión integral.

#### **COMPARTIR LO APRENDIDO**

Texto extraído de la película francesa "Lucy" rodada en 2014 dirigida y escrita por Luc Besson

Profesor Samuel Norman:

La vida nos fue dada hace mil millones de años ¿ Que hemos hecho con ella?

Para seres primitivos como nosotros, la vida parece tener un solo propósito, **ganar tiempo**. Y el **pasar por el tiempo** también parece ser el único y real propósito de las células de nuestro cuerpo.

Para lograr esa meta, la masa de las células que forman a las lombrices y a los humanos, solo tienen dos soluciones; ser inmortales o reproducirse.

Si el hábitat no es lo bastante favorable o acogedor, la célula escoge la inmortalidad, en otras palabras autogestión y autosuficiencia.

Por otro lado, si el hábitat es favorable, la célula escoge reproducirse. De ese modo al morir heredan información y conocimientos esenciales a la siguiente célula, quien la hereda a la siguiente célula y así sucesivamente.

#### "Así conocimiento y aprendizaje son heredados a través del tiempo"

Cien mil millones de neuronas por humano de las cuales solo el 15% están activas, hay mas conexiones en el cuerpo humano que estrellas en la galaxia, poseemos una gigantesca red de información, a la que casi no tenemos acceso.

¿Que hacer con el conocimiento adquirido?

"Si lo piensas, la misma naturaleza de la vida, desde el principio, del desarrollo de la primera célula y su división en dos células, el propósito de la vida siempre fue COMPARTIR LO APRENDIDO, no hay un propósito mas alto. Si me preguntas que hacer con el conocimiento que estas acumulando te diría compártelo, igual que cualquier simple célula a través del tiempo"

El tiempo le da legitimidad a la existencia, el tiempo es la única unidad de medida, es la prueba de la existencia de la materia, sin el tiempo nada existe.

"La vida nos fue dada hace mil millones de años ahora sabemos que hacer con ella"

# Información General

#### CIERRE DEL PROYECTO

Ebook Primera Edición Febrero 2020

#### PROPIETARIO LICENCIA EBOOK

Nombre:

Licencia Personal:

Fecha de adquisición:

Correo Electrónico:

#### **ORGANIZA**

Stalin Karl Veliz

Edición Propia

#### **EJECUTA**

© Stalin Karl Veliz 2020

Registro de Propiedad Intelectual

2020-A-1281

http://www.stalinkarl.cl

Diseño Portada Paul Giorventti

Edición Digital 2020

Arica - Chile

ISBN 978-956-401-560-6

Desarrollado en Chile - Development In Chile

### **Autor**

La motivación del autor de poder contribuir con las nuevas generaciones de estudiantes de las diversas disciplinas relacionadas con la industria de la minería, ha sido una constante para poder volcar en este libro, sus 26 años de experiencia en proyectos mineros nacionales e internacionales. Espero poder contribuir con humildad a la formación de profesionales de excelencia en el ámbito de la industria.



Stalin Karl, es Constructor Civil de la Universidad Católica del Norte Antofagasta e Ingeniero Civil Mecánico de la Universidad de Tarapacá Arica, posee una Maestría en Gestión Integral de Proyectos por la Universidad Católica del Norte Antofagasta.

Se ha dedicado por más de 26 años al área de proyectos mineros participando en la construcción de operaciones mineras de cobre en Chile y de Níquel en Cuba. Su especialidad es de comisionamiento y puesta en marcha de plantas industriales mineras. Ha participado en el desarrollo de metodologías y software para comisionamiento y puesta en marcha implementando sistemas informáticos de gestión EPIN 4.0 en proyectos de Moa Níquel en Cuba y Cobre Las Cruces en Gerena España.

Ha trabajo en empresas de ingeniería y construcción nacionales e internacionales en proyectos tales como:

- 1. EPCM Doña Inés de Collahuasi Angloamerican 1997 1998.
- 2. EPCM Los Pelambre Antofagasta Minerals 1999.
- 3. EPC El Tesoro Antofagasta Minerals 2000 2001.
- 4. CTF Codelco Chile 2002 2003.
- 5. EPCM Biolixiviación Codelco Chile 2003 2004.
- 6. EPCM ODS Minera Escondida 2004 2005.
- 7. EPCM Sulphide Leach Minera Escondida Ltda. 2005 2006.
- 8. EPCM MSC OLE/W9 Minera Escondida Ltda. 2007.
- 9. EPCM Metals Enterprice Expansion Sherrit Company (Moa CUBA) 2008.
- 10. EPCM Explotación de Sulfuros RT Fase 1, Codelco Chile 2009
- 11. Binacional EPCM Pascua Lama, Compañía Minera Nevada. 2010-2011.
- 12. EPCM EOA Escondida Ore Access, Minera Escondida Ltda. 2012.
- 13. EPCM Bottlenecking 160 KTPD, Collahuasi, Angloamerican. 2012 2014.
- 14. EPC Antucoya, Compañía Antofagasta Minerals. 2014 2015.
- 15. EPCM Tailing Storage Facility Compañía Minera Candelaria. 2017 2018.
- 16. EPCM Candelaria Mills Optimization Project Compañía Minera Candelaria. 2019.

Ha ejercido cargos desde supervisión a gerencias de especialidad, en diversos proyectos mineros. Además, ha escrito los siguientes artículos y libros de proyectos industriales mineros:

- Pensamiento Complejo en la Estrategia Corporativa de Proyectos Mineros 2016.
- Sistematización de Proyectos Mineros 2016.
- Indicadores de Costo Para Cierre de Proyectos Mineros 2016.
- Apuntes Para el Curso de Procesos Mineros 2018.
- E-Book Fases del Proyecto Minero 2020.
- E-Book Estudio del Proyecto Minero 2020.
- E-Book Ejecución del Proyecto Minero 2020.
- E-Book Cierre del Proyecto Minero 2020.

En la actualidad se encuentra dedicado al ámbito privado, docencia, investigación y consultorías de especialidad.

## Revisores

Quiero expresar mi mas sincero agradecimiento por el apoyo y la dedicación realizada, a los colegas ingenierós de larga trayectoria y experiencia en la gestión integral de proyectos mineros, quienes accedieron sin ninguna objeción ha ser participes de esta iniciativa y dedicaron parte de su valioso tiempo a revisar, hacer comentarios y a realizar aportes a este texto, todos ellos motivados por el mismo espíritu del autor de poder contribuir con las nuevas generaciones de estudiantes de las diversas disciplinas relacionadas con la industria de la minería. Para ellos mi eterno agradecimiento.

#### HERNAN JELDRES VILLENA

Gerente de Construcción Infraestructura Teck Resources Limited



Hernan Jeldres, es Ingeniero Electricista de la Universidad de Antofagasta con un diplomado en Gestión de Proyectos por la Universidad Adolfo Ibáñez. Se ha dedicado por mas de 25 años a la gerencia de construcción y comisionamiento de proyectos industriales de la gran minería realizados en Chile y en el extranjero, en la industria de metales. Su interés profesional se basa en el gerenciamiento integral de proyectos industriales mineros comprometido con la sustentabilidad ambiental y social, desarrollo de tecnologías e innovación.

#### JUAN CARLOS VILLARROEL

Gerente Senior de Procesos Antofagasta Minerals



Juan C. Villarroel, es Ingeniero Metalúrgico de la Universidad de Chile con una maestría en administración de negocios MBA por la Universidad de Chile. Posee una experiencia de mas de 30 años en la industria de la minería metálica y no metálica. Ha participado en proyectos de optimización, mejora e innovación de nuevos procesos industriales, agregando ganancias, desarrollo y crecimiento a la industria. También ha desarrollado la docencia publica. Su interés profesional se basa en la investigación, desarrollo e innovación de procesos mineros, gestión de proyectos, sustentabilidad del negocio y gobierno corporativo.

#### LUIS ALVAREZ CHAVEZ

Gerente General Ingeniería de Mantenimiento



Luis Alvarez, es Ingeniero Mecánico de la Universidad de Antofagasta con una maestría en administración de negocios MBA por la Universidad Católica del Norte. Se ha dedicado por mas de 25 años al gerenciamiento de servicios de ingeniería y desarrollo de mantenimiento industrial para compañías mineras en la industria de metales y no metales. También ha participado en ingeniería e implementación de proyectos de confiabilidad operacional en el ámbito de la gran minería. Su interés profesional se basa en el desarrollo de ingeniería para la gestión de proyectos corporativos de capital en la industria minera y en el mejoramiento continua de estrategias de mantenimiento y confiabilidad operacional para la optimización de la producción.

## Introducción General

Teniendo en consideración la importancia de la industria minera en el desarrollo y crecimiento económico del país, es de vital relevancia apoyar y ayudar a mantener y mejorar la actual posición de liderazgo mundial de las empresas mineras nacionales e internacionales que operan en nuestro territorio.

Estas empresas han desarrollado y seguirán desarrollando proyectos mineros de vanguardia en diferentes ámbitos como innovación en procesos tecnológicos, nuevas tecnologías medioambientales, sustentabilidad social, etc. A su vez estos proyectos han permitido el crecimiento de comunidades en el entorno del proyecto las cuales junto a normativas legales acordadas han logrado posicionar al país en los niveles económicos mas altos de Latinoamérica.

La gestión de proyectos mineros en Chile es de excelencia, por supuesto que esta excelencia se manifiesta en empresas maduras en el ámbito de la gestión, sin embargo las empresas jóvenes y nacientes, están partiendo con un alto nivel de exigencia en gestión de procesos. Lo mejor de todo es que este aprendizaje corporativo nos ofrece una capacidad competitiva única, ser referentes mundiales en la gestión integral de proyectos mineros.

Como una forma de aportar con un grano de arena a la excelencia corporativa, nace este libro para profundizar e innovar en uno de los proceso de gestión mas complejos de la gestión integral de proyectos mineros, el denominado "Cierre del Proyecto". Al parecer este proceso pareciera meramente administrativo pero curiosamente esta lleno de actividades de carácter físico.

Como veremos mas adelante el cierre de proyectos mineros esta compuesto por el cierre operacional y por el cierre contractual del proyecto. A su vez el cierre operacional del proyecto esta compuesto por la transferencia y la entrega del proyecto al cliente. De igual forma el cierre contractual del proyecto esta conformado por el cierre contractual del primer contrato (agente), contratistas de construcción y de los proveedores nacionales e internacionales.

Uno de los desafíos clave del libro es aportar con conocimiento de excelencia para el crecimiento, desempeño y funcionamiento del proceso de cierre del proyecto en la gestión integral del proyecto minero. Uno de los pilares fundamentales en este cometido es la formación de profesionales de las más variadas disciplinas de la ingeniería con capacidades para participar del cierre del proyecto minero, con el conocimiento fundamental y con las capacidades ingenieriles para satisfacer los requerimientos corporativos del tipo cliente / servidor necesarios para el éxito del proceso.

El libro consideran 16 temas abarcando los siguientes tópicos:

- 1. Definición de Proyecto Minero
- 2. Tipos de Proyectos Mineros
- 3. Fases del Proyecto Minero
- 4. Definición del cierre de Proyecto
- 5. Primer Contrato
- 6. Contrato Tipo EPCM

- 7. Contrato Tipo EPC
- 8. Contrato Tipo EPC (M)
- 9. Comparación Contratos (EPC/EPCM)
- 10. Cierre del Proyecto
- 11. Gerencia de entrega de proyectos (PDG)
- 12. Estrategia de Entrega
- 13. Costos del Cierre
- 14. Plazo del Cierre
- 15. Informe Final
- 16. Tecnología

#### Sección 6

# **DEFINICION DE PROYECTO MINERO**

Los proyectos mineros, se clasifican como proyectos de inversión. Ver figura 4.1.

Figura 4.1 Clasificación del proyecto minero



#### 6.1 Definición de Proyecto Minero

Para poder comprender bien la definición de proyecto minero, primero veremos la definición de proyecto establecida por el PMI (Project Management Institute), donde un proyecto se define como:

"Un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único"

#### 6.1.1 Temporal

Temporal significa que cada proyecto tiene un comienzo definido y un final definido. El final se alcanza cuando se han logrado los objetivos del proyecto o cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán o no podrán ser alcanzados, o cuando la necesidad del proyecto ya no exista y el proyecto sea cancelado. Temporal no necesariamente significa de corta duración; muchos proyectos duran varios años. En cada caso, sin embargo, la duración de un proyecto es limitada. Los proyectos no son esfuerzos continuos.

La naturaleza temporal de los proyectos puede aplicarse también a otros aspectos de la empresa:

- La oportunidad o ventana de negocio normalmente es temporal: algunos de los proyectos tienen un período limitado para producir sus productos o servicios.
- El equipo del proyecto, como unidad de trabajo, pocas veces perdura después del proyecto: un equipo creado con el único fin de llevar a cabo el proyecto lo desarrollará y luego se disolverá, y los miembros del equipo serán reasignados una vez que concluya el proyecto.

#### 6.1.2 Productos, Servicios o Resultados Únicos

Un proyecto crea productos entregables únicos. Productos entregables son productos, servicios o resultados. Los proyectos pueden crear:

- Un producto producido, que es cuantificable, y que puede ser un elemento terminado o un componente.
- La capacidad de prestar un servicio como, por ejemplo, las funciones del negocio que respaldan la producción o la distribución.
- Un resultado como, por ejemplo, salidas o documentos. Por ejemplo, de un proyecto de investigación se obtienen conocimientos que pueden usarse para determinar si existe o no una tendencia o si un nuevo proceso beneficiará a la sociedad.

La singularidad es una característica importante de los productos entregables de un proyecto. Cada proyecto es *único*. La presencia de elementos repetitivos no cambia la condición fundamental de único del trabajo de un proyecto.

#### 6.1.3 Elaboración Gradual

La elaboración gradual es una característica de los proyectos que acompaña a los conceptos de temporal y único. "Elaboración gradual" significa desarrollar en pasos e ir aumentando mediante incrementos. Por ejemplo, el alcance de un proyecto se define de forma general al comienzo del proyecto, y se hace más explícito y detallado a medida que el equipo del proyecto desarrolla un mejor y más completo entendimiento de los objetivos y de los entregables.

#### 6.1.4 Proyectos y Planificación Estratégica

Los proyectos son una forma de organizar actividades que no pueden ser tratadas dentro de los límites operativos normales de la organización. Por lo tanto, los proyectos se usan a menudo como un medio de lograr el plan estratégico de la organización, ya esté empleado el equipo del proyecto por la organización o sea un proveedor de servicios contratado.

Generalmente, los proyectos son autorizados como resultado de una o más de las siguientes consideraciones estratégicas:

- Una demanda del mercado (Ej. Un proyecto para construir una nueva planta en respuesta a una escasez de mineral).
- Una necesidad de la organización (Ej. Un proyecto de mantenimiento a fin de disminuir los costos de reparación de equipos).
- Una solicitud de un cliente (Ej. Un proyecto de expansion para mejorar la calidad de mineral solicitado).
- Un avance tecnológico (Ej. Un proyecto de cambio tecnológico de la planta existente (Upgrade) para minerales de baja ley).
- ❖ Un requisito legal (Ej. Un proyecto para implementar instalaciones para el manejo de un material tóxico).
- Una necesidad Operacional (Ej. Un proyecto de nuevas instalaciones para el manejo de mineral contaminado)

Por lo tanto, la definición de Proyecto Minero seria lo definido por el PMI para proyectos, aplicado específicamente al ámbito de la minería y podría definirse como:

"Proyecto Minero es un emprendimiento que tiene lugar en un periodo especifico (Oportunidad) con un plazo establecido y que apunta a obtener un producto final, materia prima o alguna infraestructura física (Planta Proceso), que surge como respuesta a una necesidad acorde con la visión corporativa de interés económico (Ocurrencia Mineral) o por definiciones de planificación estratégica de la organización (Plan Minero)."

#### Sección 7

# **TIPOS DE PROYECTOS MINEROS**

Los Proyectos Mineros se dividen en dos tipos fundamentalmente (Ver figura 4.2):

- Proyectos Greenfield
- Proyectos Brownfield

Figura 4.2 Tipos de proyectos mineros



#### 7.1 Proyectos Tipo Greenfield

Un *Proyecto Greenfield* es un tipo de proyecto totalmente nuevo, carece de restricciones impuestas por el desarrollo de proyectos anteriores. Por lo general los diseños anteriores obligan a imponer restricciones a los futuros proyectos. Los proyectos Greenfield tienen la ventaja de iniciar sus diseños frescos y sin las limitaciones de sistemas existentes. Generalmente en minería se les denomina como *Proyectos Fase Cero*. Ver figura 4.3.

Figura 4.3 Proyectos greenfield



#### 7.1.1 Proyectos Fase Cero

Los proyectos fase cero están referidos a la ingeniería y construcción de la primera planta industrial y todas sus instalaciones auxiliares, cuando en el sitio y lugar de emplazamiento de la industria no existe absolutamente nada. Este tipo de proyecto por lo general son los de mayor inversión y el contrato es de tipo EPCM, también son de mayor duración en los plazos de construcción y ocupan gran cantidad de obra de mano, equipos e instalaciones. Todas las industrias mineras han tenido inicialmente una fase cero.

#### 7.2 Proyectos Tipo Brownfield

Los *Proyectos Brownfield* son aquellos que se realizan sobre instalaciones anteriores y que pueden o no estar en operación. Este tipo de proyectos siempre está sujeto a restricciones de diseño, construcción, tecnología etc. Ver figura 4.4.

Figura 4.4 Proyectos brownfield

# Proyectos Mineros Tipo Greenfield Proyectos Fase Cero Tipo Brownfield Proyecto de Ampliación Proyecto de Optimización Proyecto de Cambio Tecnologico Proyecto de Mantención Proyecto de Sustentabilidad de Capital Proyecto Parada de Planta

Ejemplo de este tipo de proyectos pueden ser:

- Proyecto de Ampliación
- Proyecto de Optimización de Proceso
- Proyecto de Cambio Tecnológico
- Proyecto de Mantención
- Proyecto de Sustentabilidad del Capital
- Proyecto de Parada de Planta

#### 7.2.1 Proyecto de Ampliación

Existen varios tipos de proyectos de ampliación:

#### 7.2.1.1 Proyecto Planta Industrial Nuevo Producto

Estos proyectos están referidos a aquellos destinados a procesar algún mineral de un nuevo yacimiento de pertenencia de la compañía minera, por lo general contemplan la construcción de una nueva planta ubicada dentro de las instalaciones de la planta existente u/o puede ser una nueva planta interconectada con la planta actual de manera de poder utilizar parte del proceso existente conectado con el nuevo proceso.

#### 7.2.1.2 Proyecto de Implementación Nuevo Proceso

Estos son los proyectos de ingeniería y construcción destinados a incorporar e implementar cambios e innovaciones tecnológicas en materias de procesos mineros. Por lo general contemplan nuevas instalaciones interconectadas con las instalaciones existentes de manera de poder utilizar parte de los procesos, optimizando la producción. En la gran mayoría de estos proyectos se han incorporado nuevas materias primas a un proceso específico.

#### 7.2.1.3 Proyecto de Aumento de Producción

Estos son los proyectos de ingeniería y construcción destinados a aumentar la capacidad productiva de una planta industrial en operación continua, incorporando nuevas instalaciones al proceso.

#### 7.2.2 Proyecto de Optimización de Proceso

Los proyectos de optimización de procesos, por lo general están relacionados con la incorporación de una reingeniería basada en un mejoramiento de proceso y tecnológico que implica optimizar los procesos en pos de un mayor rendimiento y producción, aminorar la periodicidad y plazos de la mantención, disminuir costos de operación y mantención, y mejorar la calidad del producto.

#### 7.2.3 Proyecto de Cambio Tecnológico

Cuando una planta industrial minera ha producido constantemente por un largo periodo de tiempo, sus instalaciones comienzan a sufrir un deterioro agudo, al igual que sus procesos caen en la obsolescencia y su operación comienza a ser costosa, motivos por los cuales las compañías mineras desarrollan los proyectos de cambio tecnológico. Estos proyectos tienen un gran problema desde el punto de vista de la constructibilidad, ya que debe ser construido con la planta industrial operando lo que implica que se deben planificar, programar y coordinar todas las actividades de construcción con las actividades de operación, lo que hace que los plazos sean prolongados, actividades lentas, procesos constructivos modificados, las actividades más riesgosas, aumento de equipos de montaje, mayor número de personal, etc. Estos proyectos se presentan en plantas con más de 40 años de producción continua y pueden ser de gran inversión.

#### 7.2.4 Proyecto de Mantención

Los proyectos de mantención son aquellos que fueron concebidos a partir de una mejora u optimización ya sea en recursos de obra de mano, labores propias de la mantención, tiempo o costos. Estos proyectos por lo general son pequeños y de bajo nivel de inversión por lo que son desarrollados por las mismas compañías mineras mediante su departamento de proyectos y ejecutados por contratistas de mantención u/o construcción que son administrados por el departamento o unidad de construcción de la división o área de la compañía minera.

#### 7.2.5 Proyecto de Sustentabilidad de Capital

Este tipo de proyectos (*sustaining capital reinvestmen*) tiene relación con la reinversión de capital que se requiere para mantener las operaciones en los niveles actuales. Un aspecto importante a considerar en este tipo de proyectos es la determinación del capital necesario para mantener las operaciones y la rentabilidad actual de la compañía minera.

Por lo general los proyectos de sustentabilidad de capital tienen relación con la reubicación de equipos mayores en nuevas disposiciones de manera de optimizar la explotación, operación y producción de la compañía minera.

#### 7.2.6 Proyecto de Parada de Planta

Las paradas de planta son muy comunes dentro de la industria y sobretodo en la Industria Minera. Se define como "Parada de Planta" al periodo de detención de una determinada línea de proceso, equipos y componentes de producción, con el objetivo de realizar mantenimientos programados propios de los equipos del proceso, integrar instalaciones nuevas para aumentar la producción u/o integrar instalaciones nuevas para optimizar los procesos desde el punto de vista del rendimiento, mantenimiento, operación o cambio tecnológico.

Las paradas de planta son extremadamente complejas y se requiere de una administración muy detallada al nivel de actividades y plazos. Las características propias de una parada de planta son las siguientes:

- Generan pérdidas de producción
- Se estudian muy prolijamente a nivel financiero y económico
- Se planifican al nivel de detalle de actividades
- Se programan al nivel de horas de trabajo
- El plazo de ejecución es corto y definido
- Se ocupa un alto número de personal de obra de mano
- Participan muchas organizaciones durante su desarrollo
- Los plazos son inamovibles
- Los costos son invariables
- La participación del cliente es fundamental

Existen dos tipos de parada de planta:

- Parada de Planta Mantención
- Parada de Planta Construcción

#### 7.2.6.1 Parada de Planta Mantención

Las paradas de planta de mantención están directamente asociadas a mantención de equipos mayores, ya que se deben realizar necesariamente por condiciones propias de los equipos. Generalmente para no detener la producción, se realizan por líneas de producción alternadamente.

#### 7.2.6.2 Parada de Planta Construcción

Las paradas de planta de construcción están directamente asociadas a los proyectos del tipo Brownfield, ya que se deben realizar necesariamente para integrar las nuevas instalaciones del proyecto a las instalaciones existentes en *operación*.

#### Sección 8

## **FASES DEL PROYECTO MINERO**

Las fases de un proyecto cualquiera están íntimamente ligadas a su ciclo de vida. Así para poder entender las fases del *proyecto minero* es necesario conocer inicialmente el ciclo de vida de la mina (Mine Life Cycle) y su incidencia dentro del ciclo de vida del proyecto minero.

Las fases del proyecto minero son esenciales desde el punto de vista del desarrollo del mismo. El manejo de cada una de estas fases y sus entregables van dando forma e identidad al proyecto minero en sí, permitiendo tomar decisiones complejas en un ámbito acotado de incertidumbre. La experiencia en el desarrollo de proyectos de este tipo también aporta lo suyo, sin embargo, la disciplina de la metodología de fases de proyecto permite tomar las acciones y los resguardos necesarios para asegurar el negocio minero.

La industria minera y sus proyectos de inversión se caracterizan por un alto riesgo, grandes volúmenes de inversión y prolongados periodos de recuperación de capital invertido y retornos sobre la inversión.

#### 8.1 Ciclo de Vida de la Mina

El desarrollo del ciclo de vida de la mina distingue diferentes actividades. Las secuencias van desde una situación de partida (Exploración), hasta la de cierre o abandono del yacimiento, ver figura 4.5. A este conjunto de actividades se le denomina desarrollo vertical y da origen a las fases definidas como:

- Fase de Exploración
- Fase de Estudio
- Fase de Ejecución
- \* Fase de Operación Normal
- Fase de Cierre o Abandono

Figura 4.5 Ciclo de vida de la mina

# Ciclo de Vida de la Mina (Mine Life Cycle) Fase de Fase de Fase de Fase de Fase Operación Normal Fase de Operación Operación Normal Fase de Cierre Operación Operació

#### 8.2 Ciclo de Vida del Proyecto Minero

Para efectos del presente texto, consideraremos el proyecto minero asumiendo que la *Fase de Exploración* ha sido exitosa. El ciclo de vida del proyecto minero es un ciclo de vida que se superpone sobre el ciclo de vida de la mina en sus primeras fases (Fase de Exploración, Fase de Estudio y Fase de Ejecución), esto básicamente debido a lo siguiente:

- El ciclo de vida de la mina es el tiempo que transcurre desde la concepción del yacimiento minero hasta su agotamiento o cierre. Generalmente a lo largo del ciclo de vida de la mina se originan muchos proyectos mineros (Grenfield o Bronwfield).
- ♣ Por definición una vez que la mina u/o yacimiento entra en la fase de operación normal (Explotación), esta pierde su calidad de proyecto.
- ♣ El proyecto minero obedece a un proyecto de inversión, mientras que la explotación de la mina obedece a un plan de negocio y desarrollo minero (Plan Minero). El Plan Minero considera toda la vida útil de la mina (Life of Mine). En consecuencia, contempla todos los recursos minerales económicamente explotables, incluyendo aquellos que no califican como reserva probada o probable. La exigencia de transformación de recursos a reservas ocurre en forma gradual y decreciente a través del tiempo, de acuerdo con los criterios establecidos por las compañías mineras en particular.

Figura 4.6 Proyecto minero en el ciclo de vida de la mina

Ciclo de Vida de la Mina (Mine Life Cycle)					
Fase de	Fase de	Fase de	Fase Operación	Fase de Cierre	
Exploración	Estudio	Ejecución	Normal	o Abandono	
PROYECTO DE INVERSION			PLAN MINERO (Plan de Negocio y Desarrollo Minero)		
Proyectos Mineros			Producción	Cierre	
Greenfield / Brownfield			Continua	Minero	

Considerando una *fase de exploración* exitosa, el ciclo de vida del proyecto minero (Fase de Estudio y Fase de Ejecución), define las fases que conectan el inicio del proyecto con su fin. Ver figura 4.7.

Figura 4.7 Ciclo de vida del proyecto minero



La transición de una fase a otra dentro del ciclo de vida de un proyecto minero generalmente implica y, por lo general, está definida por alguna forma de transferencia técnica. Generalmente, los productos entregables de una fase se revisan para verificar si están completos, si son exactos y se aprueban antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase. No obstante, no es inusual que una fase comience antes de la aprobación de los productos entregables de la fase previa, cuando los riesgos involucrados se consideran aceptables. Esta práctica de superponer fases, que normalmente se realiza de forma secuencial, es un ejemplo de la aplicación de la técnica de compresión del cronograma denominada ejecución rápida (Fast Track).

No existe una metodología única, para definir el ciclo de vida ideal de un proyecto minero. Algunas compañías mineras han establecido manuales y procedimientos que estandarizan los proyectos mineros con un ciclo de vida único, mientras que otras permiten que el equipo de dirección del proyecto elija el ciclo de vida más apropiado.

El ciclo de vida del proyecto minero generalmente define:

- Qué trabajo técnico se debe realizar en cada fase.
- Cuando se deben generar los productos entregables en cada fase y cómo se revisa, verifica y valida cada producto entregable.
- Quién está involucrado en cada fase o etapa (por ejemplo, la ingeniería concurrente requiere que los implementadores estén involucrados en las fases de requisitos y de diseño).
- Cómo controlar y aprobar cada fase.

La descripción del ciclo de vida del proyecto minero puede ser muy general o muy detallada. La descripción detallada puede incluir formularios, diagramas y listas de chequeo para proporcionar estructura y control.

El ciclo de vida de un proyecto minero posee las siguientes características:

- Las fases se dividen en subfases o etapas secuenciales y normalmente están definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o transferencia de componentes técnicos.
- El nivel de coste y de personal es bajo al comienzo, alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y cae rápidamente cuando el proyecto se aproxima a su conclusión.
- El nivel de incertidumbre es el más alto y, por lo tanto, el riesgo de no cumplir con los objetivos es más elevado al inicio del proyecto. La certeza de terminar con éxito aumenta gradualmente a medida que avanza el proyecto.
- El poder que tienen los interesados (Stakeholders) en el proyecto para influir en las características finales del producto del proyecto y en el coste final del proyecto es más alto al comienzo y decrece gradualmente a medida que avanza el proyecto. Una de las principales causas de este fenómeno es que el coste de los cambios y de la corrección de errores generalmente aumenta a medida que avanza el proyecto.

#### 8.3 Etapas del Proyecto Minero

Para facilitar la gestión integral del proyecto, las fases principales (Fase de Estudio y Fase de Ejecución) se dividen en etapas, de acuerdo a la figura 4.8.

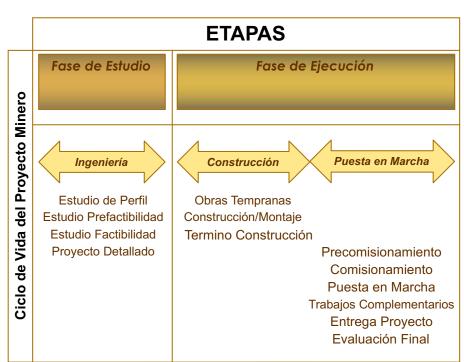


Figura 4.8 Fases y etapas del proyecto minero

#### 8.4 Cierre del Proyecto

El cierre de proyecto consiste en materializar y finalizar todas las actividades comprendidas dentro de los procesos de la administración integral del proyecto para completar formalmente la fase de ejecución del proyecto minero con sus etapas correspondientes. Ver figura 4.9.

Figura 4.9 Fases del proyecto minero



#### 8.5 Fase de Ejecución

La fase de ejecución corresponde a todas las *etapas y actividades* que darán realidad física al proyecto minero definido en la fase de estudio. Para tener una concepción clara y poder comprender el cierre de esta fase, es necesario conocer las diferentes etapas por las que atraviesa un proyecto de este tipo.

#### 8.6 Etapas de la Fase de Ejecución

Un proyecto minero presenta etapas típicas, diferenciadas una de otra, básicamente en lo referido a la construcción y montaje de los equipos e instalaciones respecto del funcionamiento y operación de estos. Estas etapas se presentan cronológicamente de manera ascendente en el tiempo y actúan bajo un camino crítico desde el punto de vista de la programación del proyecto, figura 4.10.

Figura 4.10 Etapas de la fase de ejecución



Se podría decir que el Proyecto va madurando y presenta las siguientes etapas:

- Obras Tempranas
- Construcción y Montaje Industrial
- Termino de Construcción (Construcción Verificación)
- Precomisionamiento (Precommissioning)
- Comisionamiento (Commissioning)
- Entrega del Proyecto al Cliente (Handover)
- Puesta en Marcha (Start-Up)
- Trabajos Complementarios
- Evaluación Final

#### 8.7 Actividades de las Etapas de la Fase de Ejecución

Las actividades de las diferentes etapas de la fase de ejecución son actividades específicas y exclusivas de las etapas nombradas anteriormente, tienen una especial significación en el sentido que son actividades que implican organizaciones con conocimientos de especialidad y alcances específicos, los que se diferencian por lo general en la utilización de energía y materias primas en sus actividades. Ver figura 4.11.

Fase de Ejecución Obras Construcción y Término de Precom Comisionamiento Entrega Puesta en Trabajos Evaluación **Tempranas** Montaje Construcción Marcha Complement. Final Proyecto Obras Civiles Informe Final Obras Sanea. Chequeo Estático Pruebas Func Pruebas Carga T.O.P Pruebas Rend Meioras Provecto Mov. Masivo T. Est. y Calderería Chequeo Dinámico Pruebas Vacío Ramp-Up Cierre EPCM Confiabilidad Operacionales Cañerías Che. Sist. Control Mantención Obras Minería Pruebas PreOp Cierre Proy. Mont. Industrial Pta. Servicio SA • HSEC Limpieza Sistemas Sin Energía Sin Carga Con Energía / Con Carga Con Energía Sin Carga o Carga Simulada

Figura 4.11 Actividades por etapa fase ejecución

Actividades y subactividades de las etapas de la fase de ejecución:

#### · Obras Tempranas

Obras de Saneamiento

Movimiento Masivo de Tierras

Obras de Minería

#### • Construcción y Montaje

**Obras Civiles** 

Estructuras y Calderería

Cañerías

Montaje Industrial (Mecánico – Cañerías – Eléctrico – Instrumentación – Control)

#### • Termino de Construcción (Actividades sin energía y sin carga)

Chequeo Estático

Chequeo Dinámico

Chequeo Sistema de Control

Limpieza de Sistemas

#### • Precomisionamiento (Actividades con energía y sin carga)

Pruebas Funcionales

Pruebas en Vacío (Acoplado y Desacoplado)

Pruebas Preoperacionales (Carga Simulada)

Puesta en Servicio Sistemas Auxiliares (Operación, Mantención y Proceso)

#### • Comisionamiento (Actividades con energía y con carga)

Pruebas con Carga

Pruebas de Rendimiento (Performance Test)

Ramp-Up

#### • Entrega del Proyecto

Transferencia y Entrega del Proyecto (Handover a Operaciones del Cliente)

Cierre Contractual EPCM / EPC

Cierre del Proyecto

#### • Puesta en Marcha

Inicio de la Puesta en Marcha

Planta a Régimen de Producción

Confiabilidad Operacional

Termino de la Puesta en Marcha

#### • Trabajos Complementarios

Mejoras Operacionales

Mejoras Mantención

Mejoras HSEC

#### • Evaluación Final

Informe Final

#### Sección 9

## **DEFINICION DE CIERRE**

El proceso de cierre de proyecto, implica la gestión de todas las actividades necesarias para establecer la implementación, verificación y recopilación de los entregables (garantías de fabricación, construcción, funcionamiento y operatividad) del proyecto de acuerdo a lo establecido contractualmente en el primer contrato.

El cierre de proyecto atraviesa transversalmente todas las etapas de la fase de ejecución, incluyendo además la fase de estudio, dependiendo esto del tipo de primer contrato (EPCM/EPC) establecido para el proyecto. Ver figura 4.12.

**CIERRE DE PROYECTO** Fase Fase de Ejecución **Estudio** Construcción y Término de Comisionamiento Proyecto Obras Precom Entrega Puesta en Trabajos Detallado Construcción Complement. **Tempranas** Montaie Provecto Marcha Chequeo Estático Pruebas Func. Pruebas Vacío Pruebas Carga Pruebas Rendimiento Ingeniería Detalle Obras Sanea. Mov. Masivo T. T.O.P Cierre EPCM Obras Civiles Prueba Rend Mejoras Proyecto Est. y Calderería Cañerías Chequeo Dinámico Confiabilidad Operacionales Pruebas PreOp Cierre Proy. Obras Minería Che. Sist. Control Ramp-Up Mantención Mont. Industrial Limpieza Sistemas Pta. Servicio SA • HSEC Sin Energía Sin Carga Con Energía Con Energía Sin Carga o Con Carga Carga Simulada

Figura 4.12 Alcance del cierre de proyecto

#### 9.1 Relatividad de la Denominación

Por lo general este proceso recibe diferentes denominaciones debido a la ubicación y alcance de una determinada empresa en la organización general del proyecto. Para este caso utilizaremos la denominación de cierre de proyecto. Ver Tabla 4.1.

Alcance en la Organización del Proyecto	Denominación del Proceso de Cierre	Entregables
Propietario	Cierre Fase de Implementación	Todos los Entregables de la Fase
Empresa EPCM / EPC	Cierre del Proyecto	Todos los Entregables del Proyecto
Empresa Contratista	Cierre de Subproyecto (Contrato Especifico)	Entregables Específicos
Empresa Subcontratista	Cierre Paquete de Trabajo (Contrato de Especialidad)	Paquete de trabajo Especifico
Proveedores	Cierre de Orden de Compra	Entregable Especifico por Orden de Compra.

Tabla 4.1 Denominaciones del cierre de proyecto

# Sección 10 PRIMER CONTRATO

Los Proyectos Mineros por su envergadura generalmente se construyen bajo un Primer Contrato o Contrato Principal (Prime Contrac) acordado entre la compañía mandante o cliente y una compañía de ingeniería y construcción (Agente) que sea capaz de absorber el enorme flujo de caja e inversiones económicas que genera la construcción de estos proyectos, además de contar con el personal idóneo y con la experiencia suficiente para concretar con éxito las etapas contractuales establecidas bajo la modalidad del Primer Contrato.

El primer contrato queda definido por tres variables esenciales:

- Tipo de Contrato
- Alcance del Contrato
- Forma de Pago

#### 10.1 Tipos de Primer Contrato

El tipo de Primer Contrato adoptado para los Proyectos Mineros de gran escala en nuestro país, es de origen norteamericano y se ha aplicado con éxito en los proyectos industriales de mayor envergadura a nivel mundial por las empresas de ingeniería y construcción (Agentes) de mayor experiencia, prestigio, tamaño y respaldo económico. Este tipo de contrato presenta varias modalidades dependiendo de las responsabilidades de proyecto adjudicadas:

- Primer Contrato Tipo EPCM
- Primer Contrato Tipo EPC
- Primer Contrato Tipo EPC (M)

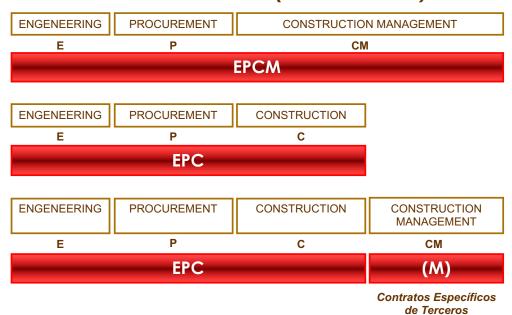
Las siglas que definen cada tipo de contrato tiene el siguiente significado:

- **4** (E) Engineering (Ingeniería)
- (P) Procurement (Adquisiciones)
- (C) Constructión (Construcción)
- (CM) Construction Management (Administración de la Construcción)

Las modalidades del Primer Contrato son variables respecto del arreglo de las siglas que utilice ya que estas definen la implementación del contrato por parte de la empresa Agente. Ver figura 4.13.

Figura 4.13 Tipos de primer contrato (Prime Contract)

#### **CONTRATO PRINCIPAL (PRIME CONTRAC)**



#### 10.2 Primer Contrato Sobre La Estructura Del Proyecto

El primer contrato se posiciona sobre la estructura del proyecto respecto de las fases del proyecto que abarcan los servicios adjudicados a la empresa agente.

Los tres tipos de Primer Contrato EPCM, EPC o EPC (M) se desarrollan siempre sobre las fases de estudio y la fase de ejecución del proyecto. La administración integral de la ingeniería y construcción del proyecto también se realiza sobre estas fases. Ver figura 4.14.

Figura 4.14 Primer contrato sobre la estructura del proyecto



#### 10.3 Alcance del Primer Contrato

El alcance del Primer Contrato está intimamente relacionado con la fase de estudio y la fase de ejecución, ya que este define hasta que etapa de ambas fases es responsabilidad del agente.

El alcance considera:

- ♣ Alcance Fase de Estudio (EP)
- ♣ Alcance Fase de Ejecución (C o CM)

#### 10.3.1 Alcance Fase de Estudio (EP)

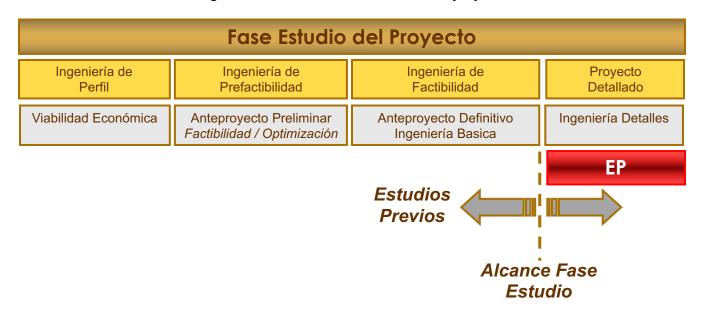
El alcance de la fase de estudio está directamente relacionado con el alcance de las actividades de la ingeniería a realizar. El alcance de la fase de ingeniería está estipulado dentro de las bases contractuales del primer contrato, igual que las definiciones de las etapas que comprende. Figura 4.15.

Figura 4.15 Alcance fase de estudio del proyecto (Eventualmente)

Fase Estudio del Proyecto						
Ingeniería de	Ingeniería de	Ingeniería de	Proyecto Detallado			
Perfil	Prefactibilidad	Factibilidad				
Viabilidad Económica	Anteproyecto Preliminar	Anteproyecto Definitivo	Ingeniería de			
	Factibilidad / Optimización	Ingeniería Básica	Detalles			
EP						

Normalmente el alcance de la fase de estudio queda restringido a la etapa de proyecto detallado, ya que las etapas anteriores han sido realizadas en estudios previos por otras empresas de ingeniería, en conjunto con el Cliente. Ver figura 4.16.

Figura 4.16 Alcance fase de estudio del proyecto



El alcance del procuramiento, adquisiciones u/o abastecimiento de servicios, materiales, equipos y maquinarias, queda supeditada a la etapa de ingeniería adjudicada en el primer contrato.

#### 10.3.2 Alcance de la Fase de Ejecución (EPC)

El alcance de la fase de ejecución define las etapas de construcción que son responsabilidad del primer contrato. Los alcances posibles de la construcción para el contrato EPC son:

#### Puesta en Marcha (Comisioning)

El alcance de la fase de ejecución está estipulado dentro de las bases contractuales del primer contrato al igual que las definiciones de las etapas que comprende. Ver Figura 4.17.

Figura 4.17 Alcance del primer contrato EPC sobre la fase de ejecución



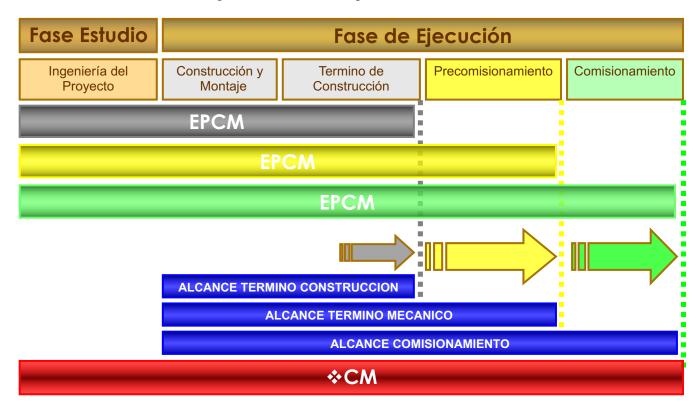
El contrato EPC esta definido como un contrato llave en mano, eso quiere decir que el alcance de la fase de ejecución está estipulado hasta la puesta en marcha del proyecto. Generalmente las compañías mineras intervienen con personal propio en la etapa de puesta en marcha por lo que el agente llega hasta la etapa de comisionamiento y presta el apoyo necesario para que el cliente pueda realizar la puesta en marcha del proyecto.

#### 10.3.3 Formas Del Primer Contrato EPCM Por Tipo Y Alcance

El primer contrato EPCM de un proyecto minero de acuerdo al tipo y alcance de la fase de ejecución que posea puede presentar las siguientes formas: (Ver figura 4.18)

- Primer Contrato Tipo EPCM (Alcance al Término de Construcción)
- Primer Contrato Tipo EPCM (Alcance al Término Mecánico)
- Primer Contrato Tipo EPCM (Alcance al Comisionamiento)

Figura 4.18 Formas del primer contrato EPCM



#### 10.3.4 Formas Del Primer Contrato EPC (M) Por Tipo Y Alcance

El Primer Contrato tipo EPC (M) al ser un arreglo de los otros dos tipos de contratos (EPCM y EPC) generalmente queda referido a la modalidad EPC.

# Sección 11 CONTRATO EPCM

Este es el tipo de contrato con el cual se han materializado gran parte de los proyectos mineros de envergadura en Chile, es el más usado y el más completo. El contrato EPCM es aquel en el cual se adjudica a la empresa agente las siguientes responsabilidades sobre el proyecto:

- (E) Engineering
- (P) Procurement
- (CM) Construction Management

La empresa agente deberá establecer una organización de administración que sea responsable de dirigir y coordinar todas las actividades asociadas con el alcance de los servicios según lo especificado en el contrato EPCM y documentos integrantes, en representación del Cliente o Mandante.

Esta modalidad de primer contrato presenta las siguientes características organizacionales del proyecto:

- Administración Total del Proyecto (Cliente)
- Ingeniería del Proyecto (Agente)
- Abastecimiento (Agente)
- Administración de la Construcción (Agente)
- Construcción del Proyecto (Empresas Contratistas)
- Comisionamiento del Proyecto (Agente / alcance contrato)
- Puesta en Marcha del Proyecto (Agente / Cliente)

#### 11.1 Ingeniería (Engineering)

El alcance de los servicios de ingeniería está supeditado a todas o parte de las actividades que implica la fase de estudio del proyecto. El estudio del proyecto se basa en una serie de etapas que comprenden todo el trabajo de diseño, a partir del momento en que se decide dar curso al proyecto después de la fase de exploración, hasta la emisión de toda la documentación que permite dar realidad física al mismo. Dentro de estas etapas se identifican las siguientes:

- Ingeniería de Perfil: Desarrollo de la Ingeniería Conceptual.
- Ingeniería de Prefactibilidad: Desarrollo de Anteproyectos (Preliminares).
- Ingeniería de Factibilidad: Definición de Anteproyecto Definitivo y Desarrollo de la Ingeniería Básica.
- Provecto detallado: Desarrollo de la Ingeniería de Detalles.

Por lo general la fase de ingeniería en los contratos EPCM se desarrolla a partir del proyecto detallado, ya que los estudios anteriores han sido desarrollados previamente para determinar y decidir si el proyecto se materializara.

En esta etapa de ingeniería, se desarrolla la solución definitiva con todo el detalle necesario para la construcción de las obras e instalaciones. La aprobación de esta etapa por parte del cliente o dueño funda gran parte de las características del proyecto, disminuyendo la flexibilidad de introducir cambios. En adelante se comprometerán materiales, equipos, servicios, licencias, patentes, etc. con una serie de gastos e inversiones y una gran carga de acuerdos financieros. Además, se determinan las bases técnicas, documentos y parámetros que permiten realizar el abastecimiento temprano y licitar servicios de construcción entre empresas externas.

#### 11.2 Abastecimiento (Procurement)

Se encarga a la Empresa Agente en representación del cliente o mandante, la responsabilidad por la gestión de contratos de construcción y servicios y la gestión de abastecimiento de sistemas, equipos, materiales, suministros y accesorios que componen las instalaciones industriales del proyecto, como así también todos los servicios necesarios para su correcto montaje. La gestión de abastecimiento implica manejar todas las actividades propias de la importación de productos desde el extranjero y la tramitación aduanera correspondiente, considerando el proceso completo desde la fabricación, inspección, embarque, transporte y logística mediante una gestión con cargo directo a los centros de costos del Cliente o Mandante.

#### 11.2.1 Plan de Abastecimiento

La organización de abastecimiento (Procurement) debe proporcionar los valores combinados del personal global y regional experimentado en la ejecución de grandes proyectos mineros y la optimización de herramientas y procesos de trabajo probados para cumplir los objetivos del Cliente. Estos temas deben ser abordados de acuerdo al plan de administración del abastecimiento del proyecto (Procurement Management Plan) elaborado durante la fase de estudio del proyecto.

#### 11.2.2 Filosofía de Abastecimiento

La gerencia de abastecimiento (Procurement) de la empresa agente debe implementar una filosofía de compromiso con los continuos mejoramientos de procesos y administración de la organización de la cadena de suministro.

#### 11.2.3 Metas y Objetivos

Sobre la base de los requerimientos del proyecto, las metas y objetivos de abastecimiento y contratos son:

- Cero incidentes de seguridad.
- Los más altos estándares éticos y procesos de trabajo transparentes.
- Trabajo en equipo y comunicación abierta entre todas las organizaciones que participan en el Proyecto.
- Costo de capital reducido.
- Implementación de los planes de ejecución de abastecimiento y contratos a través de toda la organización de proyecto, para garantizar una comprensión compartida de los objetivos, procesos y procedimientos.
- Ejecución y control de las actividades de abastecimiento y contratos para cumplir los programas y presupuestos del proyecto.

Además de la temprana negociación y adjudicación de equipos de entrega a largo plazo y contratos como una continuación de la ingeniería de transición, debe haber un enfoque en el esfuerzo de abastecimiento y contratos para:

- Maximizar la participación del mercado para incentivar la competencia.
- Desarrollar e incorporar en las evaluaciones comerciales el costo total global de propiedad como un factor clave de toma de decisiones.
- Proporcionar y comparar los beneficios mutuos de los acuerdos de suministro del registro de proveedores del agente con los del cliente, para implementar los más ventajosos.
- Contribuir a la entrega en el término mecánico de la planta proporcionando documentación de proveedores y contratos de construcción o de servicios que prontamente apoyan los requerimientos de puesta en marcha y operaciones del proyecto.

#### 11.2.4 Organización

Sobre la base de la estrategia de ejecución del proyecto, la organización global de Abastecimiento / Contratos del proyecto debe estar estructurada en dos ubicaciones principales:

- · Oficina central
- Abastecimiento en terreno

#### 11.2.4.1 Oficina Central

La oficina Central será responsable básicamente de:

- Proporcionar liderazgo general en las actividades de abastecimiento y de contratos del proyecto.
- Preparar los planes de ejecución, estrategias, procesos de trabajo, pautas, y procedimientos de abastecimiento y contratos.
- Realización de las actividades de compra, activación, tráfico y logística, y de calidad del proveedor para todos los equipos y materiales.
- Formación y adjudicación de contratos iniciales para apoyar el programa de construcción.
- Monitoreo y control del desempeño de la cadena de suministro para la administración de materiales desde el punto de requisición hasta la entrega activos en el cierre del proyecto.
- Desarrollar fuentes de suministro y promover relaciones del proveedor y la comunidad.
- Apoyar a abastecimiento en terreno y donde la capacidad de mercado nacional pueda proporcionar un rápido despacho y compra efectiva.
- Administración de requerimientos de tráfico y logística en los puertos, así como en el patio de maniobras, y supervisión de compañías de fletes terrestres locales, transportistas, y operaciones de desaduanamiento.
- Administración de actividades de prefabricación en estructuras claves tales como fabricación de carretes, calderería, y
  ensamblajes de correas transportadoras para asegurar requerimientos de calidad y entrega a través de una inspección eficaz y un
  programa efectivo de activación.

#### 11.2.4.2 Abastecimiento en Terreno

El departamento de abastecimiento del lugar de trabajo será responsable de:

- Desarrollar la base de suministro nacional y relaciones del proveedor y la comunidad.
- Implementar y administrar la operación e inventarios de bodega, incluidas áreas de disposición.
- Administración de la recepción, almacenaje y área de disposición de los materiales en el sitio de trabajo.
- Compra de material en terreno y activación de necesidades de construcción.
- Coordinación de las necesidades de terreno con la oficina central de abastecimiento.
- Coordinación de las operaciones de tráfico y logística con la oficina central.
- Administración de contratos, incluido control de costos y de programa, a través del término del trabajo y del cierre.
- Coordinación de cualquier reclamo potencial a los fabricantes de equipos mayores o proveedores de materiales conjuntamente con la oficina central.
- Administración de las obligaciones contractuales del representante en terreno del proveedor durante la recepción, instalación y
  actividades preoperacionales.
- Entrega de inventario de excedentes detallado al Cliente al término del proyecto.

#### 11.2.5 Plan de Ejecución

Preparar un plan de ejecución detallado de abastecimiento y contratos para aprobación del Cliente. Conceptualmente, a continuación, se describen las estrategias claves que deben formar parte integral del plan para implementar un sistema para administrar todas las actividades de la cadena de suministro desde que se preparan las requisiciones, hasta la disposición final de los sistemas, equipos, materiales e insumos en terreno.

El sistema a implementar debe permitir:

- Integración de requisiciones con la base de datos de materiales.
- Que el Proveedor global busque el desarrollo y aprobación de la lista de proponentes.
- Información de desempeño de Proveedores globales.
- Preparación de documentos de licitación.
- Preparación de tabulaciones de licitación.
- Preparación de órdenes de compra y contratos.
- Identificación de sistemas de numeración estándar para las órdenes de Compra.
- Identificación en detalle de los materiales para activación y embarque.
- Seguimiento en detalle de ítems y materiales para activación y embarque.
- Estatus en detalle de stock disponible para necesidades venideras en apoyo a construcción.
- Identificación en detalle de embarques para recepción de materiales y pago.
- Inventario en detalle para apoyar la construcción (Bodegas y Patios).
- Inventario en detalle para apoyar el cierre y entrega al Cliente.
- Integrarse a otras aplicaciones del proyecto.
- Compra de repuestos en forma oportuna a fin de apoyar la puesta en marcha y la transición hacia operaciones.
- Implementar una metodología de compra simplificada.

#### 11.2.6 Administración de Materiales

#### 11.2.6.1 Planificación

El éxito de cualquier proyecto radica en la planificación, adquisición y administración efectiva de los materiales a granel y fabricados. Los materiales a granel tienen sus propias características, proveedores, y metodologías de fabricación, por lo tanto, se deben desarrollar planes de administración específicos ellos proporcionaran acciones definitivas que deben adoptarse en el Proyecto para garantizar:

- Término oportuno de las actividades de diseño y detalles requeridas.
- Metodología de identificación de material a granel coherente.
- Interfaz efectiva entre el modelo 3D PDS y el software de cubicación de materiales entre la oficina central y el lugar de trabajo.
- Supervisión de fabricación y término a tiempo materiales y suministros.

#### 11.2.6.2 Organización

Los materiales a granel solo pueden ser administrados eficientemente por un equipo integrado del personal de ingeniería y abastecimiento con el apoyo y conocimiento especializado de construcción, trabajando en los temas técnicos y comerciales.

#### 11.2.6.3 Equipo de Administración de Materiales en Terreno

La administración de materiales en terreno se centrará en la identificación coherente de materiales por tipo, número de requisición, códigos de stock, código de costos, y paquete de trabajo para facilitar el estado y distribución efectiva de todos los materiales a construcción.

El equipo de administración de materiales en terreno, trabajará estrechamente con el equipo de construcción y la oficina central de abastecimiento, para proporcionar información exacta del inventario para facilitar la planificación de construcción y la instalación de materiales de alta productividad.

#### 11.2.6.4 Cierre

Se identificarán órdenes de compra, contratos y servicios para el cierre sobre la base del término progresivo del proyecto. Asegurar que todos los entregables hayan sido proporcionados. El cierre determinará que no hay reclamos, cargos, o problemas de garantías pendientes y que se han cumplido todas las obligaciones financieras. El Cliente definirá la documentación que debe retenerse para archivo y los medios electrónicos versus las copias físicas.

#### 11.3 Administración de la Construcción (Construction Management)

Este tipo de contrato desde el punto de vista de responsabilidad y participación del cliente o mandante, lo obliga a hacerse parte de la toma de decisiones para definir diversas situaciones generalmente económicas que se producen en las diferentes etapas adjudicadas del proyecto. El hecho de adjudicar la administración de la construcción implica que todos los costos, directos e indirectos realizados

por la empresa agente durante el transcurso de la construcción del proyecto, serán visados, aprobados y cargo de la compañía mandante o cliente atraves de su staff profesional del proyecto.

El cliente, además, se reserva el derecho de establecer contratos paralelos al primer contrato para trabajos específicos, por lo general están relacionados con obras tempranas y de suministros ya sea de energía eléctrica, agua (industrial, potable), gas etc.

Los servicios de administración de la construcción incluirán, pero no estarán limitados a:

- Conformar los contratos de construcción o de servicios en conformidad con la aprobación del cliente.
- Administrar los contratos de construcción o de servicios garantizando el cumplimiento general de ésos y en conformidad con los procedimientos aprobados del proyecto.
- Revisar y aprobar los planes de seguridad del contratista de construcción o de servicios.
- Identificar las tareas fundamentales en construcción y proporcionar procedimientos aprobados para cumplir estas tareas importantes.
- Revisar, hacer observaciones y aprobar los programas del trabajo de detalles de los contratistas de construcción o de servicios.
- Presentar para aprobación del cliente los protocolos de construcción que serán utilizados durante la ejecución del trabajo.
- Minimizar interrupciones o pérdidas, revisar, inspeccionar y coordinar los trabajos de construcción generales con programas, autorizaciones, presupuestos, planos de diseño y especificaciones para establecer límites de responsabilidad e interferencias entre los contratistas de construcción o de servicios y el cliente.
- Proporcionar personal suficiente y los medios requeridos para la rápida y eficiente resolución de problemas que pudieren desarrollarse durante la construcción.
- Realizar la auditoría de las facturas del contratista de construcción o de servicios con los términos del contrato.
- Dirigir, supervisar y controlar inspecciones no destructivas y pruebas de calidad, conservando los registros de inspección.
- Preparar documentación para estados de pago, adjuntando todos los respaldos.
- Monitorear y registrar el rendimiento de los contratistas de construcción o de servicios a fin de detectar desviaciones de los programas de trabajo.
- Proporcionar asistencia a los contratistas de construcción o de servicios para recuperar el programa o desarrollar nuevos programas.
- Celebrar reuniones semanales regulares con cada contratista de construcción o de servicios para discutir avance, áreas de problemas y revisar programas de trabajo para el período.
- Hacer cumplir el plan de gestión ambiental y los requerimientos del proyecto.
- Implementar con el cliente las políticas y normas que regirán el acceso a las áreas de trabajo.
- Inducir a todo el personal del proyecto de los requerimientos, políticas, planes y normas corporativas del cliente con respecto a la protección de recursos, salud, seguridad y medioambiente.
- Administrar órdenes de cambio.
- Cerrar contratos de construcción o de servicios.
- Coordinar con los proveedores de equipos la asistencia durante la instalación.
- Administrar los planos as-built.
- Inventario de materiales excedentes de la construcción.

#### 11.4 Servicios Proporcionados Por El Cliente

Por lo general el Cliente debe proporcionar algunos servicios y contratos preestablecidos propios del proyecto:

- Diseño del rajo de la mina
- Desarrollo de la mina incluido todos los equipos de minería.
- Especificación y documentos de adquisición (incluido compra, inspección, entrega, tráfico y logística, y desaduanamiento) de todos los equipos del rajo de la mina, equipos de apoyo móviles y equipos de apoyo auxiliares requeridos para la operación minera
- Desempeño y administración de todas las operaciones existentes de la planta.
- Abastecimiento de servidumbres requeridas, arrendamientos, licencias, autorizaciones y otros derechos requeridos por el cliente para instalaciones del proyecto.
- Energía eléctrica y agua durante la construcción según estén disponibles en instalaciones temporales o permanentes del cliente.
- Agua para llenados iniciales de pruebas de sistemas.
- Repuestos para la etapa de operaciones.
- Suministros (reactivos, energía eléctrica, etc.) Para la puesta en marcha y pruebas de rendimiento. (depende del alcance contractual)
- Acceso al sitio y espacio apropiado para las instalaciones temporales, oficinas, campamentos, áreas de descarga y patio de bodegas.
- Supervisores y operadores de la planta para ayudar en la puesta en marcha del proyecto. (depende del alcance contractual)
- Seguridad en terreno y control de acceso.
- Reubicación de líneas de energía que interfieran con el proyecto.
- Movimientos de tierra masivos (tempranos)
- Trabajo de remediación ambiental, ecológica y arqueológica.
- Declaración de impacto ambiental y obtención de autorizaciones, servidumbres o aprobaciones de autoridades locales y nacionales.

# Sección 12 CONTRATO EPC

Este tipo de contrato es menos flexible y establece una relación contractual donde la ingeniería, procuramiento y la construcción es cargo de la empresa EPC adjudicada. La administración del proyecto es de cargo del Cliente o Mandante o del grupo que lo represente. Por lo general la empresa mandante o cliente mantiene una organización de ingeniería para efectuar las labores propias de la administración del proyecto.

El contrato EPC es aquel en el cual se adjudica a la Empresa EPC las siguientes etapas del proyecto:

- (E) Engineering
- (P) Procurement
- (C) Construction

La empresa contratista EPC deberá establecer una organización de proyecto que sea responsable de dirigir y coordinar todas las actividades asociadas con el alcance de los servicios según lo especificado en el contrato EPC y documentos integrantes. Generalmente este tipo de contratos no supera los 400 millones de dólares.

Esta modalidad de Primer Contrato presenta las siguientes características organizacionales del proyecto:

- Administración Total del Proyecto (Agente)
- Ingeniería del Proyecto (Agente)
- Abastecimiento (Agente)
- Administración de la Construcción (Agente)
- Construcción del Proyecto (Empresas Contratistas)
- Comisionamiento del proyecto (Agente)
- ♣ Puesta en marcha del proyecto (Agente y Cliente)

#### 12.1 Ingeniería (Engineering)

Este tipo de contrato implica que la empresa EPC asume un gran riesgo sobre el costo definitivo del proyecto, esto significa que, al momento de decidirse por este tipo de contrato, el desarrollo de la ingeniería del proyecto debe estar en una etapa definitoria (Termino de la Ingeniería de Detalle) de manera que permita asumir esos riesgos de manera controlada. En el fondo la ingeniería a realizar en este tipo de contratos debe ser la mínima.

#### 12.2 Abastecimiento (Procurement)

Se encarga a la empresa EPC, la responsabilidad a su cuenta por la gestión de contratos de construcción y servicios y la gestión de abastecimiento de sistemas, equipos, materiales, suministros y accesorios que componen las instalaciones industriales del proyecto, como así también todos los servicios necesarios para su correcto montaje. La gestión de abastecimiento implica manejar todas las

actividades propias de la importación de productos desde el extranjero y la tramitación aduanera correspondiente, considerando el proceso completo desde la fabricación, inspección, embarque, transporte y logística mediante una gestión con cargo directo a los centros de costos de la empresa EPC.

El proceso de gestión es similar al del contrato tipo EPCM solo que asume toda la responsabilidad sobre el abastecimiento la empresa EPC.

#### 12.3 Construcción (Construction)

En este tipo de contrato el Cliente o Mandante, no participa de la toma de decisiones para definir cuestiones económicas, ya que existe un precio único establecido, sin embargo, en situaciones específicas de actividades tratadas a precio unitario y en aquellas con cubo ajustable, participara de determinadas decisiones. El hecho de adjudicar la construcción a Suma Alzada implica que todos los costos, directos e indirectos realizados durante el transcurso de la construcción del proyecto, serán responsabilidad única de la Empresa Contratista EPC.

Generalmente debido a la alta especialización, volumen de trabajo, equipamiento y recurso humano, entre otros factores, que se requieren para poder materializar estos proyectos, existe la posibilidad que el agente en este tipo de contrato, pueda encargar obras específicas a empresas subcontratistas.

Los servicios de construcción incluirán, pero no estarán limitados a:

- Desarrollar e implementar un plan de seguridad específico del sitio que cumplirá con los requerimientos del cliente y normativas nacionales e internacionales.
- Desarrollar e implementar un plan de control de calidad para las actividades de construcción que serán monitoreadas a través de todo el período de construcción. El programa proporcionará la mantención de los registros del control de calidad para que sean transferidos al cliente.
- Desarrollar e implementar un plan de cumplimiento ambiental compatible con los requerimientos del cliente y las normativas nacionales e internacionales.
- Desarrollar e implementar un plan de relaciones laborales para el proyecto.
- Estudiar y proporcionar programas en detalle para los tie in (empalme) a las instalaciones operacionales existentes.
- Proporcionar personal técnico calificado con experiencia en proyectos mineros.
- Mantener el programa maestro de ejecución del proyecto.
- Controlar la construcción desarrollando programas a 90 días y trisemanales.
- Coordinar el transporte pesado con abastecimiento y tráfico, como también con el cliente, para facilitar el acceso al lugar de los servicios.
- Proporcionar las coordenadas apropiadas de la ubicación y elevaciones de la planta.
- Desarrollar los planos "as built" según requerimiento y formato del cliente.
- Desarrollar planes y programas de pruebas preoperacionales para cada componente o sistema que será revisado y preparado para el término del sistema y de la planta.
- Redactar todos los informes de avance necesarios para información interna y del cliente para mostrar el avance real de la construcción.

# 12.4 Administración de la Construcción (Construction Management)

En este tipo de contrato la administración de la construcción será realizada como parte de la función construcción y es de exclusiva responsabilidad del agente.

# 12.5 Servicios Proporcionados Por El Cliente

Los servicios proporcionados por el Cliente para este tipo de contrato son idénticos a los proporcionados para el contrato tipo EPCM.

# Sección 13 CONTRATO EPC (M)

El Alcance del contrato tipo EPC(M) es una conjugación de los dos tipos de contratos aplicados en paquetes específicos y definidos del proyecto.

En este tipo de contrato predomina el contrato tipo EPC considerando un enfoque de contratación directa. A su vez proporciona los servicios de administración de la construcción CM (Construction Management) actuando como agente del cliente en algunos contratos específicos de construcción o servicios adquiridos directamente por el cliente.

Este tipo de contrato genera un anexo especifico con una matriz de división de responsabilidades que contiene las áreas, paquetes o sistemas del proyecto versus el tipo de contrato u organización responsable.

# 13.1 Matriz de Responsabilidades

El alcance del primer contrato a nivel organizacional queda definido de acuerdo a una matriz del tipo indicado en la tabla 4.2 a modo de ejemplo.

WBS	DESCRIPCION	ALCANCE EPC	ALCANCE EPC(M)	ALCANCE CLIENTE
1000	ESPESAMIENTO DE MINERAL	X		
2320	ESPESAMIENTO DE MINERAL FASE 2	X		
2380	FEED & SLURRY PLANT	X		
3420	LEACHING		X	
4480	ESPESADORES CCD	X		
4460	ESPESADORES CCD FASE 2	X		
3520	ESPESAMIENTO Y TANQUES DE NEUTRALIZACION			X
3560	MEZCLADORES DE NEUTRALIZACION			X
4280	MEZCLADORES DE NEUTRALIZACION FASE 2	X		
4290	SULPHIDE PRECIPITATION		X	
4510	PLANTA DE HIDROGENO H2		X	
4610	PLANTA SULFURO DE HIDROGENO H2S	X		

El alcance de contratación directa (EPC); la administración de los contratistas de construcción o de servicios (CM) como un agente del cliente, y el alcance del cliente debe ser parte integral del contrato.

Esta modalidad de primer contrato presenta las siguientes características organizacionales del proyecto:

- Administración Total del Proyecto (Agente / Cliente).
- Ingeniería del Proyecto (Agente).
- Abastecimiento (Agente).
- Administración de la Construcción (Agente / Cliente).
- Construcción del Proyecto (Contratistas).
- Comisionamiento del Proyecto (Agente / Cliente).
- Puesta en Marcha del Proyecto (Agente / Cliente).

# 13.2 Ingeniería (Engineering)

Ídem a contrato tipo EPCM y EPC según corresponda.

# 13.3 Abastecimiento (Procurement)

Ídem a contrato tipo EPCM y EPC según corresponda.

# 13.4 Construcción (Construction)

Ídem a contrato tipo EPCM y EPC según corresponda.

# 13.5 Administración de la Construcción (Construction Management)

El servicio de Administración de la Construcción (CM) se realizará en contratos o servicios específicos adquiridos directamente por el cliente de acuerdo al anexo de división de responsabilidades establecido contractualmente.

# 13.6 Servicios Proporcionados Por El Cliente

Ídem a contrato tipo EPCM.

# Sección 14

# TABLA COMPARATIVA CONTRATOS

A continuación, se incluye una tabla simplificada que muestra las diferencias por tipo de contrato y cómo cada una de ellas difiere respecto de una misma situación, la tabla se ocupa de las principales diferencias entre el contrato EPC y el contrato EPCM.

Tabla 4.3 Tabla comparativa primer contrato EPCM/EPC

Actividad	Contrato Tipo EPC	Contrato Tipo EPCM							
Contratos de Suministro de Equipos	Negociado y firmado únicamente entre el contratista EPC y proveedores	Negociado y firmado entre el propietario y el Proveedor / con el contratista EPCM de asesoramiento y asistencia							
Contratos de Construcción (Proveedores y Contratistas de Construcción)	Negociado y firmado únicamente entre el contratista EPC y proveedores	Negociado y firmado entre el propietario y el Proveedor / con el contratista EPCM de asesoramiento y asistencia							
Selección de proveedores	Proveedores elegidos exclusivamente por el contratista EPC sin el aporte de Propietario	Proveedores elegidos de mutuo acuerdo del propietario y del contratista EPCM							
Volumen de suministro	El Contrato EPC esta supeditado a las especificaciones del proyecto original presentado durante el proceso de licitación. Los cambios en las especificaciones o el alcance del suministro después de la adjudicación del contrato puede ser un proceso costoso debido a las condiciones particulares de adquisición por parte del contratista. El propietario puede asignar ordenes de cambio al contrato EPC o hacerse cargo de las adquisiciones con contratistas y proveedores independientes.	El propietarios puede modificar las especificaciones del proyecto, con la asistencia del contratista EPCM y puede negociar contratos independientes con los proveedores en cualquier momento.							
Garantías de Suministro	Las garantías de los proveedores, son negociadas y entregadas directamente al contratista EPC. La garantía entregada al propietario es negociada y emitida por separado entre el propietario y el contratista EPC.	Las garantías son negociadas individualmente con cada proveedor por parte del propietario con el asesoramiento del contratista EPCM. La emisión y entrega de estas garantías son entregadas directamente al propietario por parte de los proveedores.							
Garantías del Proceso Industrial	La garantía del proceso industrial es negociada entre el contratista EPC y el propietario. Su emisión y entrega al propietario queda establecida generalmente a través de pruebas de desempeño	Las garantías del proceso industrial son negociadas individualmente con cada proveedor por parte del propietario con el asesoramiento del contratista EPCM. Su emisión y entrega esta supeditada generalmente a través de pruebas de rendimiento)							
Seguridad en obra (Responsabilidad Civil, Compensaciones, Accidentes, etc.)	La seguridad en obra es de exclusiva responsabilidad del contratista EPC y sus subcontratistas, de conformidad a los acuerdos contractuales establecidos.	La seguridad en obra es supervisado por el contratista EPCM, pero es responsabilidad legal del propietario, de conformidad con los acuerdos contractuales.							
Permisos (Medio ambiente, construcción, etc.)	Los permisos son responsabilidad del contratista EPC, salvo la excepción de aquellos permisos que son requeridos por ley y que se publican a nombre del propietario del proyecto.	Los permisos son emitidos directamente al propietario. El contratista EPCM solo ayuda en la gestión necesaria para la obtención de ellos.							
Sobrecostos del Proyecto	El riesgo de los sobrecostos del proyecto son absorbidos por el contratista EPC. Cualquier aumento de costos, dentro del alcance del contrato EPC, son por su propia cuenta y no pueden ser transferidos al propietario a menos que "las condiciones cambien", cuando esto ocurre se generan nuevos acuerdos contractuales.	El riesgo de los sobrecostos del proyecto son absorbidos por el propietario. Cualquier aumento de costos superiores a lo inicialmente presupuestado, son por cuenta del propietario (con excepción de los contratos a precio fijo).							

<u> </u>							
Ahorro de Costos del Proyecto	Cualquier ahorro de costos gestionado dentro del alcance del contrato EPC, serán por cuenta del contratista EPC y no se transfieren al propietario a menos que los acuerdos contractuales estipulen lo contrario.	Cualquier ahorro de costos gestionado dentro del alcance del contrato EPCM será transferido al propietario.					
Gastos Diarios del Proyecto	Los gastos diarios generados por el proyecto, dentro del alcance del contratista EPC, serán por cuenta propia.	Los gastos diarios generados por el proyecto sor absorbidos por el propietario, pero gestionados y administrados por el contratista EPCM (hasta cantidades predeterminadas, no es necesaria la intervención del propietario). Normalmente el propietario establece un fondo para este tipo de gasto.					
Financiamiento del proyecto	Normalmente el financiamiento del proyecto se realiza mediante un pago inicial (considerable) por parte del Propietario al contratista EPC. El resto del financiamiento se establece a través de pagos parciales. Esto requiere que el propietario posea el financiamiento necesario al inicio del proyecto a fin de garantizar estos pagos.	El financiamiento del proyecto puede ser cualquier combinación de pago que se establezca durante las negociaciones del contrato con proveedores y contratistas. El contratista EPCM intervendrá en todas las negociaciones a nombre del propietario. Esto permite al propietario un grado de flexibilidad financiera. Depende de los requisitos contractuales.					
Costo legal	Los gastos jurídicos son bajos para el Propietario. El Propietario sólo negocia un contrato de suministro detallado con un único contratista EPC. El Contratista EPC a su vez debe negociar contratos individuales con los proveedores / vendedores asumiendo por cuenta propia los costos legales. En el caso de que se tomen acciones legales, el propietario debe litigar solo con contratista EPC.	Los Gastos jurídicos son más altos para Propietario. El Propietario negocia los contratos de suministro directamente con varios proveedores y contratistas, con la asistencia del contratista EPCM. En el caso de que se tomen acciones legales, el propietario debe iniciar acciones contra los distintos proveedores y contratistas.					
Administración  Los costos de administración del propietario son bajos. Requiere sólo de un mínimo de personal necesarios para administrar y monitorear el proyecto.		Los costos de administración del propietario, son más altos, ya que requiere una alta dotación de personal necesario para cumplir la administración de la construcción (CM).					

El Primer Contrato tipo EPC / EPCM son los tipos de contratos más comunes usados en la ingeniería y construcción de proyectos mineros. La selección del tipo de contrato a utilizar en definitiva dependerá del nivel de riesgo que el propietario del proyecto está dispuesto a aceptar, las limitaciones presupuestarias y las competencias básicas de la organización que posee el propietario.

El contrato tipo EPC tiende a ser más caro para el propietario, debido a que el agente EPC asume todos los riesgos de la materialización del proyecto. En promedio, el costo del proyecto se incrementa entre un 10% a un 20%, utilizando un contrato tipo EPC respecto del contrato tipo EPCM. Esta diferencia se debe en gran parte a que el riesgo del proyecto con un contrato tipo EPCM se distribuye uniformemente entre los múltiples contratistas y proveedores.

En general estas modalidades de contratos de construcción se pueden adaptar a los distintos proyectos y necesidades del propietario, permitiéndole a este asignar la ingeniería, procuramiento, construcción y administración de la construcción a distintas empresas por separado, así una empresa puede hacer la ingeniería, mientras que otra puede hacer la adquisición, otra puede hacer la construcción y otra la gestión del proyecto. Cada compañía debe decidir, con el asesoramiento jurídico y financiero correspondiente, qué modalidad de contrato de construcción es la mejor para su proyecto en particular.

# Sección 15

# **CIERRE DEL PROYECTO**

El cierre de proyecto queda definido por los siguientes procesos: Ver figura 4.19.

- Cierre Operacional (Transferencia y Entrega del Proyecto)
- Cierre Contractual (Agente, Proveedores y Contratistas)

Figura 4.19 Cierre de proyecto



# 15.1 Cierre Operacional

Se define como *cierre operacional* a la transferencia y entrega del proyecto que son actividades de carácter físico práctico que están directamente relacionadas con el inicio y fin de los trabajos y actividades para la completación y aceptación de los *entregables* durante su desarrollo en las etapas de *construcción y montaje, término de construcción, precomisionamiento y comisionamiento*. (etapas de la fase de ejecución del proyecto).

Las etapas y subetapas de la *fase de ejecución*, definen las estaciones del proceso de *transferencia y entrega del proyecto*, es decir define las organizaciones participantes del proceso. Ver figura 4.20.

Figura 4.20 Esquema de transferencia y entrega del proyecto

#### TRANSFERENCIA Y ENTREGA DEL PROYECTO Etapa Etapa Organización Organización PROTOCOLOS ORGANIZACIÓN Construcción y Termino de **ORGANIZACIÓN** T. CONSTRUCCION CONSTRUCCION ecución Montaje Construcción Termino de ORGANIZACIÓN ORGANIZACIÓN Precomisionamiento Construcción T. CONSTRUCCION **PRECOM** 垭 PRP Comisionamiento Precomisionamiento **ORGANIZACIÓN** ORGANIZACIÓN O **PRECOM** COM. Ŏ Fase TRANSFERENCIA DE CUSTODIA TOP **ORGANIZACIÓN** Puesta en Comisionamiento **ORGANIZACIÓN** PUESTA EN Marcha MARCHA **ENTREGA DEL PROYECTO**

#### 41

Objetivos de la transferencia y entrega del proyecto:

- Establecer y definir la garantía de fabricación y construcción del Proyecto. (Termino de Construcción)
- Establecer y definir la garantía de funcionamiento y operatividad del Proyecto. (Termino Mecánico)
- Establecer y definir la garantía de Diseño, Producción y Capacidad del Proyecto. (Comisionamiento)
- Establecer y definir la garantía de Rendimiento y Confiabilidad del Proyecto. (Puesta en Marcha)
- Asegurar el estado de término y materializar la transferencia de los *entregables* (sistemas, subsistemas, equipos, componentes, actividades, subactividades), entre las organizaciones participantes del proyecto (cliente, agente, contratista, subcontratista, proveedor) durante las diferentes etapas de la fase de ejecución (construcción, termino de construcción, precomisionamiento, comisionamiento y puesta en marcha).
- El fin último que persigue, es la *puesta en marcha* de las obras e instalaciones, de manera óptima y lógica de acuerdo a los requerimientos productivos de los procesos industriales del diseño del proyecto.
- La entrega funcional u operativa no aplica para instalaciones que estén en servicio, ósea no es retroactivo.

El Cierre Operacional, es un proceso que se divide en dos subprocesos:

- Transferencia del Proyecto
- Entrega del Proyecto

# 15.1.1 Transferencia del Proyecto

La *transferencia* del Proyecto consiste en revisar, preparar, ejecutar y completar todos los trabajos y actividades (alcance contractual) de los *entregables* (paquetes de entrega) que definen su estado de termino y aceptación, con toda su información y documentación correspondiente, de manera que pueda ser *transferido de custodia* entre las organizaciones participantes de las etapas de la *fase de ejecución* del proyecto.

La transferencia del proyecto queda definida por seis elementos claves:

- Alcance del Primer Contrato
- Interfaces
- Grupo u Organización Responsable
- Entregables (Paquetes de entrega)
- Punch List
- Transferencia de Custodia (Tarjetas de custodia)

#### 15.1.1.1 Alcance del Primer Contrato

El *primer contrato* es definitorio para la *transferencia del proyecto*. Esta es una etapa o proceso que todas las empresas contratistas de un proyecto minero deben cumplir. Debemos recordar siempre que en definitiva la empresa que transfiere el proyecto *completo y operativo* al cliente es la *empresa agente*, por lo tanto, para este efecto la transferencia del proyecto depende directamente del *tipo de primer contrato* ya sea EPCM u/o EPC.

Estas dos modalidades EPCM o EPC, a su vez tienen una variable especifica que afecta directamente la *transferencia del proyecto*, que es el *alcance del contrato principal* respecto de las etapas del proyecto.

Así en definitiva existen los siguientes tipos de procesos de transferencia del proyecto de acuerdo a la forma del *primer contrato*:

- Proyecto EPCM con alcance contractual al Termino de Construcción
- Proyecto EPCM con alcance contractual al Termino Mecánico
- ♣ Proyecto EPCM con alcance contractual al Comisionamiento
- ♣ Proyecto EPC con alcance contractual a la Puesta en Marcha

# 15.1.1.1 Alcance Contractual al Término de Construcción (EPCM)

Este alcance se considera hasta la etapa de Término de Construcción (Construction Verification). Esta etapa es una acción de verificación que garantiza la conformidad del *estatus constructivo* de cada uno de los equipos, componentes e instalaciones que conforman un subsistema del proceso industrial, asegurando el cumplimiento del hito de aviso de energización y dar paso a la etapa de *precomisionamiento*. Ver figura 4.21.



Figura 4.21 Alcance del primer contrato al termino de construcción del proyecto

# 15.1.1.1.2 Alcance Contractual al Termino Mecánico (EPCM)

Este alcance se considera hasta la etapa de precomisionamiento (*Precommissioning*). El *término mecánico* se define como el HITO de la etapa de precomisionamiento que es una acción de verificación que garantiza la conformidad del *estatus funcional y operativo* de los equipos, componentes e instalaciones que conforman los subsistemas de proceso del proyecto asegurando el paso a la etapa de *comisionamiento*. Ver figura 4.22.

Fase de Ejecución Construcción y Comisionamiento Obras Término de Precom Entrega Puesta en Trabajos Evaluación Tempranas Montaje Construcción Proyecto Marcha Complement Obras Sanea **Obras Civiles** Chequeo Estático Pruebas Func. Pruebas Carga Prueba Rend Meioras Provecto Informe Final Est. y Calderería Cañerías Operacionales
 Mantención Mov. Masivo T. Chequeo Dinámico Pruebas Vacío Ramp-Up Cierre EPCM Confiabilidad Pruebas PreOp Pta. Servicio SA Obras Minería Che. Sist. Control Mont. Industrial HSEC Limpieza Sistemas Sin Energía Con Energía Con Energía Sin Carga Sin Carga o Con Carga Carga Simulada Alcance EPCM **Equipo Proyecto Cliente Equipo Operaciones Cliente** Aviso de **Termino** Mecánico Energizar Mechanical Completion Notice Of Energisation

Figura 4.22 Alcance del primer contrato al término mecánico del proyecto

# 15.1.1.1.3 Alcance Contractual al Comisionamiento (EPCM)

El alcance contractual definido al *comisionamiento* del proyecto implica llegar hasta la etapa de comisionamiento. La etapa de comisionamiento (Commissioning) es el proceso de gestión que permite la verificación del cumplimiento de los requisitos del proyecto. Este proceso asegura (*garantiza*) la verificación de que todos los *sistemas* de proceso industrial del proyecto han sido diseñados, instalados y probados funcionalmente y han demostrado su capacidad para ser utilizados y mantenidos tanto individualmente (precommissioning) como en su operación conjunta (commissioning), cumpliendo a plena cabalidad los requisitos del proyecto, logrando el hito de *Operación de Diseño* y poder realizar la entrega del proyecto al cliente (Handover). Ver figura 4.23.

Paquete

Preco

Construcción



Figura 4.23 Alcance del primer contrato a la puesta en marcha del proyecto

El hecho de tener muy claro el *tipo y alcance* del primer contrato, nos indica el tipo de proceso a utilizar definiendo así las organizaciones y posiciones que participarán en la conformación de las estaciones de transferencia (Interfaces) del proyecto y además de la información y documentación de los entregables (paquetes) de la cual son responsables.

Pues bien, los entregables (paquetes) deben recorrer un circuito (estaciones de transferencia) determinado antes de llegar al Cliente, a su vez este circuito está conformado por estaciones en las diferentes instancias u/o grupos, tanto dentro de las empresas contratistas como en la empresa agente. El definir estos circuitos con sus estaciones depende exclusivamente del tipo y alcance contractual (termino construcción, termino mecánico o comisionamiento) del primer contrato establecido para el proyecto. Debemos recordar que la transferencia del entregable de una estación a otra significa traspasar y a su vez liberarse de una serie de responsabilidades concretas sobre las obras de construcción (*transferencia de custodia*).

#### 15.1.1.1.4 Alcance Contractual a la Puesta en Marcha (EPC)

El alcance contractual de los contratos EPC siempre esta definido hasta la *puesta en marcha* del proyecto, esto implica que es un contrato llave en mano. La etapa de PEM es el proceso de gestión que permite la verificación del cumplimiento de los requisitos de producción del proyecto. Este proceso asegura (*garantiza*) la verificación de que la *planta* industrial ha demostrado su capacidad para producir y la confiabilidad operacional a plena cabalidad cumpliendo con los requisitos de producción del proyecto, logrando el hito de *Operación Continua*. Ver figura 4.24.

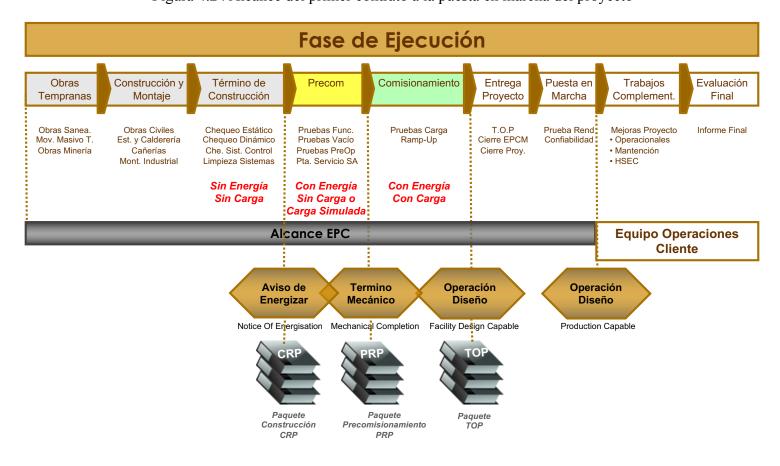


Figura 4.24 Alcance del primer contrato a la puesta en marcha del proyecto

En la transferencia de proyectos en general tenemos tres actores fundamentales con sus organizaciones respectivas: (Ver figura 4.25)

- Contratistas
- Agente
- Cliente

Figura 4.25 Transferencia del proyecto sobre el primer contrato



Los subcontratistas de especialidades que tengan relaciones contractuales ya sea con el agente, algún contratista general u/o directamente con el cliente, no tendrán injerencia en el proceso de *transferencia* siendo la organización que requiere de sus servicios la responsable de este proceso.

Todas las organizaciones participantes del Proyecto, tienen un *tipo y alcance* contractual que define su *participación y responsabilidad* en la transferencia y entrega del proyecto indicando la ETAPA de la fase de ejecución que le corresponde, sus *entregables* (paquetes) y la organización mínima necesaria para cumplir con las actividades de la etapa.

#### 15.1.1.2 Interfaces

Las interfaces están directamente relacionadas con las *etapas* que componen la fase de ejecución del proyecto. Los límites del alcance de cada una de estas etapas se denominan *interface*. Todas las interfaces generadas en la fase de ejecución del proyecto, generan una instancia de transferencia de un entregable (paquete). Ver figura 4.26.

Figura 4.26 Interfaces



# 15.1.1.3 Grupo u Organización Responsable

Las diferentes actividades realizadas en las subetapas de la *fase de ejecución* del proyecto, requieren de diferentes grupos u organizaciones de personas con *conocimientos y responsabilidades especificas* propias de cada una de las etapas de la fase de ejecución por lo tanto cuando se produce la *transferencia de custodia* queda materializada por la instalación de tarjetas de un color definido que indica la organización responsable del sistema, subsistema, actividad, subactividad, equipo u/o componente. Los grupos responsables se dividen e identifican como se indica a continuación: (Ver figura 4.27)

- Propietario
- Cliente
- Unidad de Proyecto
- Empresa Contratista Principal o Agente
- Contratistas de Construcción
- Subcontratistas de Especialidades
- Proveedores



Figura 4.27 Organizaciones participantes del proyecto

# 15.1.1.3.1 Propietario

Son *compañías mineras* cuyo principal negocio es la *operación de yacimientos mineros*, por lo tanto, son los inversionistas de los proyectos que allí se generan. Estas compañías por lo general tienen una estructura accionaria formada por distintas empresas asociadas al sector. Están listadas en forma independiente y con cuerpos de accionistas separados, pero ellas operan como una sola compañía con un sólo consejo de administración y una sola estructura administrativa. Estas corporaciones propietarias generan empresas para operar las diferentes faenas a nivel mundial. Estas Corporaciones encargan la materialización de un *proyecto minero* a la empresa agente a través de un contrato EPCM o EPC.

El equipo representante del *propietario inversionista*, ADMINISTRA el proyecto a nivel global dentro de un portafolio de proyectos.

# 15.1.1.3.2 Cliente

Empresa a cargo de la explotación del proyecto (Greenfield o Brownfield) el cual será el usuario final de las obras, equipos e instalaciones. El equipo del Cliente es el responsable de la *aceptación* y *operación* exitosa del proyecto, de acuerdo a los parámetros de diseño.

# 15.1.1.3.3 Unidad de Proyectos

La unidad de proyectos es un equipo perteneciente por lo general a la *corporación propietaria* (Vicepresidencia de Proyectos) que está a cargo de todo el *portafolio de proyectos*. Esta es una organización *dedicada* y con gran experiencia en la materialización de *proyectos mineros* de envergadura, la cual asigna una estructura especifica por proyecto. Este equipo está encargado totalmente de:

- Aceptar y Validar la Ingeniería (Gerencia de Ingeniería)
- \* Aceptar y Validar las Adquisiciones y Contratos (Gerencia de Procurement)
- Construcción (Gerencia de Construcción)
- Comisionamiento (Gerencia de Comisionamiento)
- Cierre Fase Ejecución (Gerencia Entrega de Proyectos / Project Delivery Group)

Este equipo representa tanto los intereses *económicos* del Propietario como los intereses *operacionales* del Cliente.

# 15.1.1.3.4 Empresa Agente

El *consorcio propietario* encargado de la operación del *yacimiento minero* es quien encarga a un tercero (*agente*) a través de un *primer contrato* tipo EPCM / EPC, la materialización del proyecto para un Cliente específico.

La empresa Agente se encarga permanentemente de promover, negociar o concretar las operaciones mercantiles necesarias para materializar el proyecto en nombre y por cuenta de su Mandante. El Agente tiene la facultad de poder representar al Mandante, en cuyo nombre actúa, en todas las operaciones en las que interviene. La empresa Agente está a cargo de:

Ingeniería: Grupo responsable a cargo del diseño y desarrollo de la ingeniería y apoyo a la construcción en terreno.

<u>Adquisiciones</u>: Grupo a cargo de realizar todo el procuramiento del Proyecto y administrar los contratos de Compra, de Servicios y Construcción.

<u>Administración de la Construcción</u>: Grupo responsable a cargo de la administración y supervisión de los trabajos de los diferentes contratistas del Proyecto.

<u>Precomisionamiento</u>: Grupo responsable a cargo de la administración y ejecución de las actividades de precomisionamiento, que incluye entre otras, las pruebas funcionales locales y de conjunto, pruebas en vacío acopladas y desacopladas, pruebas preoperacionales (carga simulada) y la puesta en servicio de los sistemas auxiliares de operación, mantención y proceso.

<u>Comisionamiento</u>: Grupo responsable a cargo de la administración y ejecución de las actividades de comisionamiento, que incluye entre otras, las pruebas operacionales con carga, pruebas de rendimiento y el ramp-up.

<u>Transferencia y Entrega</u>: Grupo responsable de establecer la *transferencia física* de las instalaciones y el handover documental del Proyecto a través de las organizaciones participantes del Proyecto.

<u>Cierre Fase Ejecución</u>: Grupo responsable de establecer el *cierre operacional* y el *cierre contractual* de todas las actividades relacionadas con el cierre operacional y contractual del Proyecto.

# 15.1.1.3.5 Contratistas de Construcción

Los contratistas de construcción están a cargo de la construcción y montaje de sistemas, subsistemas, equipos, componentes, actividades y subactividades, a través de un contrato de construcción (Alcance) administrado por la empresa *agente* a cargo del *primer contrato*. Su alcance comprende hasta el término de construcción (Chequeo estático, chequeo dinámico, chequeo de sistemas de control y limpieza de los sistemas, subsistemas, equipos, componentes).

#### **15.1.1.3.6 Proveedores**

Grupo representante de los proveedores o fabricantes de los productos, equipos u/o instalaciones necesarias para el proyecto. Además, es responsable total de su correcto funcionamiento, operación, rendimiento y desempeño.

# 15.1.2 Participantes del Proceso

El análisis para definir la organización de los participantes del proceso de *transferencia y entrega* del proyecto va a ser variable dependiendo esto nuevamente del tipo de contrato y su alcance. Sin embargo, detallaremos todos los puestos u/o participantes que se necesitan para implementar cualquiera de las alternativas o tipos de entrega del proyecto, definidos por organización participante y describiremos brevemente sus funciones.

#### 15.1.2.1 Contratistas de Construcción

Las empresas contratistas de construcción sobre las cuales se ha delegado la construcción por parte de la empresa agente, deberán adoptar una organización típica para realizar la entrega de sus trabajos de acuerdo al alcance de sus contratos. La organización comprende los siguientes puestos:

<u>Coordinador TOP</u>: El contratista deberá nombrar un *coordinador TOP*, que será el encargado de administrar el proceso de entrega de todos sus trabajos a la empresa agente. Este coordinador tendrá como misión nombrar ingenieros responsables, programar e inspeccionar el avance del trabajo y de entregar el estatus de término por cada sistema o subsistema asignado a su contrato. Por lo general este coordinador es el encargado del control y aseguramiento de calidad del contratista.

<u>Ingenieros Responsables</u>: La empresa contratista por medio del gerente de construcción deberá designar un *ingeniero responsable* por cada sistema o subsistema asignado a su contrato por parte del agente. Este tendrá como misión coordinar y verificar en terreno todas las actividades relacionadas con la planificación, programa, alcance y calidad para lograr el *termino de construcción* del subsistema, y todas las actividades del listado de detalles o punch list asociado.

# 15.1.2.2 Agente

La empresa agente a través de su gerencia de proyecto, establecerá una organización denominada Project Delivery Group (PDG) la cual tiene como misión gestionar todas las actividades de cierre de proyecto por parte del agente. El PDG debe designar los siguientes puestos:

<u>Superintendente PDG</u>: Será el responsable de la gestión de todas las actividades del cierre de proyecto en su totalidad.

Coordinador TOP por Área: La gerencia de *entrega de proyectos* PDG, por medio del superintendente PDG deberá nombrar un ingeniero *coordinador TOP* por cada área o planta industrial que considere el proyecto, y será el encargado de administrar el proceso de transferencia y entrega de cada uno de los contratistas de construcción involucrados en dicha área o planta. Este reportará directamente a la gerencia de construcción y a la gerencia PDG del agente y tendrá como misión en acuerdo con la gerencia de construcción de nombrar ingenieros responsables de construcción por sistema o subsistema, programar e inspeccionar el avance del trabajo y de entregar el estatus general de término de construcción por cada subsistema.

<u>Ingenieros Responsables de Construcción</u>: La gerencia de construcción por medio del ingeniero coordinador TOP por área, deberá designar un *ingeniero responsable* de construcción por sistema o subsistema, el que tendrá como misión coordinar y verificar en terreno todas las actividades relacionadas con la entrega, programa, planificación, alcance, calidad y especialmente el levantamiento del listado de detalles (*punch list*) reportando su estatus.

<u>Ingenieros Responsables Precomisionamiento</u>: La gerencia de proyecto por medio de su departamento de precomisionamiento, debe designar un *ingeniero responsable* de precomisionamiento por sistema o subsistema. Tendrá como misión intervenir en la fase de término de construcción, en las actividades de la lista de detalles o punch list, y deberá coordinar y verificar en terreno todo lo relacionado (alcance, planificación, programación y documentación) con las actividades y pruebas de precomisionamiento de los sistemas y subsistemas del proyecto.

EL ingeniero responsable de precomisionamiento es una posición que se define solo para la transferencia y entrega de proyectos con contrato tipo:

- Proyecto EPCM con alcance contractual hasta el Término Mecánico
- Proyecto EPC con alcance contractual hasta la Puesta en Marcha

<u>Ingenieros Responsables Comisionamiento</u>: La gerencia de proyecto por medio de su departamento de comisionamiento, debe designar un *Ingeniero Responsable* de comisionamiento por *área*. Tendrá como misión intervenir en la transferencia de la etapa de término de construcción y Precomisionamiento, realizar las actividades propias de comisionamiento del proyecto, verificar las

actividades de la lista de detalles o punch list, y coordinar en terreno todo lo relacionado con el alcance, planificación, programación y documentación para poder realizar sus actividades.

EL ingeniero responsable de comisionamiento es una posición que se define solo para la transferencia y entrega de proyectos de los siguientes tipos:

- Proyecto EPCM con alcance contractual hasta el comisionamiento
- Proyecto EPC con alcance contractual hasta la Puesta en marcha

#### 15.1.2.3 Cliente

El Cliente a través de su gerencia de proyecto y su gerencia de construcción debe designar los siguientes puestos:

<u>Responsable Recepción del Proyecto</u>: La gerencia de proyecto del Cliente, debe designar un responsable de la *recepción general del proyecto*, que será el encargado de coordinar y verificar directamente con el *superintendente PDG del agente*, toda la gestión relacionada con el alcance, la planificación, la programación y la documentación del cierre del proyecto. Además, deberá revisar y aprobar los paquetes de entrega administrando todas las actividades propias del alcance contractual de la entrega y las actividades inherentes del resultado de estas revisiones.

<u>Ingenieros Responsables</u>: La gerencia de proyecto del Cliente, por medio del responsable de la *recepción del proyecto*, debe designar *ingenieros responsables* para revisar y aprobar los paquetes de entrega TOP administrando todas las actividades propias del alcance contractual de la entrega y las actividades inherentes del resultado de estas revisiones. El ingeniero responsable es una posición que se define para todos los tipos de transferencia y entrega de proyectos.

<u>Ingenieros de Operaciones</u>: La gerencia de proyecto del cliente, deberá coordinar con la gerencia de operaciones del cliente y nombrar *ingenieros de operaciones planta*, para intervenir en la fase de comisionamiento para revisores de apoyo, por cada área o planta industrial que considere el proyecto, y serán los encargados de asesorar la recepción desde el punto de vista operacional del proyecto.

<u>Ingenieros de Mantención</u>: La gerencia de proyecto del cliente deberá coordinar con la gerencia de mantenimiento del cliente y *nombrar ingenieros de mantención*, para revisores de apoyo, por cada área o planta industrial que considere el proyecto, y serán los encargados de asesorar la recepción desde el punto de vista de la confiabilidad y mantenibilidad del proyecto.

El estatus de aceptación del cliente será reportado al *gerente de construcción* y al *gerente de comisionamiento* de la empresa agente según corresponda.

#### 15.1.3 Verticalidad en la Transferencia y Entrega de Proyectos

La *transferencia y entrega* del proyecto se presenta de forma vertical y atraviesa a todas las organizaciones participantes del proyecto dependiendo esto del *alcance contractual* de cada una de ellas. El proceso va ascendiendo de abajo hacia arriba verticalmente incorporando a las diferentes organizaciones participantes del Proyecto. Ver figura 4.28.

CORPORACION PROPIETARIA

CLIENTE

UNIDAD DE PROYECTOS

EMPRESA CONTRATISTA PRINCIPAL O AGENTE

PROVEEDORES

PROVEEDORES

CONTRATISTAS DE CONSTRUCCION

SUBCONTRATISTAS DE ESPECIALIDADES

SUBCONTRATISTAS DE ESPECIALIDAD

SUBCONTRATISTAS DE ESPECIALIDAD

Figura 4.28 Verticalidad en la transferencia y entrega de proyectos

# 15.1.4 Entregables de la Fase (Paquete de Entrega)

Un *entregable* es el producto o resultado único y verificable que debe producirse para cerrar un proceso, una fase o un proyecto. Los entregables representan el *alcance total del proyecto*. Los entregables de esta fase se definen a partir de la *estructura de quiebre por sistemas* (EQS).

La EQS se define a partir de la *estructura de desglose del trabajo* (EDT) más conocida como WBS (Work Breakdown Structure) del proyecto. Por lo general se utilizan los primeros niveles de la WBS básicamente las *áreas y subareas*, luego se comienza el *proceso de sistematización* definiendo los sistemas y subsistemas del proyecto y se formalizan mediante la EQS Estructura de quiebre por sistemas.

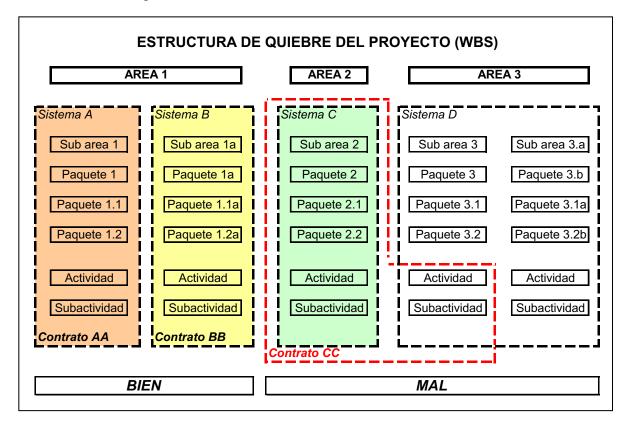
La *sistematización del proyecto* es responsabilidad de la gerencia de comisionamiento y puesta en marcha. Se debe realizar durante la etapa de ingeniería del proyecto, ya que el proceso de sistematización es un proceso dinámico y avanza de la mano con la ingeniería de detalles.

La EQS es el proceso que consiste en subdividir el proyecto en sistemas y subsistemas operacionales más fáciles de manejar. La EQS es una descomposición jerárquica, basada en los entregables del trabajo que deben ejecutar las diferentes organizaciones participantes del proyecto para lograr los objetivos de este.

Para efectos del proceso de *transferencia y entrega del proyecto*, los entregables son los sistemas y subsistemas (Paquetes de Entrega) definidos en la EQS a nivel del *proceso industrial* de manera de poder realizar las pruebas funcionales, operacionales y de proceso del proyecto. Esta descomposición y agrupación de los entregables en sistemas y subsistemas mantiene siempre la base original de la WBS o EDT del proyecto, por motivos contractuales (*alcance*). Ver figura 4.29.

Si observamos la figura 4.29 podemos observar que el alcance contractual de los contratos AA y BB son correctos ya que se ajustan a la estructura de quiebre del área 1. Sin embargo el alcance contractual del contrato CC no se ajusta a la estructura de quiebre del área 2 ya que esta involucrando parte del área 3.

Figura 4.29 Definición de sistemas v/s alcance contractual



El proceso de *transferencia y entrega del proyecto* se materializa a través de los *paquetes de entrega* que es un conjunto específico de información y documentación de *garantía* que define el *estado de termino* de los equipos, componentes, actividades, subactividades e instalaciones de un sistema o subsistema. Esta información además determina, asegura y garantiza la *transferencia de custodia* del sistema o subsistema entre las organizaciones participantes en el proyecto como proveedores, subcontratistas, contratistas, empresa agente y finalmente el cliente. El proceso se completa cuando llega a la última etapa de la *fase de ejecución* (comisionamiento) y las prioridades, fechas de término y entrega de estos *paquetes de entrega* están basados en los requerimientos de la puesta en marcha de la planta según el programa definido para estos efectos.

#### 15.1.5 Definición de Sistemas

La definición de sistemas es una actividad integrada realizada durante la etapa de *ingeniería* por el equipo de *comisionamiento* (Facility, Sistemas de Servicios Auxiliares y de Proceso). Para poder entender y realizar una definición de sistemas, es necesario definir los conceptos *generales básicos* a utilizar, estos conceptos son:

- Concepto de Sistema
- Concepto de Servicio Auxiliar
- Concepto de Proceso
- Concepto de Facility (Equipamiento)

La construcción de modelos desde la visión de la *teoría general de sistemas* permite la observación de los fenómenos de un todo, a la vez que se analiza cada una de sus partes sin descuidar la interrelación entre ellas y su impacto sobre el fenómeno general entendiendo al fenómeno como el *sistema*, a sus partes integrantes como *subsistemas* y al fenómeno general como *suprasistema* (proyecto).

<u>Definición de Sistema</u>: Un sistema está compuesto por dos o más elementos relacionados entre sí, y posee propiedades propias que no poseen sus elementos componentes por si solos. Al ser sistemas materiales poseen las propiedades generales de la materia. Bajo esta definición *todas* las obras e instalaciones dentro del *alcance* del proyecto conforman *sistemas* de distinto *tipo*.

<u>Definición de Servicio Auxiliar</u>: Servicio auxiliar se define como un conjunto de acciones propias y especificas organizadas de acuerdo a una *lógica operacional, de control, mantenimiento y de suministro de energía e insumos*.

<u>Definición de Proceso</u>: Proceso se define como un conjunto de acciones propias y especificas organizadas de acuerdo a una *lógica de proceso* definida. (Operaciones Unitarias)

<u>Definición de Facility</u>: Un Facility o Infraestructura en español, se define como un conjunto de acciones propias y específicas organizadas de acuerdo a una *lógica de Infraestructura* definida. (Procesos Constructivos).

Una vez definidos los conceptos de sistema, servicio auxiliar, proceso y facility podremos definir los conceptos compuestos de sistemas de procesos, servicios auxiliares y sistemas facility, que es el producto final de la sistematización.

# 15.1.5.1 Sistemas De Proceso

Un sistema de proceso es un conjunto de operaciones unitarias físicas y/o químicas ordenadas a la transformación de materias primas en productos finales diferentes. Se considera que un producto es diferente de sus materias primas cuando:

- Tenga diferente composición (molecular)
- Este en un estado distinto (solido, liquido o gas)
- Haya cambiado su condición (forma, presión o temperatura)

Los sistemas de proceso y sus correspondientes operaciones unitarias, quedan definidos y establecidos a partir de las diferentes tecnologías de proceso que utilizara el proyecto minero.

Los sistemas de proceso constan de una serie de operaciones físicas y químicas, que en algunos casos son específicas del proceso considerado, pero en otros casos (la mayoría) son operaciones comunes e iguales para varios procesos. Una operación unitaria, es cada una de las acciones necesarias de *transporte, adecuación y/o transformación* de las materias primas implicadas en un sistema de proceso. Cada operación unitaria en particular tiene como objetivo el modificar las condiciones de una determinada cantidad de materia prima en una forma más útil a nuestros fines. Este cambio puede hacerse por tres caminos:

- Modificando la masa o composición
- Modificando el nivel o calidad de energía
- Modificando su condición de movimiento

Estos tres son los únicos cambios posibles que un cuerpo puede sufrir.

# 15.1.5.2 Sistemas Auxiliares

Los procesos de producción con su tecnología correspondiente, es un conjunto de máquinas, artefactos, aparatos y dispositivos que constituyen una unidad orgánica y tecnológicamente individualizada donde se realizan las operaciones unitarias de transformación (mecánica, física, química o combinadas) de las materias primas en productos terminados.

Sin embargo, los *procesos de producción* por si solos no pueden cumplir con el ciclo tecnológico para lograr producir, ya que su operación no es posible sin el apoyo de otras unidades complementarias estrechamente interrelacionadas con la estructura productiva en su conjunto.

Estos sistemas complementarios desarrollan un ciclo completo de tratamiento de un servicio auxiliar de apoyo a los procesos de producción y su tamaño e inversión asociada puede inclusive superar a los realizados en los procesos productivos. Los sistemas auxiliares en un proyecto minero se clasifican de acuerdo al siguiente criterio:

- Sistemas Auxiliares de Operación
- Sistemas Auxiliares de Proceso
- Sistemas Auxiliares de Control y Comunicación
- Sistemas Auxiliares de Seguridad
- Sistemas Auxiliares de Mantención

# 15.1.5.3 Sistemas Facility

A si como los servicios auxiliares sirven a los sistemas de procesos productivos, las obras de infraestructura son aquellas que soportan físicamente tanto a los sistemas de proceso como a los servicios auxiliares. Generalmente en el ámbito de la minería estas obras e instalaciones son conocidas como infraestructura o facilidades (Facilities).

Los Facility de un proyecto minero podrían clasificarse de acuerdo al siguiente criterio:

- Infraestructura Civil: Las obras civiles también se consideran y forman la infraestructura de las instalaciones industriales de procesos y auxiliares.
- Obras de Arquitectura: Las obras de arquitectura también se consideran como facility.
- Urbanización: Las obras de urbanización son aquellas que acompañan a las obras de arquitectura, y corresponde a todas las instalaciones necesarias para el suministro de energía e insumos, las instalaciones para la evacuación de flujos de residuos orgánicos y las instalaciones de procesamiento de residuos orgánicos.

# 15.1.6 Definición de Subsistemas

Los *subsistemas* son una división lógica a nivel de proceso en el caso de *sistemas auxiliares y de proceso* en sus diferentes modalidades, o de la secuencia constructiva en el caso de los *sistemas facility*.

La lógica de división de *sistemas auxiliares y de proceso* en subsistemas se centra básicamente en que esta fracción del sistema pueda ser sometida a *precomisionamiento* en forma independiente y garantice su funcionamiento posterior en el comisionamiento del sistema completo.

La lógica de división de *sistemas facility* en subsistemas se centra básicamente en que esta fracción del sistema permita la secuencia constructiva de acuerdo al cronograma y que permita la liberación de áreas para realizar obras de terceros.

Para determinar el *alcance de un subsistema* se deben tener presente varias consideraciones:

#### 15.1.6.1 Consideraciones Contractuales

En la definición de subsistemas se debe considerar solo un contratista responsable, teniendo en cuenta los alcances contractuales de manera de no involucrar más de un contratista en un subsistema (Ideal).

Por lo general se presenta el caso de dos o más contratistas responsables por subsistema cuando las especialidades entre ellos son incompatibles (Usar WBS).

#### 15.1.6.2 Consideraciones de Proceso

En la definición de subsistemas, es necesario considerar que estos tengan una lógica de comisionamiento, ya que esto permite hacer una entrega independiente de cada uno de los subsistemas.

Por ejemplo:

Existe el caso de estanques de almacenamiento, donde se han dejado en un subsistema (1) las bombas y las cañerías de suministro y en otro subsistema (2) el estanque de almacenamiento; esta definición de subsistemas obliga a entregar el subsistema (1) de bombas y cañerías una vez probada la estanqueidad del estanque del subsistema (2), ósea la entrega del subsistema (1) esta supeditada a la del subsistema (2). El ideal de esta definición de subsistemas es que el estanque quede integrado al subsistema (1) y se pruebe todo el conjunto a la vez.

#### 15.1.6.3 Consideraciones Contractuales con el Cliente

En algunos casos existen alcances contractuales (*hitos*) con el Cliente que establecen la entrega del proyecto por etapas, las que involucran varios subsistemas por cada una de las etapas contempladas. El objetivo de considerar este punto es evitar que un subsistema contenga equipos e instalaciones de hitos diferentes.

# 15.1.6.4 Consideraciones Operacionales

La definición de subsistemas como se dijo anteriormente es tarea de la gerencia de comisionamiento, por lo tanto, se debe considerar la planificación y programación de pruebas al momento de definir o establecer un sistema.

#### 15.1.6.5 Consideraciones de los Procesos Constructivos

Por lo general el programa de construcción del contratista está determinado por los procesos constructivos de los diferentes equipos e instalaciones que este va a ejecutar. En la definición de subsistemas es conveniente considerar el proceso constructivo de las instalaciones, de manera de que este se pueda programar con una lógica en el programa de construcción y en el programa de comisionamiento.

# 15.1.6.6 Consideraciones Respecto del Programa

La subdivisión de sistemas en subsistemas tiene que considerar además de su lógica operacional, las condiciones obligadas del programa ofrecido al cliente haciendo posible la entrega de estos sistemas en el plazo comprometido, considerando el programa del contratista de construcción de acuerdo a su contrato.

# 15.1.6.7 Consideraciones de Comisionamiento

La definición de subsistemas debe tomar aparte de las consideraciones respecto de la lógica operacional, la lógica de comisionamiento, recordemos que en esta etapa ya no se prueban subsistemas en particular, aquí se prueban los sistemas completos (conjunto de subsistemas) y se operan, por lo tanto, también la definición de subsistema debe orientarse al plan de comisionamiento. Para lograr este objetivo se debe comenzar justamente a determinar tanto sistemas como subsistemas a partir de la secuencia de *puesta en marcha del proyecto*.

# 15.1.6.8 Representación Gráfica de Subsistemas

Los Subsistemas Industriales se establecen gráficamente en los planos P&IDs del Proyecto mediante líneas simples que encierran en una figura geométrica el subsistema que se quiere indicar. Estos subsistemas se representan e identifican a través de códigos asignados por ingeniería.

#### 15.1.6.9 Codificación de Subsistemas

Los subsistemas se identifican a través de códigos que indican el sistema al cual pertenecen, el tipo de proceso considerado, el área de proyecto y su número de identificación.

Por ejemplo S720-01 indica que se trata de:

- Proceso de Sulfuros (S)
- Area 700
- Sistema 720
- Subsistema 01

En definitiva, la codificación es a criterio de los ingenieros de especialidad en procesos industriales y supeditados al diseño de la planta, pero debe conservar el formato indicado en las especificaciones técnicas del proyecto.

# 15.1.7 Sistematización del Proyecto

La sistematización del proyecto utiliza ciertos aspectos de la teoría general de sistemas como:

• Reduccionismo y holismo, buscando analíticamente aspectos esenciales en su composición y en su dinámica que puedan ser objeto de generalización. (Operaciones Unitarias)

- Usar los mismos términos y conceptos para describir rasgos esenciales de sistemas muy diferentes; y encontrar leyes generales aplicables a la comprensión de su dinámica. (Procesos)
- Favorecer, primero, la formalización de las descripciones de la realidad; luego, a partir de ella, permitir la modelización de las interpretaciones que se hacen de ella. (Procesos)
- Enfoque analítico, basado en operaciones de reducción. (Operaciones Unitarias)

La sistematización del proyecto, conforman la medula espinal de la transferencia y entrega del proyecto, ya que el desarrollo del proyecto en todas sus fases se basa en la definición correcta, lógica y precisa de estos sistemas.

Es necesario comprender a cabalidad y dar la importancia que se merece a esta materia ya que se origina a partir de la fase de estudio del proyecto en la etapa de estudio de factibilidad.

Para poder comprender la complejidad de la transferencia y entrega de proyectos y a la vez su metodología, se deben considerar y tener en cuenta las características propias de los proyectos mineros tales como:

- Proyectos de alta inversión.
- Ingeniería de gran complejidad.
- Obras de gran envergadura.
- Obras de todas las especialidades.
- Varios grupos de administración del Proyecto (Propietario, Cliente, Agente y Contratistas).
- Utilización de gran cantidad de obra de mano especializada.
- Gran cantidad de equipos, instrumentos, materiales y recursos.
- Gran cantidad de Proveedores Extranjeros.
- Etc.

Por estas y mas características es que la entrega de este tipo de proyectos se hace un tanto más compleja, ya que debe considerar una serie de factores que impliquen una entrega científica, eficiente, en su tiempo, completa y operativa. *Lo primero que se debe realizar* para una transferencia y entrega de proyectos exitosa, es definir correctamente los sistemas y subsistemas del proyecto.

Una vez definida la *tecnología de proceso* a utilizar, quedan establecidos e identificados los *sistemas de proceso* de acuerdo a las *operaciones unitarias* involucradas según la tecnología seleccionada. Los sistemas son porciones o partes del proyecto que son independientes entre sí y que están relacionadas por el paso del producto de una a otra parte. A su vez los sistemas están divididos en subsistemas que son porciones del sistema al que pertenecen y que conforman una subetapa de proceso definida y conocida.

El objetivo *fundamental* de definir sistemas y subsistemas, es que no se puede transferir y entregar un proyecto como un todo ya que su envergadura no lo permite o seria tremendamente costoso, por lo tanto, se transfiere y entrega a través de *parcialidades* o sistemas, los cuales en su totalidad conforman el *proyecto completo*, de manera tal que su entrega al cliente sea en forma científica y programada según la operación de la planta.

La definición de los sistemas auxiliares, de proceso y los facility del proyecto es responsabilidad de la gerencia de comisionamiento y esta desglosada según la EQS, de acuerdo a la tecnología utilizada y la infraestructura necesaria para la operación de esta.

# 15.1.8 Estructura de Quiebre Por Sistema (EQS)

La EQS es un documento oficial del proyecto que tiene los siguientes contenidos:

- Listado de Sistemas
- Listado de Subsistemas
- Listado de Equipos y Componentes por Subsistema
- Matriz de Protocolos de Construcción (Por equipos y componentes)
- Matriz de Protocolos de Precomisionamiento (Por equipo y componente)
- Planos Pintados (límite de batería)
- Diagramas Integrados (P&IDs y Unilineales)
- Secuencia PEM por Sistemas y Subsistemas

#### 15.1.8.1 Listado de Sistemas

Este listado indica los sistemas del proyecto asociados por área. Además, indica el tipo, código y descripción asignada a cada sistema, el número de contrato asociado, la empresa contratista y los diferentes responsables por organización. Ver figura 4.30.

Auxiliary And Process Systems

Area 0310 Chancador Primario
System Type Description N° Contract Company Contractor EPCM Owner
BA0310 Auxiliary Bala Electrica 310-ER-001 CC-007 AVA Montajes P. Calozzi W. Borquez

BA0311 Auxiliary Gala Electrica H CC-013 EVH Ingerieria Lida. P. Calozzi W. Borquez

BA0312 Auxiliary Gistema Air-Cooled Heat Exchangers CC-011 Asmeco P. Calozzi W. Borquez

BA0313 Auxiliary Gistema Air-Cooled Heat Exchangers CC-014 Asmeco P. Calozzi W. Borquez

BA0314 Auxiliary Gistema Air-Cooled Heat Exchangers CC-008 AVA Montajes P. Calozzi W. Borquez

BA0315 Derivación Linea 23 kV Alimentación CC-008 AVA Montajes P. Calozzi W. Borquez

BA0314 Auxiliary Gistema AVDF Motor 310CR001. CC-014 ABB P. Calozzi W. Borquez

BP0310 Process Gistema Motitz Chancador Primario Por Definir Por Definir P. Calozzi W. Borquez

Area 0320 Correa Transportadora Chancado Primario

System Type Description N° Controct Company Contractor EPCM Owner

BA0320 Auxiliary Gistema VDFs Motores 001 y 002 Correa CC-014 ABB P. Calozzi W. Borquez

Area 0400 Concentradora

System Type Description N° Controct Company Contractor EPCM Owner

BA0400 Auxiliary Concentradora Pro Definir Por Definir Por Definir P. Calozzi W. Borquez

Area 0410 Molienda Fase 1

System Type Description N° Controct Company Contractor EPCM Owner

BA0412 Auxiliary Stata Electrica A Linea 1 Por Definir Por Definir P. Calozzi W. Borquez

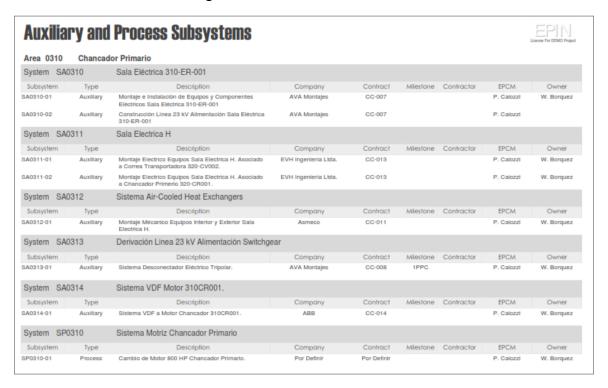
SA0412 Auxiliary Stata Electrica A Linea 1 Por Definir Por Definir P. Calozzi W. Borquez

Figura 4.30 Listado de sistemas

# 15.1.8.2 Listado de Subsistemas

Este listado indica los subsistemas del proyecto asociados por área y sistema. Además, indica el tipo, código y descripción asignada a cada subsistema, el número de contrato asociado, la empresa contratista, el numero de hito asociado y los diferentes responsables por organización. Ver figura 4.31.

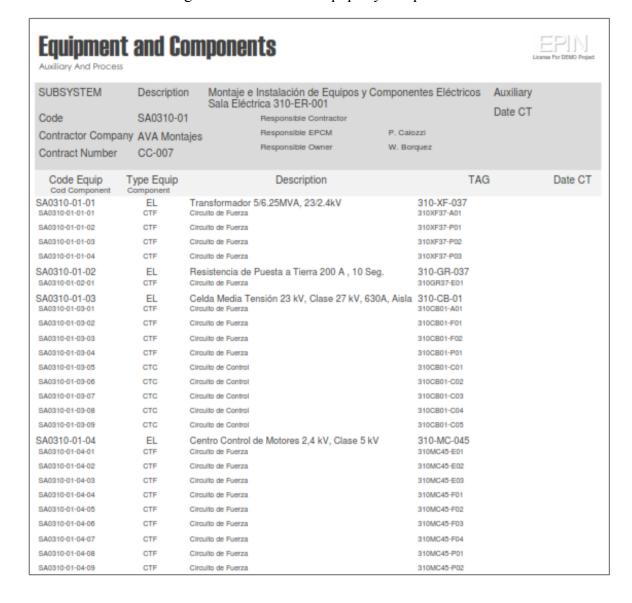
Figura 4.31 Listado de subsistemas



# 15.1.8.3 Listado de Equipos y Componentes por Subsistema

Este listado indica los equipos y componentes por subsistema de proyecto asociados por sistema. Además, indica el tipo y código asignado a cada equipo y componente, su descripción, el TAG asociado, el número de contrato asociado y la empresa contratista. Ver figura 4.32.

Figura 4.32 Listado de equipos y componentes



# 15.1.8.4 Matriz de Protocolos de Construcción

A partir del listado de equipos y componentes agrupados por subsistema, se debe establecer la matriz de protocolos de construcción asignados a cada equipo y componente. Esta matriz utiliza en el eje X el listado de equipos y en el eje Y el universo de protocolos ha utilizar en el proyecto. La asignación de un protocolo especifico a un equipo u/o componente se indica colocando un (1) en la celda de intersección entre el equipo y el protocolo.

El principal objetivo de esta matriz es establecer el *alcance protocolar de la construcción* del subsistema y en base a este dato poder medir el avance del paquete CRP. A partir del total de protocolos de esta matriz se establece el denominado *universo protocolar de construcción*.

#### 15.1.8.5 Matriz de Protocolos de Precomisionamiento

A partir del listado de equipos y componentes agrupados por subsistema, se debe establecer la matriz de protocolos de precomisionamiento asignados a cada equipo y componente. Esta matriz utiliza en el eje X el listado de equipos y en el eje Y el universo de protocolos ha utilizar en el proyecto. La asignación de un protocolo especifico a un equipo u/o componente se indica colocando un (1) en la celda de intersección entre el equipo y el protocolo.

El principal objetivo de esta matriz es establecer el *alcance protocolar del precomisionamiento* del subsistema y en base a este dato poder medir el avance del paquete PRP. A partir del total de protocolos de esta matriz se establece el denominado *universo protocolar de precomisionamiento*. Para ambos casos la estructura de la matriz es similar a la indicado en la figura 4.33.

# 15.1.8.6 Planos Pintados por Subsistema (Limite de Batería)

Este listado indica los planos P&Ids asociados por subsistema. Estos planos están coloreados indicando el alcance del subsistema. Además, indica el número de plano pintado y el documento oficial asociado a su entrega (transmital). Ver figura 4.34 y 4.35.

# 15.1.8.7 Diagramas Integrados (P&lds y Unilineales)

Los diagramas integrados consiste en realizar un plano único que contenga todos los P&Id del proyecto y un plano único que contenga todos los unilineales del proyecto. La idea es poder visualizar la totalidad del proceso y del servicio eléctrico en un solo plano. Para esto se deben tener los planos nativos de las dos especialidades y unirlos en formato AutoCAD en un solo diagrama. Para que no resulte un plano demasiado grande será necesario realizar ajustes a los planos nativos. El ideal es que se obtenga un diagrama en una medida (A0) que permita trabajar con el.

# 15.1.8.8 Secuencia PEM por Sistemas

Este documento consiste en un plano tipo flujograma donde se muestra la secuencia de puesta en marcha del proyecto a nivel de sistemas de proceso, servicios auxiliares y facility. Figura 4.36 y 4.37.

Figura 4.33 Matriz de protocolos tipo

			PREC	COMMIS	SIONIN	G STAG	E al Test			Te	est Contr	ol Valves		Test Valves (N	1)	Test Inst	ruments			Moto	r Test		7
MATRIX RECORDS		고 Lubrication Complete	-	Functional Test Protective Devices DCS Permisives And Interlocks Test	Functional Test Open/Close (L/R)	Check / Adjust Position Limits  Q Operational / Functional Test	rostatic Test	Check Cathodic Protection Complete	DCS Permisives And Interlocks Test	Eunctional Test Open/Close (L/R)	Check / Adjust Position Limits (Torque	Wen'fy Local Indication  No Leakage Test	Signal Test To DCS Check / Adjust Position Limits Check Local Indicator	DCS Permisives And Interlocks Test Signal Test To DCS	Check Ranges And Process (Var) DCS Permisives And Interlocks Test	k Ranges And Process (Var)	Check And Adjust Rangers O/C	Insulation Resistance Test	Winding Resistance Test	Polarity Index Measure Rotate Direction Test	ate Test (Vari		
ST 1 Proc Hito Fecha SS 1.1A Proc	cess INTAKE & DAF cess Intake Tower & Coarse Screaning	·																				H	3
EQ 1.1A-2 P EQ 1.1A-3 P EQ 1.1A-4 P EQ 1.1A-5 M EQ 1.1A-6 C CP 1.16-6 C CP 1.16-6 II CP 1.16-6 II CP 1.16-7 EQ 1.1A-7 E EQ 1.1A-8 E EQ 1.1A-9 E	PP Ppe Line PP Manhole PP Manhole Penstock Automatic V Cold Work / Pumping Pk Leel Victor   V Co	IT-10101 DN1600-RSW-IP1-10101 MNH-10101 MNH-10102 SL-10201 LI-10207 LI-10207 20-DB-01 20-SCMV-01 20-SPDB-01	1		1	1	1 1								1	1 1	1						
EQ 1.1B1-1 MC CP 1.1B1-1-1 E	ICH Vertical Centrifugal Pump  EL Electrical Motor	VP-10201 22-VP-10201-MT	1	1	1 1		1												1 1	1	1 1	1 1	1
CP 1.88-1-2 8 CP 1.88-1-3 8 EQ 1.181-2 CP 1.88-2-1 M8-2-2 CP 1.88-2-3 8 CP 1.88-2-3 V CP 1.88-2-5 V CP 1.88-2-5 C CP 1.88-2-5 V CP 1.88-2-5 C CP 1.88-2-5 C	N. Most Corted Center  PD P PD Line Impulsion  Classic Joint PD Line Impulsion  Classic Joint PD P PD Line Impulsion  Classic Joint PD P PD Line Impulsion  Description PD P P P P P P P P P P P P P P P P P P	UC-19001 LS-19001 DNS00-RSW-2P4-10201 EL-19001 PSH-10201 PSH-10201 BWAM-ANNO-10201 BWAM-ANNO-10201 BWAM-ANNO-10201 BW-C-0-N900-10201 EW-C-0-N900-10201 EW-C-0-N900-10201 EW-C-0-N900-10201 EW-C-0-N900-10201 EW-M-D-N900-10201 BWAM-DNS0-10201 BWAM-DNS0-10201 BWAM-DNS0-10201 BWAM-DNS0-10201					1			1	1	1	1			1 1							
EQ 1.1C-1 P	cess Sampling Point SA 10203 PP Pipe Quality Water WA Ball Vatv	DN50-RSW-2P4-10213 BAVM-DN50-10239																				##	1
CP 11C-12 # CP 11C-13 V CP 11C-14 # CP 11C-15 W CP 11C-15 W CP 11C-15 V CP 11C-17 # CP 11C-17 # CP 11C-19 #	No. Toward of the Control of the Con	FSL-10201 BAVM-DN25-10240 AF-10200 AIT-10200 BAVM-DN25-10241 AF-10241 AIT-10241 TIT-10241 BAVM-DN25-10242													1 1 1	1 1 1	1 1						
CP 1.1C+1-12 III	IN Analysis Primary Element (Orp) IN Analysis Indicator Transmitter (Orp)	AE-10242 AIT-10242													1	1	1 1					H	1
CP 11C-144 # # CP 11C-145 # # CP 11C-145 # CP 11C-145 # CP 11C-147 # CP 11C-149 # CP 11C-124 # CP 11C-124 # CP 11C-122 # CP 11C-123 # CP 11C-125 # CP 11C-125 # CP 11C-125 # CP 11C-125 # CP 11C-127 # EP 11C-127 # E	Ma Ball Valve (Turkday) Ma Andrayis Primary Element (Turkday) Ma Andrayis Primary Element (Turkday) Ma Andrayis Primary Element (Ol) Ma Andrayis Primary Element (Ol) Ma Ball Valve (Ol) Ma Ball Valve (Ol) Ma Ball Valve (PH) Ma Andrayis Indicator Transmitter (Ol) Ma Ball Valve (Depre) Ma Andrayis Indicator Transmitter (PH) Ma Andrayis Primary Element (PH) Ma Andrayis Primary Element (Ol) Ma Ball Valve (Ologono) Ma Andrayis Primary Element (Ologono) Ma Andrayis Primary Element (Ologono) Ma Andrayis Primary Element (Ologono) Ma Ball Valve (Ologono) Ma Andrayis Primary Element (Ologono) Ma Andrayis Indicator Transmitter (Olorophie) Ma Ball Valve Orion	BANA-0N25-1024 AE-1026 AIT-10263 BANA-0N25-1024 AE-10264 AIT-10264 BANA-0N25-1026 BANA-0N25-1026 AIT-10265 BANA-0N25-1026 AIT-10265 BANA-0N25-1026 AE-10266 AIT-10266 BANA-0N25-10268 BANA-0N25-10268 BANA-0N25-10268 BANA-0N25-10268 BANA-0N25-10268 BANA-0N25-10268 BANA-0N25-10268											1		1 1 1 1 1 1 1 1	1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1						
Hito Fecha SS 1.2A Prod	VA Ball Valve (Take Sample) cess Pipe Line To Screen PP Pipe Line To Screen	BAVM-DN25-10247 DN1100-RSW-2P1-10201																				H	3
CP 12A-1-1 V CP 12A-1-2 V CP 12A-1-2 V CP 12A-1-3 V CP 12A-1-4 V CP 12A-1-6 V CP 12A-1-6 V CP 12A-1-6 V CP 12A-1-6 V CP 12A-1-1 V		LINY 1104-RS-PY-2F 1-10201 MVMA CHEWS-PY-2F 1-10201 MVMA CHEWS-DOOR MVMA CHEWS-DOOR MVMA CHEWS-DOOR MVMA CHEWS-DOOR MVMA CN MS-DOOR MVMA CN MS																					
CP 12A-1-15 V CP 12A-1-15-1 III	VA Buterfly Valve (ON/OFF) IN Position Switch High	BFVM-DN200-10283 ZSH-10283	Н											1 1 1								H	1
CP 12A-1-18 EQ 1.2A-2 P 12A-2-1 CP 12A-2-1 CP 12A-2-1 CP 12A-2-2 CP 12A-2-2 CP 12A-2-3 CP 12A-3-3 CP 12A-3-3-1 CP 12A-3-3-3 EP 12A-3-3 CP 12A-3-3-3 EP 12A-3-3-3	N Pasicin Switch Low  A Baserly Vive Per Pep Line To Screen  N Anguel Feo Meter  N Flow Indicate Transmitter  N Flow Indicate Transmitter  N Flow Indicate Transmitter  N Baserly Vive PTT-0001  N Baserly Vive Nethorized Acutor  E. Mostrace Vive Besteric Acutor  E. Mostrace Vive Besteric Acutor  N Pasicin Switch Low  P Pasicin Switch Low  P Pipe Line To Screen	ZSL-10283 BPW-N-D420-10284 DN1000-RSW-ZP4-10214 FE-10201 FIT-10201 PIT-10201 BWW-D450-10215 BPV-D-1020-10215 ZSL-10201 ZSL-10201 DN1000-RSW-ZP1-10201								1	1	1	1		1	1 1 1 1 1 1							
EQ 1.2A-4 P EQ 1.2A-5 P	PP Pipe Line To Screen PP Pipe Line To Screen	DN1000-RSW-2P4-10201 DN1100-RSW-2P1-10202	Н		ŧ	H		H	E		ŧ					ŧ		$\pm$			ŧ	井	1
CP 12A-51 V CP 12A-52 V CP 12A-52 V CP 12A-53 V CP 12A-54 V CP 12A-56 V CP 12A-59 V CP 12A-59 V CP 12A-59 V	VA         Note Note           VA         Notes Note           VA         Notes Note           VA         Notes Notes	NAVAL-DN 150-10208 TRIVAL-DN 150-10208 NAVAL-DN 150-10209 TRIVAL-DN 150-10209 TRIVAL-DN 150-10210 TRIVAL-DN 150-10210 TRIVAL-DN 150-10211 TRIVAL-DN 150-10211 TRIVAL-DN 150-10211 TRIVAL-DN 150-10212 TRIVAL-DN 150-10212 TRIVAL-DN 150-10212 TRIVAL-DN 150-10212																					
CP 12A-5-12 V CP 12A-5-13 V	VA Trifunctional Valve VA Knife Valve	TRVM-DN150-10213 KNVM-DN150-10214	H		╛			H	Ⅎ										1		╧	#	1
CP 12A-514 V CP 12A-515 V CP 12A-515 II CP 12A-515 II CP 12A-5152 II CP 12A-6-16 V EQ 1.2A-6 CP 12A-6-1 II CP 12A-6-2 II	VA Annie varev VA Entre varev Varev VA Entre Volve (VAVEF)  Russian Statuth High Protein Statuth High VA Entre Varev VA Entre	NVM-DN 103-1024 TRWM-DN 1950-1024 BFWM-DN 203-10291 ZSL-10281 BFWM-DN 203-10292 DN 1000-RSW-2P4-10215 FE-10202 PTI-10202 DR 1000-RSW-2P4-10215 BWM-DN 505-10216											1	1 1 1	1 1	1 1 1 1 1 1							
CP 12A-6-3 III CP 12A-6-3-1 E	IN Buterfly Valve / Motorized Actuator EL Motorized Valve Electric Actuator	BFVO-DN 1000-10202 22-BFVO-10202-MT	Н					H		1	1	1	1								$\perp$	Ħ	1
CP 12A-6-3-3 II EQ 1.2A-7 P	N Position Switch High N Position Switch Low P Pipe Line To Screen P Pipe Line To Screen	ZSH-10202 ZSL-10202 DN1000-RSW-2P1-10202 DN1000-RSW-2P4-10202																					1

Figura 4.34 Listado de planos pintados

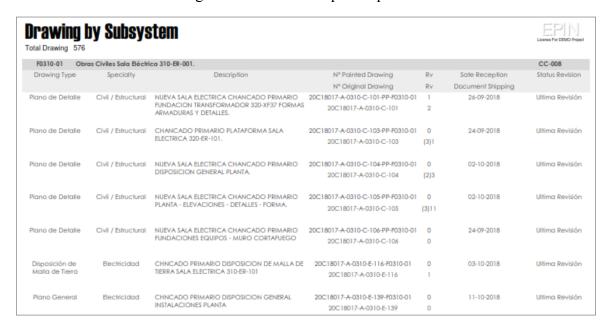


Figura 4.35 Plano pintado

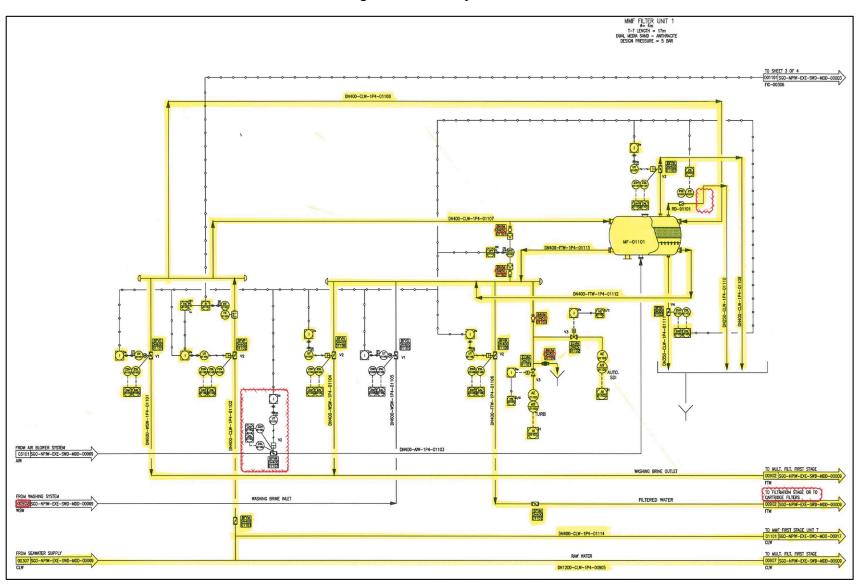
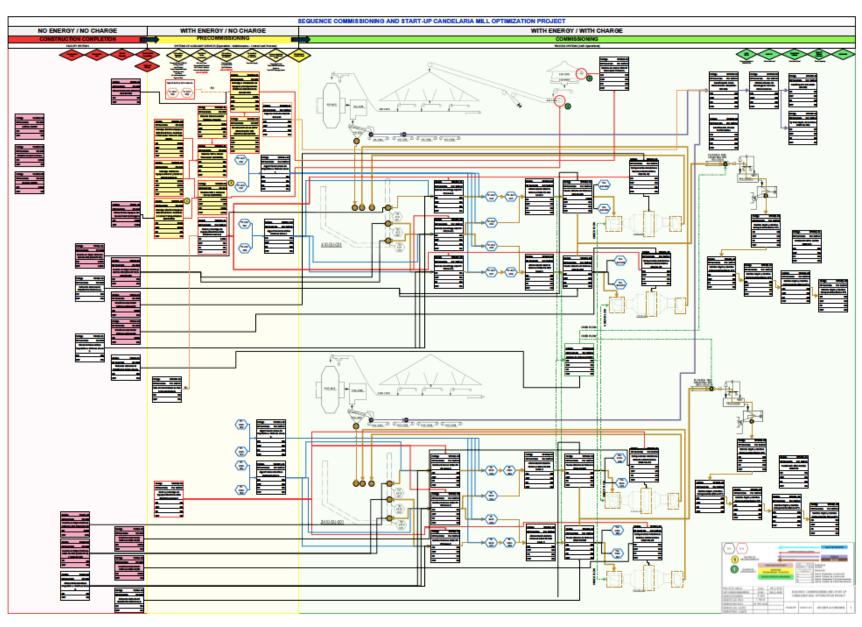


Figura 4.36 Ejemplo de secuencia PEM por sistemas y subsistemas



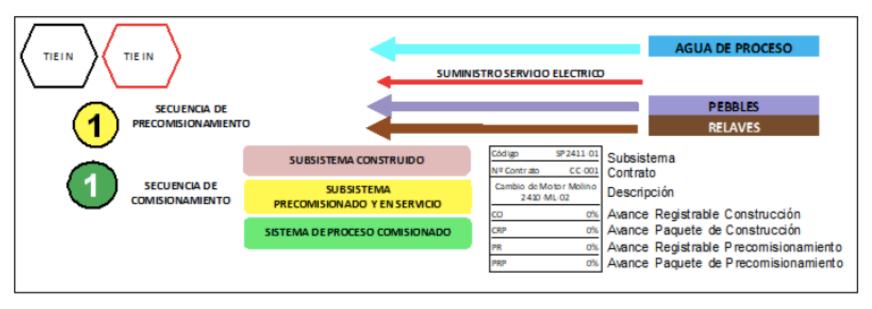
Secuencia PEM 1 http://www.stalinkarl.cl/media/secuenciacf2\_5be9ba35b88c2.pdf

Secuencia PEM 2 http://www.stalinkarl.cl/media/secuencia.pdf

Secuencia PEM 3 http://www.stalinkarl.cl/media/secuenciatsf\_5be9ba4395760.pdf

Secuencia PEM 4 http://www.stalinkarl.cl/media/scpmcmop.pdf

Figura 4.37 Ejemplo de nomenclatura secuencia PEM



# 15.1.9 Paquetes de Transferencia y Entrega

Los *paquetes de transferencia y entrega* definen un conjunto de documentos e información de consulta y *garantía* que forma la base para la aceptación de la *transferencia de custodia* de sistemas y subsistemas por parte de las diferentes organizaciones dentro de las etapas de la fase de ejecución del proyecto. Ver figura 4.38.

PAQUETES DE TRANSFERENCIA Y ENTREGA DEL PROYECTO Etapa Organización Organización Etapa **PROTOCOLOS** Construcción y Termino de Construcción Montaje Ejecución (Contratista) (Agente) Termino de Precomisionamiento Construcción (Agente) (Agente) Comisionamiento de Precomisionamiento (Agente) (Agente) Fase TRANSFERENCIA DE CUSTODIA Comisionamiento Puesta en (Agente) Marcha (Cliente) **ENTREGA DEL PROYECTO** 

Figura 4.38 Paquetes de Transferencia y Entrega

Tenemos los siguientes tipos de paquetes:

- Paquete de Construcción CRP (Construction Ralease Package)
- Paquete de Precomisionamiento PRP (Precommissioning Release Package)
- Paquete TOP (Turnover Package)

A la fecha todavía no existe una normativa seria que haya normado este procedimiento, quedando sujeto solo a procedimientos corporativos de compañías mandantes y compañías agentes, motivo por el cual existe una diversidad de formas, así como diferentes contenidos. Veremos y analizaremos a modo de ejemplo un procedimiento típico de una compañía agente con amplia experiencia mundial en ingeniería y construcción de proyectos mineros desarrollados bajo la modalidad contractual EPCM.

#### 15.1.9.1 Paquete de Construcción CRP

El *paquete de construcción CRP* tiene un alcance a nivel de subsistema y es preparado por cada contratista de construcción, de acuerdo a su alcance contractual y de acuerdo a los subsistemas asignados a su contrato. Se realizará un paquete de construcción por subsistema y se deberán completar con las secciones que apliquen. Aquellas que no correspondan o que no contengan información se identificaran con un "*no aplica*".

La transferencia de termino de construcción a precomisionamiento se realizará por subsistema.

La estructura general del CRP se presenta ordenado en 10 secciones mínimas, dispuestas en un solo archivo o carpeta organizados de la siguiente forma:

- Aviso término construcción (construction completion).
- Certificado de aceptación parcial sistema o subsistema.
- Descripción del subsistema.
- Índice general.
- Sección 1 Planos de definición del subsistema.
- Sección 2 Punch list. (Puntos categoría 1 y 2 Cerrados)
- Subsección 2.1 Listado de excepciones.
- Subsección 2.2 Listado histórico de punch list del subsistema.
- Sección 3 Transferencia de custodia.
- Sección 4 Documentación de calidad.
- Subsección 4.1 Reporte de cierre NCR asociadas al subsistema.
- Subsección 4.2 Reportes de cierre auditorias de calidad.
- Subsección 4.3 Reportes de control de calidad por especialidad.
- Subsección 4.4 otra documentación de calidad por especialidad.
- Sección 5 Bloqueos temporales.
- Sección 6 Planos red line y yellow line.
- Subsección 6.1 P&Id.
- Subsección 6.2 Diagramas esquemáticos.
- Subsección 6.3 Diagrama unilineales.
- Subsección 6.4 Diagrama chequeo de lazos.
- Subsección 6.5 Instalaciones subterráneas.
- Subsección 6.6 Mallas de tierra.
- Subsección 6.7 Planos de construcción y montaje.
- Sección 7 Ingeniería.
- Subsección 7.1 Listado de planos asociados al subsistema.
- Subsección 7.2 Reporte de notas de cambio.
- Sección 8 Construcción y Montaje.
- Subsección 8.1 Protocolos y registros especialidad civil.
- Subsección 8.2 Protocolos y registros especialidad electricidad.
- Subsección 8.3 Protocolos y registros especialidad mecánica.
- Subsección 8.4 Protocolos y registros especialidad cañerías.
- Subsección 8.5 Protocolos y registros especialidad instrumentación.
- Subsección 8.6 Protocolos y registros especialidad control.
- Sección 9 Certificación vendors.
- Sección 10 Listado de Manuales de equipos.

Esta documentación es la mínima requerida para garantizar el estado de término de un subsistema especifico, sin embargo, puede ser aumentada dependiendo de los requerimientos del cliente, la necesidad del proyecto u/o por necesidades de operación.

Los requerimientos documentales del CRP deben quedar perfectamente estipulados en el contrato del contratista de construcción, en caso contrario este será un punto de conflicto (claims) generando un impacto en los costos del contratista.

El paquete de entrega CRP parte desde el inicio de la construcción y se va completando junto al avance de la construcción. El estatus de completación debe ser permanentemente auditado por el agente para efectos de control.

# 15.1.9.2 Paquete de Precomisionamiento PRP (Precommissioning Release Package)

El *paquete de precomisionamiento PRP* tiene un alcance a nivel de subsistema y es preparado por el equipo de precomisionamiento del agente, en conjunto con el equipo de apoyo a precomisionamiento por parte del contratista de construcción.

La transferencia de precomisionamiento a comisionamiento se realizará a nivel de sistema es decir se deberán completar los paquetes PRP de todos los subsistemas asociados al sistema que se desea transferir a comisionamiento. Esto debido a que las actividades de comisionamiento se realizan a nivel de sistemas.

La estructura general del PRP se presenta ordenado en 10 secciones mínimas, dispuestas en un solo archivo o carpeta organizados de la siguiente forma:

- Aviso de energización (notice of energization).
- Aviso termino de mecánico (mechanical completion).
- Descripción del subsistema.
- Índice general.
- Sección 1 Planos de definición del subsistema.
- Sección 2 Punch list. (Puntos Categoría 3 Cerrados)
- Subsección 2.1 Listado de excepciones.
- Subsección 2.2 Listado histórico de punch list del subsistema.
- Sección 3 Transferencia de custodia.
- Sección 5 Bloqueos temporales.
- Sección 6 Planos red line y yellow line.
- Subsección 6.1 P&Id.
- Subsección 6.2 Diagramas esquemáticos.
- Subsección 6.3 Diagrama unilineales.
- Subsección 6.4 Diagrama chequeo de lazos.
- Subsección 6.5 Instalaciones subterráneas.
- Subsección 6.6 Mallas de tierra.
- Subsección 6.7 Planos de construcción y montaje.
- Sección 7 Ingeniería.
- Subsección 7.1 Listado de planos asociados al subsistema.
- Subsección 7.2 Reporte de notas de cambio.

- Sección 8 Precomisionamiento
- Subsección 8.1 Protocolos y registros especialidad electricidad.
- Subsección 8.2 Protocolos y registros especialidad mecánica.
- Subsección 8.3 Protocolos y registros especialidad cañerías.
- Subsección 8.4 Protocolos y registros especialidad instrumentación.
- Subsección 8.5 Protocolos y registros especialidad control.
- Subsección 8.6 Protocolos pruebas en vacío.
- Subsección 8.7 Protocolos pruebas con carga simulada o preoperacionales.
- Sección 9 Certificación vendors.
- Sección 10 Listado de manuales de equipos.

Los requerimientos documentales del PRP deben quedar perfectamente estipulados en el contrato del contratista de construcción, en caso contrario este será un punto de conflicto (claims) generando un impacto en los costos del contratista. Este tema estará supeditado al alcance contractual del contratista.

El paquete de entrega PRP parte desde el termino de la construcción y se va completando junto al avance de la etapa de precomisionamiento. El estatus de completación debe ser permanentemente auditado por el agente para efectos de control.

# 15.1.9.3 Paquete de Comisionamiento TOP (System Package)

El *paquete de comisionamiento TOP* tiene un alcance a nivel de sistema y es preparado por el equipo de comisionamiento del agente, en conjunto con el apoyo del equipo de precomisionamiento del agente.

El paquete de comisionamiento TOP esta conformado por la sumatoria de los paquetes CRP y la sumatoria de paquetes PRP por sistema, mas el reporte de prueba de comisionamiento del sistema. Ver figura 4.39.

La entrega del paquete de comisionamiento TOP al área de Puesta en Marcha se realiza a nivel de áreas (Conjunto de Sistemas), es decir corresponde a un conjunto de paquetes de sistemas. Por lo tanto, este será transferido una vez que se hayan concluido todas las actividades y pruebas de varios sistemas completos que formen un suprasistema (por área). En cada paquete de comisionamiento Top se incluirá el reporte de prueba de comisionamiento (report commissionning test) y se agruparán por área, para ser entregados al equipo de puesta en marcha PEM del Cliente (Handover).

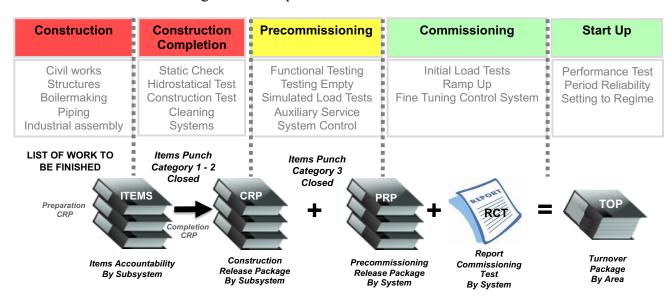


Figura 4.39 Paquetes de comisionamiento TOP

#### 15.1.10 Punch List

El listado de detalles o más conocido como *punch list*, es una de las actividades de mayor importancia dentro del proceso de *cierre del proyecto* y se encuentra presente desde la etapa de término de construcción hasta el cierre contractual del proyecto, convirtiéndose en el *centro motor* del proceso.

El listado de detalles reúne todas las *actividades pendientes* por realizar en la construcción o montaje, funcionamiento, operación o desempeño de las instalaciones u/o equipos, para definir el *estatus de término* de este, es por este motivo que se generaran actividades pendientes en el término de construcción, precomisionamiento, comisionamiento y en la entrega y cierre contractual del proyecto.

#### 15.1.10.1 Actividades Pendientes

Se entenderán por actividades pendientes aquellas que representen uno de los siguientes conceptos:

- Detalle del Proceso Constructivo
- Detalle del Proceso de Montaje
- Falta de un Componente Menor de un Equipo u/o Instalación
- Detalle de Instalación
- Detalle del Equipo u/o Instalación
- Detalle Estético
- Detalle de Fabricación del Equipo
- Detalle de Funcionamiento de equipos e instalaciones
- Detalle de operación de equipos e instalaciones del Proceso Industrial
- Detalle de mantención de equipos e instalaciones
- Detalle de ingeniería del Proyecto

# 15.1.10.2 Estatus de Término

Se entenderá por término de un equipo, componente, instalación u/o actividad cuando haya cumplido con todas las exigencias de construcción, montaje, funcionamiento, operación y se hayan completado todos los pendientes detectados e incluidos en la lista de detalles. La responsabilidad sobre los pendientes de la lista de detalles se distribuirá sobre diferentes *grupos responsables* dependiendo del alcance de las diferentes organizaciones participantes del proyecto respecto a las etapas de proyecto asignadas.

#### 15.1.10.3 Etapa de Proyecto

Para poder identificar un pendiente de la lista de detalles es necesario entre otras definiciones, indicar la *etapa de proyecto* que involucra la actividad, esta etapa de proyecto está relacionada con la etapa en que es detectada. Es importante aclarar que la etapa de detección de una actividad no es excluyente, es decir podríamos detectar en la etapa de precomisionamiento actividades pendientes de la etapa de termino de construcción. También podríamos cambiar la etapa de la actividad una vez analizado el alcance contractual del grupo responsable.

En definitiva, la etapa de proyecto es concluyente en identificar claramente los grupos responsables de las actividades pendientes.

Las etapas de proyecto asociadas a grupos responsables son las siguientes:

- Construcción y Montaje
- Termino de Construcción
- Precomisionamiento
- Comisionamiento

# 15.1.10.4 Lista de Detalles en Sistemas Facility

Los *sistemas facility "no"* requieren de precomisionamiento y comisionamiento para su completación, por lo tanto, la lista de detalles de este tipo de sistemas abarca solo hasta el *término de construcción*. Ver figura 4.40.

Fase de Ejecución Construcción y Término de Entrega Trabajos Montaje Construcción Sistema **Obras Civiles** Chequeo Estático Est. y Calderería Chequeo Dinámico **C**añerías Che. Sist. Control Mont. Industrial Limpieza Sistemas SIN ENERGIA SIN CARGA TRANSFERENCIA SISTEMAS **ENTREGA SISTEMAS ESTATUS DE COMPLETACION DE LA LISTA DE DETALLES** 

Figura 4.40 Punch list al término de construcción

# 15.1.10.5 Lista de Detalles en Sistemas de Servicios Auxiliares y de Proceso

Los *sistemas de servicios auxiliares y de proceso "si"* requieren de las etapas de precomisionamiento y comisionamiento para su completación, por lo tanto, la lista de detalles de este tipo de sistema abarca hasta la entrega del proyecto a *operaciones del cliente*. Ver figura 4.41.

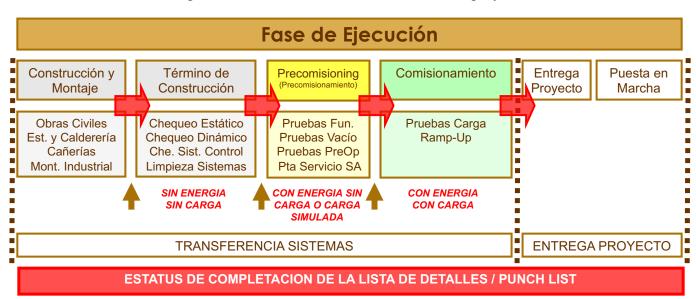


Figura 4.41 Punch list al comisionamiento del proyecto

# 15.1.10.6 Inicio y Termino de la Lista de Detalles

El listado de detalles nace o se genera en la etapa de término de construcción del proyecto, luego atraviesa la etapa de precomisionamiento, para seguir durante la etapa de comisionamiento, y finalmente terminar o cerrar este proceso en la etapa de entrega y cierre contractual del proyecto. Para definir los pendientes, el proyecto establecerá caminatas (Walk Down) durante las diferentes etapas del proyecto, previas a las transferencias y entrega de sistemas, subsistemas, equipos o componentes. El proyecto debe planificar y determinar el número de caminatas a realizar y mantener un programa de ellas.

#### 15.1.10.7 Caminatas (Walk Down)

Las caminatas son responsabilidad de la empresa agente o del cliente (depende del contrato principal), el cual debe planificarlas y programarlas en perfecta concordancia con el programa de construcción, precomisionamiento y comisionamiento del proyecto. El número de caminatas quedara establecido dependiendo del alcance del *primer contrato* y de la estrategia adoptada para la transferencia y entrega del proyecto. Por lo general se establecen las siguientes caminatas: (Ver figura 4.42)

- Caminata Termino de Construcción Contratista (Construction Verification)
- Caminata Termino de Construcción Agente (Notice Of Energization)
- Caminata Termino Mecánico (Mechanical Completion)
- Caminata Entrega al Cliente (Handover)

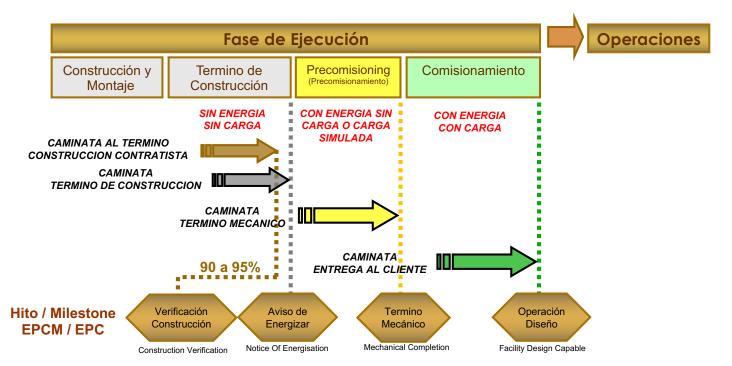


Figura 4.42 Caminatas del proyecto

# 15.1.10.7.1 Caminata Termino Construcción Contratista

Esta caminata se establece para cuando se produce el término de la construcción y montaje de sistemas, subsistemas, equipos o componentes por parte del contratista de construcción de acuerdo a su alcance contractual que no siempre es equivalente a un subsistema completo, sino que también puede ser parcial, o puede que exista mas de un contratista de construcción involucrado.

Aviso de Caminata: El grupo de construcción de la empresa contratista deberá avisar formalmente al grupo de construcción de la empresa agente del *termino de construcción* (Construction Completion) por cada uno de los subsistemas asignados a su contrato. Una vez recibido el formulario contractual de aviso de término de construcción, el grupo de construcción de la empresa agente procederá a programar la caminata asignada a ese subsistema, y enviará un aviso de caminata formal con una antelación de varios días de manera que el contratista prepare todos los antecedentes necesarios para la caminata. En caso de que el grupo de construcción del contratista no envié el aviso de término de construcción dentro de las fechas comprometidas por programa para el término de construcción, el grupo de construcción de la empresa agente programara la caminata dependiendo de las fechas comprometidas y del avance real de terreno.

Alcance de la Caminata: El alcance de la caminata por lo general está supeditado al alcance de un subsistema del proyecto, el cual está claramente descrito, definido, codificado, marcado en planos y diagramas y emitidos los listados de equipos y componentes de su límite de batería debidamente identificados con su código y TAG. El alcance de esta caminata desde el punto de vista de la etapa de proyecto está supeditado al alcance contractual del contratista.

<u>Participantes de la caminata</u>: Los participantes de la caminata quedan establecidos según los diferentes grupos o representantes de las diferentes organizaciones participantes del proyecto. Para esta caminata se establecen los siguientes grupos:

- Grupo de construcción del contratista.
- Grupo de construcción del agente.
- Grupo de ingeniería del agente.
- Vendors asociados al sistema o subsistema.

Documentación para la caminata: Los diferentes grupos participantes de la caminata deberán conformar un dossier de documentación para cada una de las caminatas con la máxima información necesaria y posible de manera de poder realizar una transferencia sólida y fluida, además de poder identificar adecuadamente los pendientes que se vayan descubriendo. La información mínima necesaria es la siguiente:

- Planos y diagramas legibles última revisión marcados con los subsistemas a caminar.
- Listado de equipos y componentes última revisión del límite de batería (Código y TAG).
- Hojas de Datos de equipos e instalaciones involucradas en el subsistema.
- Planos línea roja y amarilla realizados sobre el subsistema a caminar.
- Documentos de cambio asociados al subsistema.
- Paquete de entrega CRP por parte del contratista.

El grupo de construcción del contratista deberá preparar el *paquete de entrega CRP*, de acuerdo a los contenidos, indexado y con el formato establecido contractualmente por el proyecto, para la transferencia de información y documentación. Este paquete de entrega deberá estar completo (*según su alcance contractual*) para la fecha de la caminata el cual será transferido conforme al grupo de construcción del agente, aceptando este la custodia y responsabilidad de los equipos y componentes de su alcance. En esta caminata se deben colocar las *tarjetas de custodia* del grupo de construcción del agente sobre los equipos, componentes e instalaciones.

<u>Lista de Trabajos Por Terminar</u>: Este es un documento generado durante la *caminata de termino de construcción del contratista*, que lista el trabajo que todavía está siendo ejecutado para completar el alcance del trabajo definido por el subsistema.

La lista de trabajo por terminar es distinta al listado de punch list, si bien es cierto que ambas contienen trabajos pendientes, la lista de trabajos por terminar contiene trabajos en ejecución o incompletos menores al 90% de avance, mientras que el listado punch list contiene detalles de construcción y trabajos incompletos mayores al 90% de avance de la actividad.

La lista de trabajos por terminar contendrá todo el trabajo, incluido los cambios al alcance del contrato, que se requieran para completar el subsistema. Todos los trabajos pendientes contenidos en esta lista, deberán estar terminados antes de realizar la caminata de término de construcción del agente, cualquier ítem de la lista de trabajos por terminar que no haya sido completado antes de esta caminata, se convertirá en un ítem de punch list.

#### 15.1.10.7.2 Caminata Término de Construcción Empresa Agente

Esta caminata se establece previamente a la energización local de equipos, componentes e instalaciones, para pruebas desacopladas. Es en esta caminata donde se produce la transferencia de subsistemas por parte del *equipo de construcción* al *equipo de precomisionamiento*, ambos de la empresa agente.

Aviso de Caminata: El equipo de construcción del agente deberá comunicar formalmente al equipo de precomisionamiento del agente, del termino de construcción mediante el formulario contractual *aviso de energización* (Notice Of Energization) por cada uno de los sistemas y subsistemas del proyecto. Una vez recibido el aviso de energización, el equipo de precomisionamiento procederá a programar la caminata asignada a ese subsistema, y le enviará un aviso de caminata formal con una antelación de varios días de manera que el equipo de construcción complemente y complete el paquete de entrega (CRP).

<u>Formalización del Termino de Construcción</u>: Una vez realizada la caminata y aprobado el *paquete de entrega CRP* por subsistema, se deberá emitir la carta contractual oficial de *termino de construcción* definida en el *primer contrato*. Se debe comunicar y enviar formalmente una copia de esta carta debidamente firmada a la empresa contratista responsable del subsistema, para que este la incluya dentro del dossier de documentación necesaria para el cierre legal de su contrato.

Alcance de la Caminata: El alcance de la caminata estará supeditado al alcance de un subsistema del proyecto, el cual está claramente descrito, definido, codificado, marcado en planos y diagramas y emitidos los listados de equipos y componentes de su límite de batería debidamente identificados con su código y TAG.

<u>Participantes de la caminata</u>: Los participantes de la caminata quedan establecidos según los diferentes grupos o representantes de las diferentes organizaciones participantes del Proyecto. Para esta caminata se establecen los siguientes grupos:

- Grupo de ingeniería del agente.
- Grupo de construcción del agente.
- Grupo de precomisionamiento del agente.
- Vendors asociados al subsistema.
- Grupo de comisionamiento (Cliente o Agente).

<u>Documentación para la caminata</u>: El grupo de construcción del agente deberá complementar y completar los contenidos (bajo su responsabilidad) del paquete de entrega CRP de acuerdo al formato establecido por el proyecto. Este paquete de entrega CRP deberá estar completo para la fecha de la caminata el cual será transferido conforme al equipo de precomisionamiento del agente, aceptando este la custodia y responsabilidad de los equipos y componentes.

En esta caminata se debe realizar el cambio de *tarjetas de custodia* sobre los equipos, componentes e instalaciones. Los cambios de tarjetas se deben protocolizar en el documento correspondiente.

#### 15.1.10.7.3 Caminata Termino Mecánico Empresa Agente

Esta caminata se establece previamente a la realización de las pruebas con carga (materia prima) de sistemas e instalaciones. Es en esta caminata donde se produce la transferencia de sistemas y subsistemas por parte del *equipo de precomisionamiento* al *equipo de comisionamiento*. Dependiendo del tipo de contrato principal puede que ambos sean de la empresa agente o que el grupo de comisionamiento pertenezca al Cliente.

Aviso de Caminata: El grupo de precomisionamiento del agente debe avisar formalmente al grupo de comisionamiento del agente termino mecánico (Mechanical Completion) por cada uno de los sistemas del proyecto. Una vez recibido el formulario contractual de termino mecánico, el equipo de comisionamiento procederá a programar la caminata asignada a ese sistema, enviará un aviso de caminata formal con una antelación de varios días de manera que el grupo de precomisionamiento del agente complemente y complete los paquetes de entrega PRP.

<u>Formalización del Termino Mecánico</u>: Una vez realizada la caminata y aprobado el *paquete de precomisionamiento PRP* por sistema, se deberá emitir la carta oficial de *termino mecánico* definida en el *primer contrato*. Esta carta debidamente firmada está incluida dentro de los documentos requeridos para el cierre legal del contrato principal del agente.

Alcance de la Caminata: El alcance de la caminata estará supeditado al alcance del sistema a probar, el cual estará claramente descrito, definido, codificado, marcado en planos y diagramas y emitidos los listados de equipos y componentes de su límite de batería debidamente identificados con código y TAG.

<u>Participantes de la caminata</u>: Los participantes de la caminata quedan establecidos según los diferentes grupos o representantes de las diferentes organizaciones participantes del proyecto. Para esta caminata se establecen los siguientes grupos:

- Grupo de ingeniería del agente.
- Grupo de precomisionamiento del agente.
- Grupo de comisionamiento (Cliente o Agente).
- Grupo de operaciones del Cliente.
- · Vendors asociados al sistema.

<u>Documentación para la caminata</u>: El grupo de precomisionamiento del agente deberá complementar y completar los contenidos (bajo su responsabilidad) del *paquete de precomisionamiento PRP* de acuerdo al formato establecido por el proyecto. Este paquete de

entrega deberá estar completo para la fecha de la caminata, el cual será transferido conforme al grupo de comisionamiento del agente, aceptando este la custodia y responsabilidad de los equipos y componentes. En esta caminata se debe realizar el cambio de *tarjetas de custodia* sobre los equipos, componentes e instalaciones. Los cambios de tarjetas se deben protocolizar en el documento

correspondiente.

15.1.10.7.4 Caminata Entrega al Cliente (Handover)

Esta caminata se realiza una vez alcanzados con éxito los objetivos y requerimientos de las pruebas con carga y el ramp-up

proyectado, para transferir las instalaciones al equipo de puesta en marcha de operaciones del Cliente.

Aviso de Caminata: El grupo de comisionamiento (Cliente o Agente) debe avisar formalmente al equipo de puesta en marcha de

operaciones del cliente el término del comisionamiento por área. Una vez recibido el aviso, el equipo de PEM de operaciones del

cliente procederá a programar la caminata de los sistemas de proceso y le enviará un aviso de caminata formal con una antelación de

varios días de manera que el grupo de comisionamiento complemente y complete los *paquetes TOP*.

Alcance de la Caminata: El alcance de la caminata estará supeditado al alcance de los diferentes áreas de proceso.

Participantes de la caminata: Los participantes de la caminata quedan establecidos según los diferentes grupos o representantes de las

diferentes organizaciones participantes del proyecto. Para esta caminata se establecen los siguientes grupos:

• Grupo de Ingeniería del Agente.

• Grupo de Comisionamiento (Cliente o Agente).

• Grupo de Operaciones del Cliente.

• Vendors Asociados a los Sistemas.

Documentación para la caminata: El grupo de comisionamiento (Cliente o Agente) deberá complementar y completar los contenidos

del paquete TOP de acuerdo al formato establecido por el proyecto. Este paquete de entrega deberá estar completo para la fecha de

la caminata, el cual será transferido conforme al grupo PEM de operaciones del Cliente, aceptando este la custodia y responsabilidad

del area de proyecto.

15.1.10.8 Identificación de un Pendiente

En cada una de las diferentes caminatas se establecen puntos o ítems pendientes, estos se deben identificar claramente para ser

ingresados a la lista de destalles y poder realizar un seguimiento sobre su desarrollo y completación hasta el término y cierre

contractual de la organización o grupo responsable. Para poder definir e identificar un pendiente deberemos tener la siguiente

información:

Ítem:

Número de identificación de la actividad.

• Subsistema: Alcance sobre el cual está involucrada la actividad.

• Contrato del Subsistema:

Contrato que está asignado al subsistema.

75

• Equipo: Equipo sobre el cual está ubicada la actividad.

• Contrato del Equipo: Contrato que está asignado al equipo.

• Componente: Componente sobre el cual está ubicada la actividad.

• Contrato del componente: Contrato que está asignado al componente.

• Descripción (Detalle): Descripción precisa de la actividad.

• Etapa de Proyecto: Etapa de proyecto en que se detecta la actividad.

• Especialidad: Especialidad asociada a la actividad.

Categoría: Categoría asignada a la actividad.

• Grupo Responsable: Grupo responsable por la actividad.

• Estatus: Estatus de la actividad.

Fecha Activación: Fecha en que se detecta y se define la actividad.
Fecha Cierre: Fecha en que la actividad pasa a estatus cerrado.

• Fecha Verificación: Fecha constatación del estatus cerrado de la actividad.

Responsable Contratista: Responsable del grupo por la actividad.
 Responsable del grupo por la actividad.
 Responsable del grupo por la actividad.
 Responsable del grupo por la actividad.

Registro Fotográfico: Pendiente Activo.
 Registro Fotográfico: Pendiente Cerrado.

#### 15.1.10.9 Identificación Física de una Actividad Pendiente

Aparte de definir las actividades pendientes lo cual le da una identificación de carácter contractual y administrativo, debemos identificar práctica y físicamente la actividad en terreno para que los responsables de ejecutar el trabajo puedan reconocer e informarse respecto del alcance y su responsable. Esta *marca* física en terreno se realizará mediante la colocación de una tarjeta de color (generalmente celeste) sobre el equipo o componente, instalación etc., la cual debe contener los siguientes datos como mínimo:

- Ítem
- Descripción de la actividad
- Categoría del ítem
- Empresa responsable
- Fecha cierre comprometida
- Responsable contratista
- Responsable Agente
- Responsable cliente

El formato, tipo, material, color etc. de la tarjeta depende de lo que determine la administración del proyecto.

Colocación de la tarjeta: El responsable de la colocación de la tarjeta de lista de detalles o punch list, es el grupo de administración del *punch list* del agente y se realizara durante la caminata en aquellas actividades claramente identificadas en terreno y aceptadas por todos los grupos participantes de la caminata. En aquellas actividades no identificadas o no aceptadas por parte de algún grupo

participante de la caminata, la tarjeta se colocará posteriormente mientras se aclaren los temas en disputa respecto al alcance y responsabilidades contractuales sobre la actividad pendiente.

Retiro de la tarjeta: El responsable de retirar la tarjeta es el grupo de administración del *punch list* de la empresa agente y la debe retirar una vez alcanzado el estatus de *verificado* del ítem pendiente.

#### 15.1.10.10 Categoría de Actividades

Las actividades de la lista de detalles se deben clasificar por categorías. Estas categorías son establecidas contractualmente o en su defecto son incluidas en el procedimiento de handover del proyecto. Por lo general son definidas de la siguiente forma:

Categoría 1: (Operacional) Define las actividades a completar antes de probar u operar sistemas, subsistemas, equipos o componentes. Estas actividades tienen relación con aspectos de la correcta operación de las instalaciones.

Categoría 2: (Seguridad) Define las actividades a completar antes de probar u operar sistemas, subsistemas, equipos o componentes. Estas actividades tienen relación con la operación segura de las instalaciones desde el punto de vista de la seguridad y el medio ambiente.

Categoría 3: (Menores) Define las actividades que no afectan la correcta y segura operación del sistema, subsistema, equipos o componentes.

Categoría 4: (Deseos/Wishes) Define las actividades no contempladas en el alcance del proyecto y aquellas que se han originado producto de cambios solicitados por el cliente / propietario, o por medio de sus representantes ya sea de personal de operaciones, mantenimiento o vendors de equipos específicos.

La asignación de las categorías de las diferentes actividades se realizará de manera conjunta entre el contratista, agente y el cliente, esto con el objeto de verificar el responsable de la actividad por medio del alcance contractual de cada uno.

Se hace una especial separación entre las actividades de categoría (1) operacional con las actividades de la categoría (2) de seguridad y medio ambiente, ya que esta última en más de alguna oportunidad puede ser simulada o remediada con dispositivos portátiles u/o específicos, mientras que las actividades operacionales necesariamente deben ser superadas para poder operar el sistema, subsistema, equipo u/o componente.

#### 15.1.10.11 Estatus de Actividades

Las actividades del listado de detalles se mantendrán de acuerdo a un estatus que nos indicara el estado o condición de la actividad. Este estatus nos permite administrar y tomar decisiones y establecer el estado de término definitivo de las actividades desde el punto de vista legal y contractual. Los estatus de la lista de detalles son los siguientes:

Estatus Activo: Se entenderá que una actividad del listado de detalles esta en estatus activo, cuando aún no se iniciado, está en proceso o no se ha terminado conforme según los requerimientos establecidos contractualmente mediante alcance, planos, especificaciones, normas o por la buena práctica de la ingeniería y construcción.

Estatus Cerrado: Se entenderá que una actividad del listado de detalles esta en estatus cerrado, cuando esta se ha terminado conforme (Se aplicaron HH de trabajo) según los requerimientos establecidos contractualmente mediante alcance, planos, especificaciones, normas y por la buena práctica de la ingeniería y construcción. Este estatus se debiera dar en conjunto con el estatus *verificado* existiendo un plazo no mayor a 48 horas entre el cierre por parte del contratista y la verificación del agente.

Estatus Eliminado: Se entenderá que una actividad del listado de detalles esta en estatus eliminado cuando esta fuera del alcance de algún grupo responsable o se ha producido una mala evaluación de la actividad y realmente está en estatus cerrado. Solo el emisor responsable que incluyo la actividad en el listado de detalles oficial podrá establecer este estatus, dejando su identificación o código y la fecha de su determinación claramente establecida en el listado de detalles.

Estatus Verificado: Se entenderá que una actividad del listado de detalles esta en estatus verificado, cuando el emisor responsable ha verificado personalmente el estatus *cerrado*, conforme según los requerimientos establecidos contractualmente mediante alcance, planos, especificaciones, normas y por la buena práctica de la ingeniería y construcción. El emisor responsable que incluyo la actividad en el listado de detalles podrá establecer este estatus, dejando su identificación o código y la fecha de la verificación.

La experiencia ha demostrado que el manejo conceptual de los estatus de los ítems de punch list debe estar claramente comprendidos por los involucrados ya que al presentar las estadísticas respectivas por lo general estas son mal interpretadas. A modo de sugerencia se recomienda manejar el siguiente criterio:

La sumatoria del total de ítems por estatus debe ser igual al total de ítems del proyecto:

#### Total Activos + Total Cerrados + Total Verificados + Total Eliminados = Total de Ítems

El total de ítems cerrados es equivalente al total de ítems por verificar por parte del agente. Debemos recordar que un ítem solo puede mantener un estatus, por lo tanto, la cantidad de ítems en estatus cerrados, está en esa condición debido a que no ha sido verificado. Si el cierre y la verificación fuera de forma paralela la cantidad de ítems cerrados siempre seria 0. La idea es que siempre la cantidad de ítems cerrados sea baja y la de ítems verificados sea alta. Cuando se mantiene una gran cantidad de ítems cerrados se desprende que el agente está siendo deficiente en su labor de verificación.

# 15.1.10.12 Grupo de Ejecución de las Actividades

Si bien es cierto existe un grupo responsable por cada actividad pendiente del listado de detalles, es necesario que este grupo responsable mantenga una fuerza laboral destinada a materializar estas actividades. Existen grupos distintos para materializar actividades por categoría.

Los equipos de fuerza laboral destinados a materializar las actividades pendientes de categoría 1 y 2 son los siguientes:

Actividades Pendientes de Termino de Construcción: El equipo de trabajo destinado para materializar las actividades pendientes de la etapa de termino de construcción es administrado y de costo del contratista de construcción, debe estar dirigido por un profesional responsable y conformado por personal calificado y capacitado para efectuar actividades específicas en las distintas especialidades, además debe contar con recursos específicos, en cuanto a insumos, materiales, equipos y herramientas.

Actividades Pendientes de Precomisionamiento: El equipo de trabajo destinado para materializar las actividades pendientes de la etapa de precomisionamiento será personal de las empresas contratistas del proyecto, administrado por el grupo de precomisionamiento del agente. El costo del equipo de trabajo del contratista quedara supeditado al alcance contractual establecido con el agente.

El equipo de trabajo destinado para materializar las actividades pendientes de la etapa de precomisionamiento, será dirigido por un profesional responsable del agente y estará conformado por personal calificado y capacitado para efectuar actividades específicas en las distintas especialidades, además debe contar con recursos específicos, en cuanto a insumos, materiales, equipos y herramientas.

Actividades Pendientes de Comisionamiento: El equipo de trabajo destinado para materializar las actividades pendientes de la etapa de comisionamiento, será personal de las empresas contratistas, administrado por el grupo de comisionamiento (Cliente o Agente). El costo del equipo de trabajo del contratista quedara supeditado al alcance contractual establecido con el agente.

El equipo de trabajo destinado para materializar las actividades pendientes de la etapa de comisionamiento, será dirigido por un profesional responsable del agente, y estará conformado por personal calificado y capacitado para efectuar actividades específicas en las distintas especialidades, además debe contar con recursos específicos, en cuanto a insumos, materiales, equipos y herramientas.

Actividades Pendientes Categoría 4: La categoría 4 define aquellas actividades que se han originado producto de cambios solicitados por el cliente / dueño, o por medio de sus representantes ya sea de personal de operaciones, mantenimiento o vendors de equipos específicos, por la tanto su materialización se encuentra fuera del alcance del *primer contrato*, así su ejecución queda supeditada a la decisión del cliente para realizarlas con el agente mediante un anexo al *primer contrato*, o por medio de un contratista externo mediante un nuevo contrato específico (contrato de misceláneos).

#### 15.1.10.13 Administración de la Lista de Detalles

La lista de detalles es responsabilidad y debe ser administrada el grupo de precomisionamiento del agente del proyecto, el cual dentro de su organización debe definir un administrador del punch list. La administración del punch list se llevará a cabo mediante la utilización de una base de datos o un programa de gestión integrada.

La administración de la lista de detalles se iniciará en la caminata de término de construcción y finalizará en la etapa de entrega final y cierre contractual del proyecto, cuando estén cerradas todas las actividades pendientes del proyecto.

Base de Datos: La base de datos de la lista de detalles (punch list) es el centro motor de la transferencia y entrega del proyecto, ya que registra actividades que son controladas únicamente a través de la lista de detalles, el cual genera un programa de construcción de detalles, definiendo una planificación y programación por detalle u/o actividad, donde se definen plazos y responsables. Existe un encargado por sistema, subsistema, equipos y componentes y es el responsable de mantener esta base de datos por medio del administrador de BD. La base de datos debe permitir manejar la lista de detalles bajo los siguientes criterios:

- Estado general de la lista de detalles por el proyecto.
- Estado general de la lista de detalles por categoría.
- Estado general de la lista de detalles por estatus.
- Estado general de la lista de detalles por etapa de proyecto.
- Estado general de la lista de detalles por especialidad.
- Estado general de la lista de detalles por grupo responsable.
- Estado general de la lista de detalles por responsable contratista.
- Estado general de la lista de detalles por responsable agente.
- Estado general de la lista de detalles por responsable cliente.
- Estado de la lista de detalles por contrato.
- Estado de la lista de detalles por sistema.
- Estado de la lista de detalles por subsistema.
- Estado de la lista de detalles por equipo.
- Estado de la lista de detalles por componente.

Además, la BD debe permitir la libre mezcla de cualquiera de los criterios más arriba mencionados.

Programa de Completación de la Lista de Detalles: El administrador de BD de la lista de detalles debe mantener un programa de completación de actividades tipo Carta Gannt, el cual debe administrar y mantener periódicamente estableciendo avances y reprogramaciones de completación de actividades. El programa de completación de actividades de la lista de detalles debe estar en perfecta concordancia respecto del programa constructivo y de las fechas de termino de construcción, y además en concordancia con el programa de entrega de sistemas y subsistemas del proyecto, de esta manera se podrán establecer las actividades criticas del listado de detalles.

Actividades Críticas del Listado de Detalles: Las actividades criticas del listado de detalles son todas aquellas actividades que comprometen la entrega de un sistema, subsistema, equipo u/o componente. Estas deben quedar claramente identificadas en el programa de completación de actividades y deben ser monitoreadas de manera constante ya que están involucradas en la ruta crítica de la transferencia y entrega del proyecto. Por lo general estas actividades criticas son los items de categorías 1 y 2.

Coordinación de la Lista de Detalles: El administrador de la lista de detalles debe mantener reuniones periódicas de coordinación con los representantes de los diferentes grupos de construcción de las empresas contratistas del proyecto, de manera de tratar temas concernientes a la siguiente tabla:

- Programar fechas de cierre de actividades.
- Programar fechas de cierre actividades críticas.
- Verificar alcances del ámbito contractual.
- Verificar alcances de ámbito técnico.
- Analizar y coordinar acciones de seguridad y medio ambiente.
- Coordinar acciones con vendors.
- Verificar documentación especifica.

- Verificar y coordinar suministro de materiales e insumos.
- Verificar y coordinar equipos y herramientas especiales.
- Coordinar acciones con el cliente en áreas operativas.
- · Incluir nuevas actividades.
- Colocar estatus cerrado a actividades realizadas.
- Reprogramar el cierre de actividades vencidas.

Para esto debe realizar un programa personalizado semanal de reuniones con los representantes de las empresas contratista.

<u>Cierre Final del Punch List</u>: Cuando cualquiera de las organizaciones participantes del proyecto complete el *punch list* según su alcance contractual, deberá solicitar formalmente al administrador de punch list la emisión del *certificado de cierre de punch list*, el cual será incluido en el dossier de documentación de su cierre de contrato.

<u>Estadísticas</u>: El administrador de la lista de detalles debe generar informes estadísticos del proyecto respecto del progreso de la lista de detalles. Los siguientes reportes estadísticos son de valioso aporte para obtener evaluaciones de gestión de los diferentes grupos participantes de las empresas contratistas, agente y del cliente.

- Termino de actividades según programa.
- Número de actividades por contrato.
- Número de actividades por estatus y contrato.
- Número de actividades por categoría y contrato.
- Número de actividades reprogramadas.
- Número de actividades eliminadas.
- Etc.

Las evaluaciones posibles que se pueden obtener a partir de estas estadísticas son las siguientes:

- Eficiencia por proyecto.
- Eficiencia por contrato.
- Eficiencia por sistema.
- Eficiencia por subsistema.
- Eficiencia en el término de construcción.
- Eficiencia en el precomisionamiento.
- Eficiencia en el comisionamiento.
- Eficiencia en el término de actividades del listado de detalles.
- Eficiencia por grupo responsable.
- Etc.

Las evaluaciones de las empresas contratistas y del agente, son los fundamentos para establecer bonos, premios, colocación de notas de gestión, ranking de gestión y desempeño etc.

15.1.11 Transferencia de Custodia Control y Cuidado

La transferencia de custodia control y cuidado se materializa físicamente en terreno por la instalación de tarjetas de custodia

control y cuidado que identifican a la organización responsable de las actividades que se están realizando sobre un sistema u/o

subsistema de proceso. Las tarjetas de custodia se instalan sobre cada uno de los equipos, componentes e instalaciones que

componen el sistema u/o subsistema.

Para poder realizar la instalación de tarjetas de custodia en equipos, componentes e instalaciones de un sistema u/o subsistema en

terreno, este debe tener su paquete de transferencia y entrega según corresponda, en calidad de aceptado por la organización que lo

está recibiendo. La calidad de *aceptado* implica que se han recibido conforme todos los antecedentes de los equipos, componentes e

instalaciones del sistema u/o subsistema, con sus correspondientes respaldos y garantías. Además, implica que todos los ítems

(prioritarios) de punch list asociados al sistema u/o subsistema se han completado en conformidad.

La aceptación de los paquetes de transferencia y entrega tiene relación con la completación del CRP, PRP o TOP según

corresponda (termino construcción, precomisionamiento y comisionamiento).

15.1.11.1 Custodia Control y Cuidado de Construcción

Cuando un equipo, componente u/o instalación está en trabajos u/o actividades de Término de Construcción se identificará con una

tarjeta de custodia control y cuidado de un color específico (a menudo gris). La tarjeta de custodia control y cuidado indica que la

responsabilidad sobre la integridad del equipo es de responsabilidad de la organización de construcción del agente y de un contratista

específico.

Esta tarjeta contiene la siguiente información:

• N° Etiqueta: Numero de Serie de la Tarjeta

• Nombre Equipo:

• TAG del Equipo:

• Contratista:

• Especialidad:

Nombre Responsable Contratista:

• Fecha:

• Nombre Responsable (Agente):

• Departamento Responsable: Construcción Agente

Esta provista de un talón desprendible para fines de recepción y control por la persona a cargo.

Esta tarjeta de custodia control y cuidado indica que nadie podrá realizar ningún trabajo o actividad sobre el equipo, sin previa

autorización del custodio. La autoridad que implica esta tarjeta tendrá prioridad sobre las de cualquier otra y solo puede ser

removida por el responsable indicado en ella.

82

Se debe instalar una tarjeta de custodia control y cuidado por cada equipo y componente de las instalaciones en las cuales se vayan a desarrollar actividades de término de construcción. Los trabajos u/o actividades permitidas a realizar sobre un equipo con tarjeta de custodia serán única y exclusivamente las referidas a la etapa de término de construcción (trabajos sin energía y sin carga).

#### 15.1.11.2 Custodia Control y Cuidado de Precomisionamiento

Cuando un equipo está en trabajos u/o actividades de precomisionamiento se identificará con una *tarjeta de custodia control y cuidado* de color especifico (a menudo amarillo). La tarjeta de custodia indica que la integridad del equipo es de responsabilidad única de la organización de precomisionamiento del agente.

Típicamente, esta tarjeta contiene la siguiente información:

- N° Etiqueta: Numero de Serie de la Tarjeta
- Nombre Equipo:
- TAG del Equipo:
- Contratista:
- Especialidad:
- Nombre Responsable Contratista:
- Fecha:
- Nombre Responsable (Agente):
- Departamento Responsable: Precomisionamiento Agente
- Nombre Responsable Cliente:

Esta provista de un talón desprendible para fines de recepción y control por la persona a cargo.

Esta tarjeta de custodia control y cuidado indica que nadie podrá realizar ningún trabajo o actividad sobre el equipo, sin la previa autorización del custodio. La autoridad que implica esta tarjeta tendrá prioridad sobre cualquier otra y solo puede ser removida por el responsable indicado en ella.

Se debe instalar una tarjeta de custodia control y cuidado por cada equipo y componente de las instalaciones en las cuales se vayan a desarrollar actividades de precomisionamiento. Los trabajos u/o actividades permitidas a realizar sobre un equipo con tarjeta de custodia serán única y exclusivamente los referidos a la etapa de precomisionamiento (trabajos con energía sin carga).

No podrá llevarse a cabo ningún trabajo de construcción ni de termino de construcción en equipos que lleven *tarjeta de custodia control y cuidado de precomisionamiento*, a no ser que se hayan obtenido las aprobaciones de seguridad y trabajo apropiados y los permisos de acceso correspondientes por parte del equipo de precomisionamiento y se haya devuelto el equipo o la instalación al grupo de construcción con su correspondiente cambio de custodia (tarjeta).

### 15.1.11.3 Custodia Control y Cuidado de Comisionamiento

Cuando un equipo está en trabajos u/o actividades de comisionamiento, se identificará con una *tarjeta de custodia control y cuidado* de color específico (a menudo verde). La tarjeta de custodia indica que la integridad del equipo es de responsabilidad única de la organización de comisionamiento del agente u/o cliente. Típicamente, esta etiqueta contiene la siguiente información:

- N° Etiqueta: Numero de Serie de la Tarjeta
- Nombre Equipo:
- TAG del Equipo:
- Contratista:
- Especialidad:
- Nombre Responsable Contratista:
- · Fecha:
- Nombre Responsable (Agente):
- Departamento Responsable: Comisionamiento Agente
- Nombre Responsable Cliente:

Esta provista de un talón desprendible para fines de recepción y control por la persona a cargo.

Esta tarjeta de custodia control y cuidado indica que nadie podrá realizar ningún trabajo o actividad sobre el equipo, sin la previa autorización del custodio. La autoridad que implica esta tarjeta tendrá prioridad sobre cualquier otra y solo puede ser removida por el responsable indicado en ella.

Se debe instalar una tarjeta de custodia por cada equipo y componente de las instalaciones en las cuales se vayan a desarrollar actividades de comisionamiento. Los trabajos u/o actividades permitidas a realizar sobre un equipo con tarjeta de custodia serán única y exclusivamente los referidos a la etapa de comisionamiento (trabajos con energía y con carga)

No podrá llevarse a cabo ningún trabajo de construcción, termino de construcción ni de precomisionamiento en equipos que llevan *tarjeta de custodia control y cuidado de comisionamiento*, a no ser que se hayan obtenido las aprobaciones de seguridad y trabajo apropiados y los permisos de acceso correspondientes por parte del equipo de comisionamiento y se haya devuelto el equipo o la instalación a la organización que lo requiera, con su correspondiente cambio de custodia (tarjeta).

### 15.1.11.4 Custodia Control y Cuidado de PEM (Operaciones Cliente)

Una vez concluidas las actividades de comisionamiento (pruebas con carga y ramp-up), los sistemas pasaran a custodia control y cuidado del equipo *PEM operaciones del Cliente*. Cuando el área está en trabajos u/o actividades de PEM, se identificará con la misma tarjeta de custodia control y cuidado de comisionamiento (a menudo verde). Se mantendrán las tarjetas y se realizara el protocolo de transferencia correspondiente. La integridad del equipo es de responsabilidad única de la organización PEM de operaciones del cliente.

#### 15.1.11.5 Protocolo de Transferencia de Custodia Control y Cuidado

Generalmente una vez que se transfiere el *paquete CRP, PRP o TOP*, se genera un *protocolo* o registro que contiene un listado (*completo*) de todos los equipos y componentes transferidos y registra la conformidad de los responsables (*partes involucradas*) de la transferencia.

#### 15.1.11.6 Transferencia de Custodia / Punch List

Para poder materializar la *transferencia de custodia* es necesario cumplir con algunas exigencias desde el punto de vista de la aceptación de puntos punch list. Estas son las siguientes:

- Custodia de Construcción (se aceptan items punch list categoría 1-2-3 y 4 activos)
- Custodia de Precomisionamiento (se aceptan items punch list categoría 3 y 4 activos)
- Custodia de Comisionamiento (se aceptan items punch list categoría 4 activos)
- Custodia de PEM Operaciones Cliente (se aceptan items punch list categoría 4 activos)

#### 15.1.11.7 Registro de Instalación de Tarjetas

Se debe mantener un registro de la instalación de tarjetas por etapa con toda su información manteniendo el numero de serie de la tarjeta como identificación clave. Esto se establece como medio de control, el cual sirve para administrar todas las *tarjetas* emitidas e instaladas en el proyecto.

#### 15.1.11.8 Pérdida de Tarjetas de Custodia

En el caso de que una *tarjeta de custodia* se haya extraviado (se confirma por medio del talón de respaldo) o que no esté disponible al momento de realizar la *transferencia de custodia*, el responsable de la tarjeta extraviada en conjunto con el solicitante, deberán efectuar una inspección minuciosa del equipo, averiguar en qué etapa de trabajo se encuentra (construcción, termino de construcción, precomisionamiento y comisionamiento) y las posibles razones por las cuales la *tarjeta de custodia* no está disponible. En caso de que aprueben instalar una nueva tarjeta se debe incorporar al sistema de control actualizando los datos de la tarjeta anterior.

#### 15.1.11.9 Esquema General de Transferencia de Custodia del Proyecto

En la figura 4.43 se muestra el esquema general de transferencia de custodia del proyecto en función del *paquete de transferencia y entrega* durante las diferentes etapas de la fase de ejecución con todas sus características e hitos.

Fase de Ejecución Termino de **Precomisionamiento** Comisionamiento Construcción y Montaje Construcción Pruebas Carga **Obras Civiles** Chequeo Estático **Pruebas Funcionales** Estructuras y Calderería Chequeo Dinámico Pruebas Vacío Ramp-Up Chequeo Sistemas Control **Pruebas Preoperacionales** Redes de Cañerías Montaje Industrial Limpieza Sistemas Puesta en Servicio (Servicios Auxiliares) Sistemas FACILITY Sistemas SERVICIOS AUXILIARES DE OPERACION Y MANTENCION Sistemas PROCESO **CAMINATA 3 CAMINATA 1** CAMINATA 2 Items Punch Categoría 1 y Items Punch Categoría Items Punch Categoría 3 Cerrados Activos Cerrados **CTIVIDADES** ACTIVIDADES SIN **ACTIVIDADES CON** CON Preparación **ENERGIA ENERGIA SIN CARGA** CRP **ENERGIA** O CARGA SIMULADA SIN CARGA **CON CARGA** CERTIFICADO TERMINO CERTIFICADO CERTIFICADO CONSTRUCCION **MECANICO** Operación Verificación Aviso de Diseño Mecánico Construcción Construcción Energizar

Figura 4.43 Esquema general de transferencia de custodia del proyecto

#### 15.1.12 Entrega del Proyecto (Handover)

La *entrega* del proyecto queda definida por el estado de término de *todas* las etapas de la Fase de Ejecución y del estatus de completación total del *punch list* correspondiente. La entrega del proyecto es *única* y se materializa con el inicio de la puesta en marcha del proyecto por parte del equipo de operaciones del Cliente. Ver figura 4.44.

Notice Of Energisation

Construction Verification

Facility Design Capable

Mechanical Completion



Figura 4.44 Entrega del proyecto

#### 15.1.12.1 Planificación y Programación del Proceso de Entrega

El proceso de entrega del proyecto, debe ser planificado y programado para poder administrarlo, esto mediante el cronograma *master de entrega del proyecto*, ver figura 4.45.

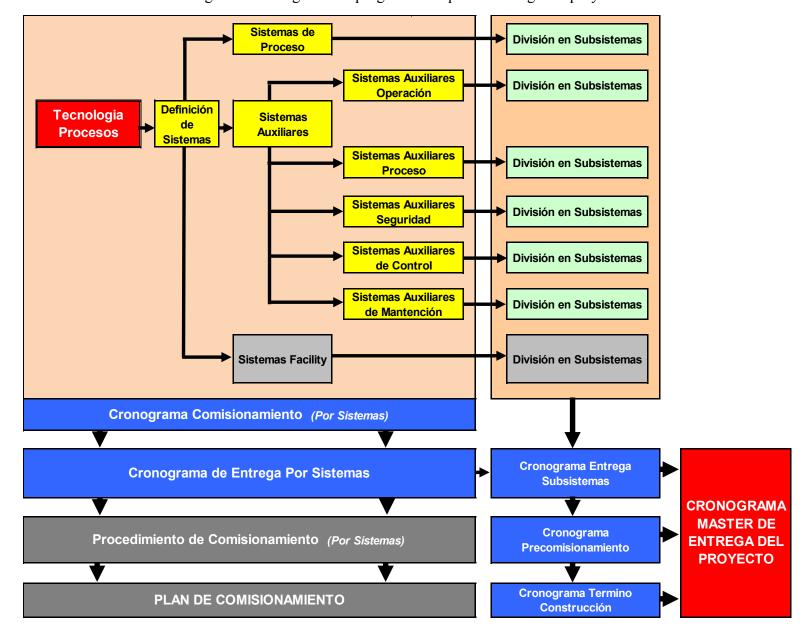


Figura 4.45 Diagrama de programación para la entrega del proyecto

Este cronograma es el resumen de otros cronogramas:

- Cronograma de Comisionamiento
- Cronograma de Precomisionamiento
- Cronograma de Termino de Construcción

#### 15.1.12.2 Cronograma de Comisionamiento

Se debe realizar una planificación base que relacione los sistemas de proceso entre sí, mostrando la ruta crítica en función del proceso lógico de construcción considerando también la lógica de la operación (*Commissioning Driven*). Su representación gráfica será en carta Gantt. (*Responsables Gerencia Comisionamiento*)

#### 15.1.12.3 Cronograma de Precomisionamiento

Este programa considera la planificación y programación de las actividades y pruebas de la etapa de precomisionamiento del proyecto. El programa de precomisionamiento entrega las fechas de cuándo debe estar precomisionado un sistema para ser entregado al cliente, considerando el tiempo que toma reunir la información del *paquete de entrega*, así el programa de precomisionamiento tiene una planificación propia, usando como hitos la programación de la entrega de sistemas al cliente. (*Responsable Gerencia Precomisionamiento*)

#### 15.1.12.4 Cronograma de Termino de Construcción

Este programa define el *término de construcción* de los subsistemas, garantizando que todos los componentes, equipos e instalaciones contenidos en el sistema están completos y aceptados. Este programa utiliza como hito el programa de precomisionamiento. (*Responsables Gerencia de Construcción*)

#### 15.1.12.5 Cronograma Master de Entrega

Este programa queda definido por la superposición de todos los programas nombrados anteriormente. Este programa debe considerar en su planificación todos los sistemas y subsistemas del proyecto y debe considerar los tiempos administrativos (Documentación, firmas, recepciones, ítems con prioridad del punch list correspondiente etc.).

#### 15.1.13 Trabajos Complementarios

Durante las etapas de termino de construcción, precomisionamiento, comisionamiento y puesta en marcha del proyecto, se van estableciendo en la lista de detalles o punch list, una serie de trabajos solicitados por el grupo de operaciones o por el grupo de mantención del cliente como ítems de categoría 4. Estos son trabajos que no están contemplados en el alcance del proyecto original por lo que quedan establecidos como *trabajos complementarios*, los cuales serán realizados por el cliente a través de un contratista externo. En algunos casos estos trabajos son asumidos por el agente, esto dependerá del alcance de la obra, de los costos y de la disponibilidad de recursos.

#### 15.1.14 Evaluación Final

La evaluación final corresponde al *análisis* del *proceso de cierre* de la fase de ejecución del proyecto. En esta etapa se evalúan los resultados finales del proyecto, se hace una distribución final de cuentas transitorias y se procede a tramitar y solucionar todos los reclamos y situaciones pendientes de seguros o garantías.

#### 15.1.15 Procedimiento Paquetes de Transferencia

El procedimiento de paquetes de transferencia del proyecto (TOP Turnover Package), tiene la siguiente estructura:

- Objetivos
- Alcance
- Definiciones
- Referencias
- Responsabilidades
- Metodología de trabajo
- Actas y certificados
- Registro y formularios

Cada ítem se conforma de acuerdo a lo indicado:

Objetivos: Definir y establecer el proceso estándar de trabajo aplicado por la compañía Cliente para el armado, revisión, seguimiento y control de término de sistemas, instalaciones o componentes, pruebas de construcción, precomisionamiento, comisionamiento y su posterior transferencia al cliente para puesta en marcha y operación continua.

<u>Definiciones</u>: En este punto se definen los términos y conceptos más utilizados e importantes del proceso.

- \* Tag Number.
- Equipo.
- Componente.
- Código.
- Yellow Line.
- Red Line.
- Inspección.
- Lista de Chequeo.
- Prueba Funcional en Vacío Desacoplado.
- Prueba Funcional en Vacío Acoplado.
- Prueba Preoperacional con Carga Simulada.
- Prueba Operacional con Carga.
- Protocolo. (Registro)
- Matriz de Protocolos.
- Matriz de Pruebas.
- Informe de Comisionamiento.
- Control Cuidado y Custodia. (CCC)
- Tarjetas de CCC.
- Paquete CRP.
- Paquete PRP.
- TOP. (Turnover Package)
- Construcción.
- Termino de Construcción.
- Termino Mecánico.
- Precomisionamiento.
- Comisionamiento.
- Puesta en Marcha.
- Sistematización.
- Sistema.
- Subsistema.
- Punch List.
- Caminatas.
- Categorías de Puntos.
- Custodio de Sala Eléctrica.
- **t**tc.

Alcance: Este punto indica la aplicación del procedimiento.

- Tipos de paquetes.
- Contenidos del Paquete.
- Formato del Paquete. (Físico y Digital)

Referencias: Este punto indica referencias a otros procedimientos, normas, clausulas, etc.

- Plan PEM.
- Plan de Preparación Operacional (Operational Readines Plan).
- Procedimiento de Aislación y Bloqueo.
- Plan de Precomisionamiento y Comisionamiento.
- Procedimiento de Custodio de Sala Eléctrica.
- Procedimiento de Salud Ocupacional y Seguridad Laboral.
- Procedimiento de Desarrollo Comunidades.
- Procedimiento de Medioambiente.
- Resolución de Calificación Ambiental.
- Procedimiento de Arqueología.

<u>Responsabilidades</u>: Las responsabilidades se describen en diagramas de flujo adjuntos al procedimiento. Los cargos descritos, serán los responsables de derivar y distribuir las funciones a su personal a cargo.

<u>Metodología de Trabajo</u>: En este ítem se describe de forma detallada cada uno de los procesos involucrados en este procedimiento con sus correspondientes diagramas de flujo.

- Diagrama de flujo de recepción, armado y entrega de paquetes.
- Matriz de proceso de recepción, armado y entrega de paquetes.
- Armado de paquetes de entrega.
- Revisión del paquete de entrega.
- Liberación del paquete de entrega.
- Entrega al Cliente.

Actas y Certificados: Se establecen los documentos oficiales y contractuales, con sus respectivos formatos.

- Certificado Vendor (Termino de Servicio)
- Certificado de termino de construcción.
- Certificado de termino mecánico.
- Certificado de comisionamiento.

Registros y Formularios: Se establecen los registros y formularios de documentos a utilizar en el procedimiento.

Procedimientos: Se indican todos los procedimientos asociados y de referencia.

- Criterios de aceptación de instalaciones.
- Etapas comunes del proyecto y operaciones.
- Traspaso de instalaciones y coexistencia de trabajos.
- Listado con trabajos pendientes (Punch List).
- Equipo de pruebas y cuadrilla de ajustes.
- Solicitud de cambio y/o modificación.
- Paquetes de entrega.
- Proceso PEM.
- Requerimientos previos al traspaso a operaciones.

#### 15.2 Cierre Contractual

Se define como *cierre contractual* a aquella etapa de entrega posterior a la entrega *física u operacional del proyecto*, es de carácter totalitario, es decir es un cierre contractual definitivo respecto de la documentación e información ultima actualizada del proyecto (construcción, término de construcción, precomisionamiento y comisionamiento).

En esta etapa tenemos que proceder a cerrar el contrato que se ha establecido para realizar el proyecto, a cuyos efectos comprobaremos si los *proveedores y contratistas* han cumplido con sus obligaciones contractuales. Cada contrato debe concluir de acuerdo con la oportuna recepción conforme establecida en el procedimiento de cierre contractual. Debemos prestar especial atención a la prestación de las garantías que contemple el contrato de acuerdo a la formalización de los siguientes documentos según corresponda.

Para proveedores de equipos e instalaciones se considera:

- Documentación de ingeniería de equipos.
- Documentación de suministro de equipos.
- Documentación de garantía partes y componentes.
- Documentación de garantía servicio de montaje.
- Documentación de garantía servicio de puesta en marcha.
- Inventario de repuestos / consolidado.
- Documentación de certificación de calidad.
- Documentación de manuales de operación y mantención.

Para proveedores de suministros y materiales se considera:

- Especificaciones técnicas,
- Certificación de calidad.
- Control de inventario/consolidado.

Para contratistas de construcción se considera:

- Certificado de termino de construcción.
- Certificado de termino mecánico.
- Certificado de recepción parcial.
- Certificado de recepción final.
- Paquetes de entrega.
- · Punch list.

El cierre contractual del Proyecto se divide en dos etapas:

- Cierre contractual del primer contrato (Agente)
- Cierre contractual de proveedores y contratistas

Para ambos casos los objetivos del cierre contractual son:

- El cierre contractual del Proyecto es posterior a la entrega física.
- El proceso de cierre contractual, tiene por misión única definir el estado de término del proyecto y poder realizar el certificado de *termino sustancial* del proyecto al cliente, en carácter contractual, es decir siguiendo la base contractual establecida en el primer contrato, respecto a la documentación e información de cierre necesaria para cumplir esta cláusula.
- El cierre contractual establece y define las *garantías de fabricación*, *construcción y montaje*, *funcionalidad*, *disponibilidad y operatividad* del proyecto, no se requiere de información u/o documentación que no sea la necesaria para respaldar estos objetivos.

#### 15.2.1 Documentación e Información

La documentación e información que permite y garantiza el cierre contractual, debe ser en original y está claramente especificada y requerida contractualmente a través del *procedimiento de cierre de contratos*. Este dependerá de cada compañía y de las características específicas de las obras.

### 15.2.2 Desarrollo del Cierre Contractual

El cierre contractual del proyecto o fase se desarrolla sobre la base de la totalidad de los contratos implementados para la materialización del proyecto, en todas sus disciplinas.

El cierre de contrato es la última actividad que debe realizar el agente y sus contratistas asociados, es una etapa que se materializa posteriormente a la *transferencia y entrega* de las obras, pero se desarrolla en forma paralela a esta, realizando actividades de manejo, recolección, ordenamiento y distribución de documentación e información.

### 15.2.3 Cierre Organizacional

El *cierre organizacional* está directamente relacionado con la *desmovilización* del proyecto por parte del contratista y considera las siguientes actividades con su correspondiente documentación y tramitación:

- Desmovilización del personal asignado al contrato.
- Desmovilización de equipos y maquinarias.
- Desmovilización de instalación de faenas.

#### 15.2.4 Cierre Administrativo

El *cierre administrativo* tiene relación con el *cierre departamental* de la organización del proyecto. Cada departamento de la organización debe realizar un catastro de su documentación debidamente *ordenada y catalogada* para ser transferida al Cliente. Además, en los casos que corresponda se deberán realizar informes finales contables y consolidados con sus respaldos correspondientes como es el caso de bodega o el departamento de contabilidad.

Los departamentos involucrados generalmente son:

- Departamento de calidad.
- Departamento de construcción.
- Departamento de ingeniería.
- Departamento de RRHH.
- Departamento de maquinarias.
- Bodega.
- Departamento de adquisiciones.
- Departamento de programación y control.
- Departamento de contratos.
- Departamento de contabilidad y costos.

#### 15.2.5 Cierre Financiero

El *cierre financiero* tiene directa relación con los estados de pagos, boletas de garantía, reclamos y mayores obras. Para cada ítem antes mencionado es de vital importancia tener muy bien establecidos los respaldos requeridos contractualmente para cada uno de ellos. Por lo general las empresas con gran madurez en sus procesos de gestión cuentan con un departamento de administración de contratos el cual procesa todos los respaldos contractuales que permiten hacer efectivos los cobros y poder realizar de manera limpia y solida el cierre financiero del contrato, sin llegar a tener que incurrir en acciones legales contra el cliente, las cuales evidentemente afectaran la posibilidad de trabajos futuros, justamente por este motivo que este cierre es tan sensible.

#### 15.2.6 Cierre Tecnológico / Retorno de la Experiencia

Este cierre comprende las siguientes áreas:

- Procesos de gestión del proyecto
- Procesos tecnológicos

Para ambos procesos debemos tener en cuenta los siguientes criterios:

- Buscar la verdadera experiencia de los procesos en pos de prácticas basadas en *lecciones aprendidas*.
- Buscar el *conocimiento explicito*, basado en documentos producidos durante la realización del proyecto.
- Reconocer y recuperar el *conocimiento implícito* y el *conocimiento tácito* que no se encuentra específicamente documentado.

En general estas lecciones aprendidas se deben incorporar o manejar en una base de datos tanto del Cliente, Agente y Contratistas. Lo ideal sería crear un *sistema de gestión* del conocimiento a nivel corporativo, para su utilización en proyectos futuros.

#### 15.2.6.1 Procesos de Gestión del Proyecto

La información actualizada de estos procesos considera él *como* se ha realizado la gestión integral del proyecto a través de los documentos más importantes en que ha quedado reflejada:

- Plan de dirección del proyecto.
- Plan de ejecución del proyecto.
- Plan de recursos humanos del proyecto.
- Informe de gestión del proyecto.
- Plan de comunicaciones del proyecto.
- Plan de riesgos del proyecto.
- Informe de gestión del proyecto.
- Informe de avance del proyecto.

# 15.2.6.2 Procesos Tecnológicos

Para el cierre de este proceso debemos recopilar toda la información que haya sido novedosa en el sentido tecnológico, bien por haber desarrollado un nuevo método para una tecnología conocida o por haber desarrollado alguna nueva. Esta información debe quedar documentada en informes de carácter técnico.

Es muy común en el desarrollo y construcción de *proyectos mineros* que las empresas participantes generen I+D+i, sin embargo, estos avances no son bien valorados y promovidos por las organizaciones, quedando solo en poder de sus creadores.

### 15.2.6.3 Sistema de gestión del Conocimiento

Por ser de especial importancia vale la pena destacar aquellos aspectos de la gestión del conocimiento cuyo cumplimiento consigue que la empresa sea más eficiente en sus procesos y pueda alcanzar la categoría de *clase mundial* (World Class).

- Un sistema de gestión del conocimiento nunca es caro, más caro es el costo de la no gestión.
- Se debe basar en las personas, una buena base de datos de conocimiento y una adecuada explotación.
- La explotación del sistema es una magnifica herramienta de ayuda para fijar las estrategias de la compañía identificando los mejores mercados.
- Debe existir un equipo de administración del sistema con su correspondiente manager.
- Es fundamental conseguir un buen *mapa del conocimiento* que necesita la compañía, identificando todos los aspectos del conocimiento que son de interés.

- Se debe lograr que los empleados no vean como una amenaza el hecho de compartir el conocimiento ya que el conocimiento compartido genera mayores posibilidades de promoción dentro o fuera de la empresa, para aquellos que lo comparten.
- La gestión del conocimiento aumenta el desempeño de los procesos corporativos.
- Es una tarea infinita debido a la evolución del conocimiento.

#### 15.2.7 Transferencia y Entrega / Cierre de Contrato

El proceso de *transferencia y entrega del proyecto* se materializa a través de la entrega física *paquetes de entrega* (TOP) y el proceso de cierre contractual se materializa a través de los *paquetes de cierre contractual* ambos procesos relacionados con el inicio y fin de las actividades generadas en las etapas de construcción, término de construcción, precomisionamiento y comisionamiento del proyecto.

El proceso de transferencia y entrega del proyecto es totalmente diferente al proceso de cierre de contratos, sin embargo, se comunican verticalmente, por lo tanto, el cierre de contrato existe si la etapa de transferencia y entrega ha concluido, se relacionan por medio de documentación e información común a ambos procesos.

El cierre de contrato exige una serie de documentos que han sido generados y revisados durante el proceso de transferencia y entrega del proyecto, entre ellos tenemos:

- Aviso termino de construcción.
- Certificado de termino de construcción.
- Aviso termino mecánico.
- Certificado de termino mecánico.
- Certificado de recepción parcial.
- Certificado de recepción final.
- · Listado punch list.

#### 15.2.8 Documentos Para Cierre de Contrato

El procedimiento de cierre de contrato por lo general requiere de la siguiente documentación:

- Aviso termino de construcción.
- Certificado de termino de construcción.
- Aviso termino mecánico.
- Certificado de termino mecánico.
- Lista de cotejo desmovilización.
- Lista de cotejo cierre de contrato.
- Certificado de recepción parcial.
- Certificado de recepción final.
- Listado punch list.
- Certificado de pago final.
- Hoja de registro histórico.

#### 15.2.8.1 Aviso Término de Construcción

Documento para solicitar a la administración una visita a terreno, entregar la construcción y establecer el punch list inicial. Habrá tantos avisos de termino de construcción como subsistemas tenga asignado el contratista, una vez realizados todos los avisos (por cada subsistema asignado), se emitirá un solo aviso que contenga el alcance completo del contrato. (los avisos por subsistema quedaran de respaldo). Este último aviso será el que acompañará el archivo de documentación del cierre contractual adjunto al *certificado de termino de construcción* del proyecto.

#### 15.2.8.2 Certificado de Termino de Construcción

Documento integrante del contrato. Se realizará un documento por subsistema asignado al contrato, una vez realizados todos los subsistemas, se realizará un documento por todo el alcance del contrato (los certificados por subsistema quedaran de respaldo).

#### 15.2.8.3 Aviso Término Mecánico

En la etapa de transferencia y entrega se debe realizar este aviso para solicitar a la administración una visita a terreno y establecer el punch list de precomisionamiento. Habrá tantos avisos de término mecánico como subsistemas tenga asignado el contratista, una vez realizadas todos los avisos, se emitirá uno solo que contenga el alcance completo del contrato. (los avisos por subsistema quedaran de respaldo). Este último aviso será el que acompañará el archivo de documentación del cierre contractual adjunto al *certificado de termino mecánico* del proyecto.

#### 15.2.8.4 Certificado de Termino Mecánico

Documento integrante del contrato. Se realizará un documento por subsistema asignado al contrato, una vez realizados todos los subsistemas, se realizará un documento por todo el alcance del contrato (los certificados por subsistema quedaran de respaldo).

## 15.2.8.5 Lista de Cotejo Desmovilización

La lista de cotejo de desmovilización es un documento que registra paso a paso cada una de las etapas de la desmovilización del contratista.

# 15.2.8.6 Lista de Cotejo Cierre de Contrato

La lista de cotejo de cierre de contrato verifica una serie de revisiones de documentación e información, que ya se realizó en la etapa de entrega. También incluye la recopilación de documentación y que ha sido revisada por el departamento de entrega de proyectos en el *paquete de entrega*.

Los puntos verificados están incorporados en los siguientes ítems del paquete de entrega:

- Inspección final terminada.
- Deficiencias corregidas.

- Planos As Built recibidos.
- Manuales de operación y mantención recibidos.
- Documentación de QC recibida.
- Inspecciones QC completas.
- Todas las NCR resueltas.

#### 15.2.8.7 Certificado de Recepción Parcial

Se dispondrá de certificados de recepción parcial por subsistema, hasta completar la cantidad del total de subsistemas asignados al contrato. Una vez que se tengan todos los certificados de recepción parcial por subsistema aprobados por el Cliente, se deberá emitir uno solo que contenga el alcance completo del contrato. Este último será el que acompañará el archivo de documentación del cierre contractual adjunto al *certificado de recepción parcial* del proyecto.

#### 15.2.8.8 Certificado de Recepción Final

Se emitirá un certificado de recepción final según lo dispuesto en el contrato principal.

#### 15.2.8.9 Punch List

Se dispondrá de un punch list por subsistema, hasta completar la cantidad del total de subsistemas asignados al contrato. Unas ves que se tenga todo el punch list por subsistema, se deberá emitir un *listado único compilado* que contenga todos los ítems de punch list asociados al contrato. Este último será el que acompañará el archivo de documentación del cierre contractual.

#### 15.2.8.10 Certificado de Pago Final

Se emitirá un certificado de pago final según lo dispuesto en el contrato principal.

# 15.2.8.11 Hoja de Registro Histórico

Documento que contiene la trazabilidad de toda la gestión, trámites y actividades realizadas en función del cierre del contrato.

# Sección 16

# **GERENCIA DE ENTREGA (PDG)**

La gerencia de entrega de proyectos (Project Delivery Group) es un área dentro de la organización del agente, destinada a incrementar la productividad y calidad de la administración de proyectos basada en la optimización de la entrega del proyecto. Esta gerencia tiene como prioridad investigar, desarrollar, coordinar, participar, planificar y programar todas aquellas actividades relacionadas con él termino físico y legal de un proyecto cualquiera que este sea dentro del marco industrial. Basa su metodología en procedimientos establecidos y probados por la experiencia a través de la construcción de megaproyectos mineros realizados en Chile.

La gerencia de entrega de proyectos nace de la necesidad de administrar las actividades de las etapas más complejas de un proyecto, (termino de construcción, precomisionamiento, comisionamiento y la entrega al cliente), si bien es cierto cada una de estas fases es concretada por los correspondientes departamentos de construcción y comisionamiento, se necesita un estamento capas de coordinar la interface de las etapas delimitando la frontera de custodia y responsabilidad de cada una bajo la administración de un procedimiento creado para este fin. Esta concepción toma esta actividad y la integra dentro del ciclo de vida del proyecto en la cual se desarrollan actividades de principio a fin mientras se materializa permitiendo realizar el traspaso del proyecto al cliente de manera planificada, ordenada, programada y expedita asegurando física y legalmente la correcta construcción y puesta en marcha de las instalaciones industriales encomendadas.

La industria de la construcción ha sufrido una disminución de la productividad desde la década de 1960, mientras que otras industrias han visto aumentos considerables en su productividad. Los problemas en la industria de la construcción contemporánea están detrás del plazo, costo, calidad, alcance y se ven agudizados principalmente por las deficientes relaciones entre propietarios, clientes, contratista, empresas de ingeniería y proveedores.

El uso de las ideas desarrolladas por *Toyota* en su sistema de producción, permitió el desarrollo del *Project Delivery Group* (abreviado PDG) que está diseñado para resolver los problemas claves de la industria y ha sido exitoso en su implementación en la industria de la construcción.

El nuevo enfoque del PDG es el *valor final* creado para el propietario *asegurando los entregables* del proyecto. La implementación del PDG en la organización del proyecto, permite que cada área participante pueda centrarse exclusivamente en sus actividades claves sin tener en cuenta el total del proceso.

EL PDG gestiona la *integración* de todas las áreas *claves* participantes de la organización incentivando los principios de colaboración para maximizar el valor para el propietario. Esta integración permite optimizar la *toma de decisiones* incrementando la productividad y asegurando el éxito del negocio.

### 16.1 Principio de Colaboración

El principio de colaboración exige el conocimiento y la aplicación permanente de la denominada *capacidad de servicio* esta excelencia organizacional se obtiene de la capacidad de actuar en modo *cliente / servidor*. Todas las áreas de la organización que se integran por medio del PDG deben realizar su gestión en modo *cliente / servidor*.

Actuar en modo cliente / servidor implica el conocimiento de los objetivos y la importancia de una *gestión* específica a cumplir para un tercero (*servidor*) y el conocimiento e importancia de la incidencia de la gestión de un tercero sobre la suya propia (*cliente*).

Ambas gestiones tanto la de cliente como la de servidor deben estar orientadas hacia un objetivo claro, en el caso del PDG es el *valor final* creado para el propietario *asegurando los entregables* del proyecto.

### 16.2 Implementación

El Project Delivery Group (PDG), es un *método de entrega* del proyecto que *integra* personas, sistemas, estructuras, planes, procedimientos y prácticas empresariales en un *proceso de colaboración* que aprovecha el talento y las ideas de todos los participantes de la organización del proyecto para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el propietario, reducir los costos, y maximizar la eficiencia de diseño, fabricación, construcción, precomisionamiento y comisionamiento del proyecto.

Actividades principales del PDG:

- Conceptualización (Ingeniería conceptual y de procesos).
- Criterios de diseño (Esquemas).
- Diseño detallado (Ingeniería detalles).
- Implementación documentos (Documentos de construcción).
- Revisión de la agencia (Contrato principal).
- Compras (Gestión de adquisiciones).
- Construcción, Precomisionamiento y Comisionamiento (Etapas fase de ejecución).
- Programación y Control (Commissioning driven).
- Cierre (Proceso de transferencia y entrega del proyecto / Cierre contractual).

#### 16.3 Estrategia de Implementación (Integración De Áreas)

El propósito de implementar el PDG al proyecto, significa *integrar estratégicamente* las áreas organizacionales que sean necesarias para lograr los objetivos fundamentales del proyecto:

Cliente, Agente y Contratistas:

- Ingeniería.
- Programación y Control.
- \* Calidad.

- Construcción.
- Precomisionamiento.
- Comisionamiento.
- Contratos.

"El PDG integrara las diferentes áreas de la organización a través de la gestión de la información clave necesaria para la transferencia y entrega del proyecto al cliente"

# 16.4 Commissioning Driven

Una de las estrategias más utilizadas hoy en día en los *proyectos mineros* es utilizar la filosofía de *commissioning driven* como un medio para reducir el plazo general del proyecto. La filosofía de Commissioning Driven indica que el *éxito* del Proyecto radica en que todas las actividades anteriores, es decir, la ingeniería, el procuramiento y la construcción, deben estar dirigidas no sólo hacia el termino de construcción (construction completion) o al termino mecánico (mechanical completion) de la planta, sino que deben estar orientadas principalmente a la *entrega y puesta en marcha* del proyecto a través de las secuencias específicas para la aceptación final por parte del cliente.

#### 16.5 Actividades e Información Clave

La información *clave* queda definida y establecida por la implementación del procedimiento de paquetes TOP. Ver figura 4.46.

**PROYECTO PLANIFICACION Y CONTRATOS** INGENIERIA CONSTRUCCION CALIDAD **COMISIONAMIENTO CONTROL** ESTRATEGIA DE ENTREGA DEL PROYECTO COMISIONING DRIVEN CLIENTE DEFINICION DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION POR Plan Comisionamiento ALCANCE SISTEMAS **IMPLEMENTACION CONSTRUCCION Y** CONTRACTUAL PROCEDIMIENTO TOP **MONTAJE** SISTEMA Manual de Operaciones Analisis Constructibilidad Analisis Constructibilidad Analisis Constructibilidad Plan de Precomisionamiento AGENTE RFI Registros Calidad Planos Red Line Planos Red Line Alcance Contractual Planificación y Programación Certificacion Laboratorio Registros de Pruebas Registros Calidad Planos Red Line Construccion y Montaje Paquetes Entrega T.O.P Grupo Punch List **ENTREGA EXITOSA DEL PROYECTO** 

Figura 4.46 Esquema de implementación Project Delivery Group

**EXITO DEL NEGOCIO** 

- Ingeniería Central
- Definición de Sistemas y Subsistemas
- Planos PId Demarcados
- Listados de Equipos Mecánicos, Eléctricos, Cañerías, Instrumentos, Circuitos, Tie In, etc.
- Matriz de Pruebas
- Administración del Punch List
- Planificación y Control.

Programación y control a nivel de sistemas y subsistemas.

• Calidad en Terreno.

Definición e Implementación del Procedimiento TOP.

• Ingeniería de Terreno.

Análisis de Constructabilidad.

RFI.

Planos Red Line.

• Construcción Terreno.

Análisis de Constructabilidad (Procedimientos).

Planos Red Line.

Registros.

Definir el Grupo de Punch List.

Registros.

Certificación de Laboratorio.

NCR.

• Comisionamiento (Commissioning Driven).

Plan de Precomisionamiento.

Plan de Comisionamiento.

Plan PEM

Plan de Preparación Operacional (ORP)

Manual de Operaciones.

• Transferencia y Entrega del Proyecto.

Plan de Transferencia y Entrega del Proyecto.

Implementación Software Gestión Integral de Proyectos (EPIN 4.0).

#### 16.6 Autonomía de Gestión

El grupo PDG necesita de un peso específico dentro de la organización, dependiendo directamente de la gerencia del proyecto.

Debido a la dinámica del proceso de transferencia y entrega del proyecto, el grupo PDG en conjunto con el cliente, deben tomar decisiones importantes y generar nuevas directrices al proyecto, las cuales deben ser apoyadas por las gerencias respectivas y darle prioridad uno a estas. El grupo PDG pasa a ser el interlocutor válido del proyecto en lo que a transferencia y entrega se refiera.

Por este motivo es que el grupo PDG debe estar ubicado dentro del organigrama del proyecto dependiente directamente de la gerencia del proyecto en terreno ya que será necesario solucionar contingencias in situ.

# 16.7 PDG Organización Principal

Dependiendo de las características y tamaño de la compañía se establece la *gerencia de entrega de proyectos* dentro del organigrama de la compañía, la que depende directamente de la *gerencia de proyectos* y tiene por misión: (Ver Figura 4.47)

- Definir y establecer las políticas de gestión de entrega de proyectos.
- Definir y establecer su participación en la fase de estudio de proyectos.
- Definir y establecer su participación en la fase de ingeniería de proyectos.
- Definir y establecer su participación en la fase de proyectos en desarrollo.
- Estrategias contractuales para la entrega de proyectos.
- Estrategias de comparación para la licitación de proyectos.

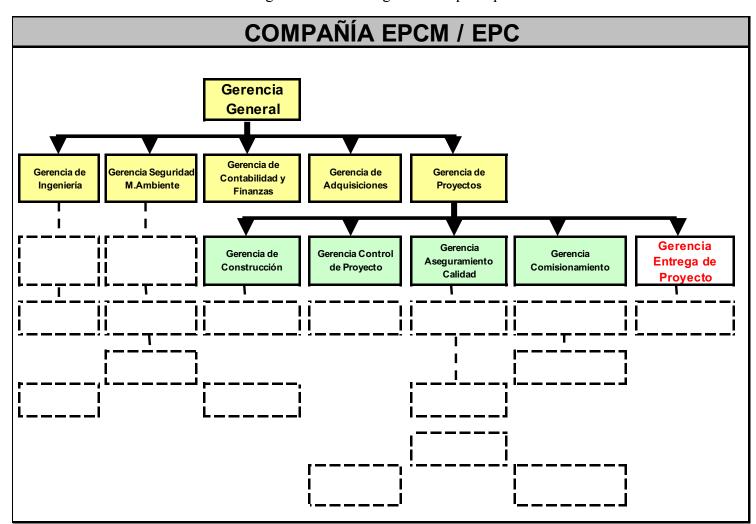


Figura 4.47 PDG Organización principal

#### 16.8 PDG Dependiente de Otra Gerencia

La *gerencia de entrega de proyectos* puede depender de otra gerencia dentro de la organización de la compañía como una subgerencia.

#### 16.8.1 Dependencia de la Gerencia de Calidad

La gestión de la entrega de proyectos puede depender directamente de la *gerencia de calidad* ya que una de sus funciones fundamentales es realizar un aseguramiento de la entrega, sin embargo, no realiza muchas actividades administrativas propias de la calidad como auditoria u/o reportes, no conformidades etc. La decisión de hacer esta dependencia dependerá de las características de la organización. Ver figura 4.48.

Gerencia de Ingenieria

Gerencia de Contabilidad y Finanzas

Gerencia de Proyectos

Figura 4.48 PDG Dependencia gerencia de calidad

# 16.8.2 Dependencia de la Gerencia de Comisionamiento

La gestión de la entrega de proyectos puede depender directamente de la gerencia de comisionamiento, ya que sus funciones fundamentales tienen más de una relación con las actividades que realiza este último, gran parte de las labores del departamento de entrega de proyectos se hace en conjunto con la gerencia de comisionamiento, siendo esta la más recomendable en caso que se decida que la gestión de entrega sea desarrollada como una subgerencia. Ver figura 4.49.

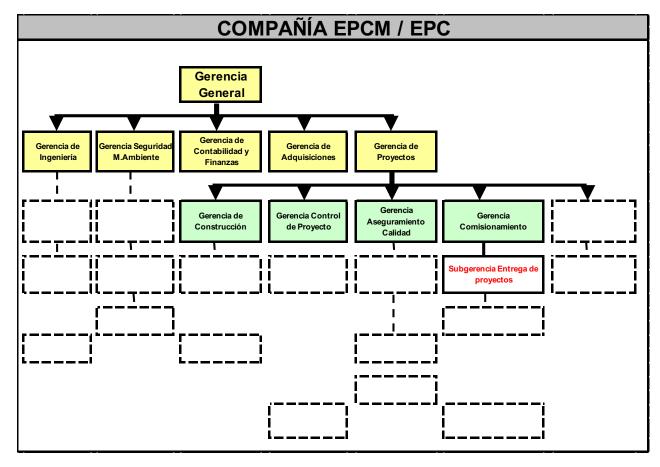
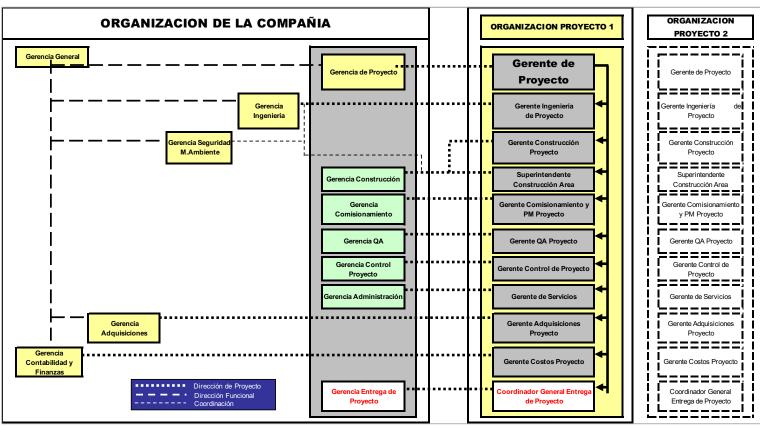


Figura 4.49 PDG Dependencia gerencia de comisionamiento

#### **PDG Proyecto Específico** 16.9

La entrega de proyectos en la organización de un proyecto específico se establece como el departamento de entrega de proyectos y trabaja como una función staff dentro de la organización, pero depende directamente de la gerencia de entrega de proyectos de la compañía según sea el caso o de la subgerencia correspondiente, sin embargo en terreno reportara directamente al gerente de proyecto. Trabajará en conjunto con los departamentos de construcción, comisionamiento, control y aseguramiento de calidad, contratos y control de proyecto. Por lo general las compañías de construcción tienen su estructura organizacional principal tipo piramidal funcional y la estructura organizacional para la construcción de proyectos es tipo matricial. Ver figuras 4.50, 4.51 y 4.52.

Figura 4.50 PDG Gerencia de entrega de proyectos



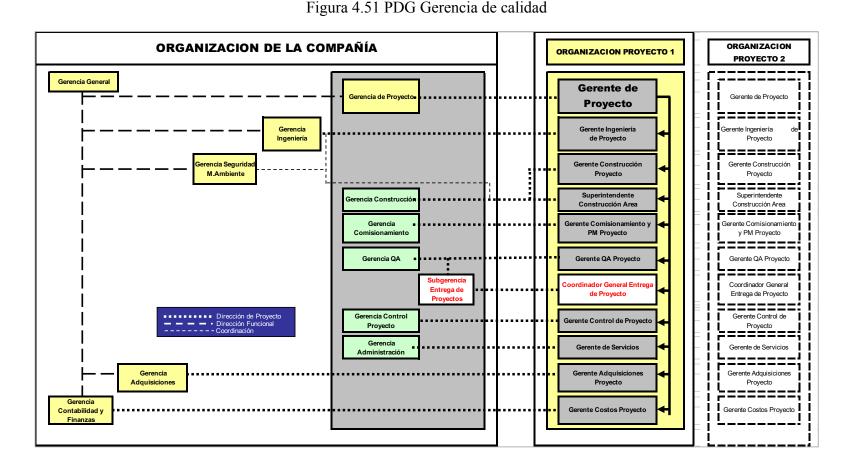
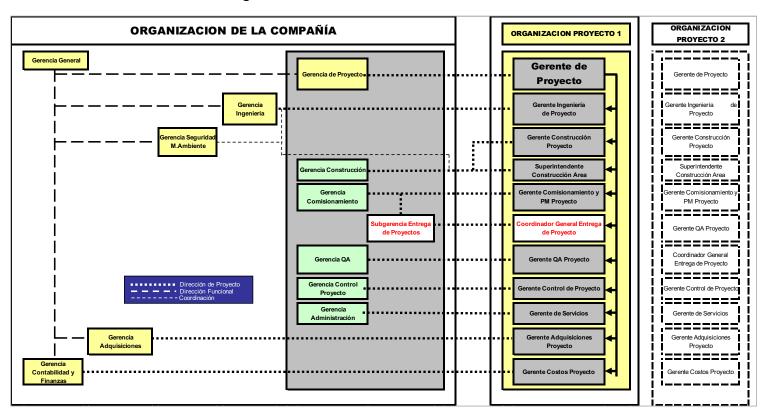


Figura 4.52 PDG Gerencia de Comisionamiento



# 16.10 Organización Interna

# 16.10.1 En la Compañía

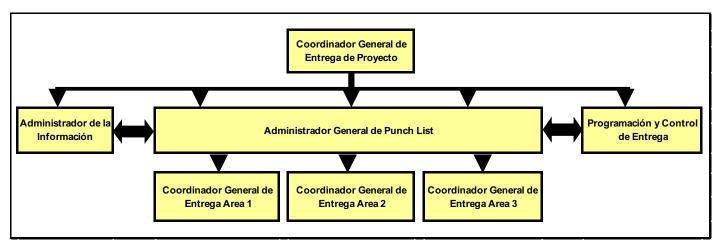
La gerencia es liderada corporativamente por un gerente de entrega de proyectos, el cual será responsable de investigar, desarrollar, coordinar, participar, planificar y programar todas las actividades relacionadas con la entrega física y legal de los trabajos al cliente, entre otras actividades. Además, deberá determinar, establecer e implementar la organización de los equipos de trabajo para cada proyecto que ejecute la compañía.

#### 16.10.2 Organización del Staff de Proyecto

El departamento de entrega de proyectos en terreno, está compuesto por: (Ver figura 4.53 y 4.54)

- Ingeniero coordinador general de entrega del proyecto (CGEP).
- Ingenieros coordinadores generales de entrega de área (CGEA).
- Ingeniero administrador de la información (Bases de Datos).
- Ingeniero administrador del punch list.
- Ingeniero de control y programación de entrega.

Figura 4.53 Organigrama staff de proyecto



# 16.10.2.1 Funciones y Responsabilidades

Coordinador General Entrega de Proyecto (CGEP): Tiene bajo su responsabilidad encargarse de la administración del proceso de entrega del Proyecto completo. Dentro de sus funciones esta:

- Planificación de la entrega de proyecto.
- Programación de la entrega de proyecto.
- Desarrollo y evaluación del proceso de entrega.
- Coordinación interdepartamental del proceso.
- Administrar la información.
- Emisión de reportes de avance y gestión del proceso.
- Capacitar y entrenar a ingenieros y ejecutivos del proyecto en el proceso.

Figura 4.54 Staff Organización del Proyecto

		Р	RC	YE	СТ	O D	E C	) NC	ST	RUC	CI	ON						
		Areas	Area 1					Area 2							Area	3		
	ľ	Gerencias	Spte. Construcción					Spte. Construcción					Spte. Construcción					
	ión	Especialidad	Civil	Mec	Piping	Eléc.	Instrum	Civil	Mec	Piping	Eléc	Instrum	Civil	Mec	Piping	Eléc	Instrum	
PROYECTO	20	Jefe Especialidad	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	
	Depto Construcción	Coordinador	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	
	ous	Sector 1	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	
	O	Sector 2	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	
	ept	Sector 3	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	
	٥	Depto Com y PM	0	]	ng.	Ing.	Ing.	0	I	ng.	Ing.	Ing.	0	1	Ing.	Ing.	Ing.	
Щ		Depto	Compradores					Compradores				Compradores						
		Adquisiciones	Compradores				Compradores					Compradores						
	Depto			Ingenieros Programadores					Ingenieros Programadores				Ingenieros Programadores					
$\Gamma$	Programación Ponto												Ingenieros de Costo					
	Depto Costos		Ingenieros de Costo					Ingenieros de Costo										
Ш	Depto		†															
	Contratos		Administradores de Contratos					Administradores de Contratos				Administradores de Contratos						
П	Depto		Prevencionistas de Riesgos					Prevencionistas de Riesgos				Prevencionistas de Riesgos						
	Seguridad							rrevencionistas de Riesgos										
ERENTE	Depto		Ingenieros Proyectistas					Ingenieros Proyectistas					Ingenieros Proyectistas					
Щ	Ingeniería								,					g,				
	Depto QA/QC			Ingeniero OA/OC					Ingeniero Coordinador General					Inganiero OA/OC				
GE		Depto Administ.	Ingeniero QA/QC Ingeniero QA/QC Ingeniero QA/QC Administracion General															
9		Depto RR.HH	Administracion General  Administracion General															
		Bodega Administracion General																
		Departamento Entrega de Proyectos				INGE	NIERO C	OORD	INAD	OR GEI	NERA	L DE EN	ΓREG	A (CG	EP)			
	Dei		Ingeniero Coordinador (CGEA) Ingeniero Coordinador (CGEA) Ingeniero Coordinador (CGEA)													(CGEA)		
							Ad	minis	tradoı	Gener	al de	l Punch L	ist					
							Adm	inistra	dor c	le Prog	rama	cion y Co	ontrol					
			Administrador de Bases de Datos															

Coordinador General Entrega de Área (CGEA): El coordinador general de entrega de área tiene las mismas responsabilidades que el (CGEP) pero aplicadas a un área en específico, evidentemente existen una serie de funciones propias del área como los punch list, cantidad de sistemas y subsistemas asignados al área, etc. Se designará un (CGEA) por cada una de las áreas o plantas del proyecto.

Administrador de la Información: El pilar fundamental del sistema es la información la cual será administrada y procesada a través de programas computacionales, apropiados para estos fines. Debido a la tipología y gran cantidad de información que se maneja, se utilizan *bases de datos*, las que interrelacionadas generan información que ayuda a la toma de decisiones. Estas bases se manejan a nivel de red interna para ser alimentadas por los usuarios.

Este puesto se encarga de la administración de la información, separadas por área o abarcando todo el proyecto, dentro de sus responsabilidades se incluyen:

*Mantención BD Sistemas y Subsistemas Asociados*: Estas Base de Datos tiene una estructura donde reúne información relacionada con la descripción, responsables de contratista y de la administración, fechas de entrega y recepción, planos y referencias de los Sistemas y Subsistemas asociados del Proyecto.

*Mantención BD Equipos Mecánicos Asociados*: Estas Base de Datos tiene una estructura que reúne información de todos los Equipos Mecánicos del Proyecto, los que están asociados a Sistemas y Subsistemas. Esta información está relacionada con la descripción y características del equipo, responsables de contratista y de la administración, sistema y subsistema a que corresponde, fechas de entrega y recepción, P&IDs de ubicación, referencias y vendors.

Mantención BD Equipos Eléctricos Asociados: Esta Base de Datos tiene una estructura que reúne información de todos los Equipos Eléctricos del Proyecto, los que están asociados a Sistemas y Subsistemas. Esta información está relacionada con la descripción y características del equipo, responsables de contratista y de la administración, sistema y subsistema a que corresponde, fechas de entrega y recepción, P&IDs de ubicación, referencias y vendors.

Mantención BD Líneas de Cañerías Asociadas: Esta Base de Datos tiene una estructura que reúne información de todas las líneas de Cañerías del Proyecto, el que está asociado a Sistemas y Subsistemas. Esta información está relacionada con la descripción de líneas, responsables de contratista y de la administración, sistema y subsistema a que corresponden, fechas de entrega y recepción, P&IDs de ubicación, referencias y vendors.

Mantención BD Instrumentación Asociada: Esta Base de Datos tiene una estructura que reúne información de toda la Instrumentación del Proyecto, la que está asociada a Sistemas y Subsistemas. Esta información está relacionada con la descripción y características de los instrumentos, responsables de contratista y de la administración, sistema y subsistema a que corresponde, fechas de entrega y recepción, P&IDs de ubicación, referencias y vendors.

Mantención BD Status de Equipos e Instalaciones por Subsistema: Estas bases de datos tiene una estructura que reúne datos relacionados con el control de calidad del contratista donde a través de la revisión de protocolos se obtiene un status (estado de termino en % por sistema y subsistema) de los diferentes equipos e instalaciones del proyecto. La información utilizada está ligada a cada etapa de construcción y montaje que se protocoliza, así los campos utilizados en esta base son directamente proporcionales al número de protocolos utilizados y su distribución debe ser por especialidad. También está en relación con la base de datos de la lista de detalles (Punch List) para determinar un status óptimo y real del estado de un subsistema.

Administrador del Punch List: El administrador del punch list es un elemento fundamental del proceso ya que los estados de termino efectivo se verifican a partir de los cierres de punch list, este puesto requiere de la administración de toda la información relacionada con los punch list. Dentro de sus responsabilidades se incluyen:

Mantención BD Lista de Detalles por Subsistema (Punch List): La base de datos de la lista de detalles (punch list) por sistema o subsistema es el centro motor de esta metodología ya que registra actividades que son controladas únicamente a través de la lista de detalles, el cual genera un programa de construcción de detalles, definiendo una planificación y programación por detalle u/o actividad, donde se definen plazos y responsables. Existe un encargado por sistema o subsistema que es el responsable de completar esta base de datos por medio de la red interna, la administración de esta base al igual que las otras es de responsabilidad del administrador del punch list.

<u>Programación y Control de Entrega del Proyecto</u>: Este puesto es el encargado de administrar toda la fase de coordinación, planificación y programación de la transferencia y entrega del Proyecto o Fase, usando todas las herramientas computacionales para el control de Proyectos. Debe establecer los siguientes programas:

Cronograma de Comisionamiento: Este programa indica la planificación del comisionamiento por área de la planta y está en relación con los hitos contractuales del proyecto y con el desarrollo lógico de la operación de la planta industrial. Los procedimientos de comisionamiento se estudian y determinan a partir de este programa.

Cronograma de Entrega de Sistemas: Establecido el cronograma de comisionamiento, se definen los sistemas industriales por área, estableciendo el programa de entrega de sistemas que utiliza como hitos las fechas del cronograma de comisionamiento, además el programa de entrega de sistemas considera actividades propias como documentación, firmas, certificaciones. Etc. Este programa está diseñado en sistema nodo actividad mostrando la ruta crítica en función del proceso de producción. Su representación gráfica será en carta gantt.

Cronograma de Entrega de Subsistemas: Este programa utiliza como hito el programa de entrega de sistemas, pero lo desglosa a través de subsistemas industriales.

Cronograma de Termino de Construcción: Este programa define el término de construcción de sistemas y subsistemas, garantizando que todos los componentes, equipos e instalaciones contenidos en el sistema o subsistema están completos y con sus pruebas y comisionamiento realizadas, en condiciones óptimas para entrar a la etapa de precomisionamiento.

Cronograma de Precomisionamiento: Este programa entrega las fechas del precomisionamiento de los sistemas y subsistemas industriales para pasar a la custodia del cliente, considera además el tiempo que toma reunir la información As Built, contractual, revisiones, protocolos, firmas y toda información generada durante esta etapa.

Cronograma Master de Entrega del Proyecto: Todos los programas mencionados anteriormente se reúnen en un solo programa denominado cronograma master de entrega del proyecto que es administrado por el departamento de entrega de proyectos. Este Master debe representarse en una Carta Gantt.

## Sección 17 ESTRATEGIA DE ENTREGA

Para la implementación de una *gerencia de entrega de proyectos* (PDG) será necesario establecer o definir una *estrategia de transferencia y entrega* del proyecto. Todos los proyectos son diferentes, ninguno es igual a otro, por lo tanto, la *transferencia y entrega* del proyecto es particular para cada uno de ellos. Esta particularidad implica que se debe definir una *estrategia única* para la transferencia y entrega del proyecto. Este tema es de gran relevancia ya que de ello depende la *aceptación conforme* del Cliente, superando las expectativas de este.

Para la definición de la *estrategia de trasferencia y entrega* del proyecto se deben realizar las siguientes actividades: (Ver figura 4.55)

- Análisis Estratégico
- Formulación Estratégica
- Implementación Estratégica

Figura 4.55 Estrategia transferencia y entrega del proyecto



### 17.1 Análisis Estratégico

Un adecuado análisis estratégico tiene que incluir todos los aspectos relacionados con la teoría estructural (*análisis externo*), sintetizados en el proceso de inteligencia competitiva, y aquellos aspectos contemplados en la teoría de los recursos y capacidades (*análisis interno*). En concordancia con lo anterior también se deben considerar las *bases empresariales* que constituyen los principios, valores, visión y misión de la organización. Es así como la teoría estructural, la teoría de recursos y capacidades y las bases empresariales permitirán desarrollar racional y objetivamente el análisis *foda* para formular la *estrategia* para la Transferencia y Entrega del Proyecto. Ver figura 4.56.

### 17.1.1 Bases Empresariales

La Estrategia para la transferencia y entrega del proyecto debe estar en perfecta concordancia con las *bases empresariales* del agente y con las del cliente. Las bases empresariales están referidas a los siguientes conceptos:

- Misión
- 🕌 Visión
- Valores

Análisis Estratégico Teoría Estructura Teoría de Recursos y **Empresariales** Capacidades Análisis Global ❖ Visión Productos/Servicios Esenciales Análisis Organizacional **♦** Misión Actividades Esenciales Estrategias Genéricas Valores Competencias y Capacidades Esenciales Factores Claves del Éxito Análisis a la Cadena de Valor ♦ Análisis Capital Intelectual **ANALISIS EXTERNO ANALISIS INTERNO** Estrategia Transferencia y Entrega del Proyecto

Figura 4.56 Esquema de análisis estratégico

### 17.1.2 Análisis Externo

El objetivo de este análisis radica en detectar las oportunidades y las amenazas del *entorno del proyecto* que de alguna manera influyen en el proceso de *transferencia y entrega del proyecto*. En este nivel es donde la *experiencia* tiene un activo rol, tanto en el análisis externo como en la detección y aprovechamiento del *know how* de las empresas de ingeniería y construcción participantes del proyecto, en el desarrollo y adopción de modelos de excelencia empresarial. El análisis externo del proceso debería incluir cuatro aspectos esenciales:

- ♣ El Análisis global (Propietario y Cliente)
- Le Análisis a la organización del proyecto (Organizaciones Participantes)
- Estrategias genéricas (Experiencia)
- Factores claves de éxito (Lecciones Aprendidas)

### 17.1.2.1 Análisis Global

Para la formulación de una adecuada estrategia no se puede dejar en el olvido a las consideraciones del *propietario y cliente*, las cuales serán indispensables para la formulación y desarrollo de las capacidades y recursos del agente a cargo del proceso. El entorno general está formado por diferentes dimensiones que pueden influir indistintamente en todas las organizaciones participantes del proyecto (contratistas y proveedores). La clasificación más común de estas dimensiones son:

- Disposición de recursos económicos.
- Experiencia corporativa.
- Requerimientos contractuales.
- Herramientas tecnológicas.

El Análisis Global para el caso específico de la estrategia para la transferencia y entrega del proyecto está referido al *propietario y cliente u/o mandante*. Uno de los problemas al analizar este entorno es la falta de información, es muy difícil disponer de toda la información necesaria para un buen análisis, no obstante, se debe estar consciente de la información disponible y de la que no se posee, para así poder valorar el riesgo que se estaría asumiendo.

### 17.1.2.2 Análisis a la Organización del Proyecto

Este análisis se puede dividir en dos; uno orientado a la organización global, donde se debe reflexionar de un modo genérico, y el segundo debe estar orientado hacia el agente, donde se debe pensar con detenimiento sobre los comportamientos estratégicos para el proceso en cada una de las empresas colaboradoras del proyecto.

### 17.1.2.3 Estrategias Genéricas

Las estrategias genéricas de acuerdo a sus dimensiones permiten establecer los siguientes criterios:

- Las derivadas de la *estrategia de diferenciación*, serán las distintas formas que tiene la empresa para conseguir la excelencia (exclusividad, calidad, innovación, diseño, I+D, liderazgo tecnológico, servicio, etc.
- Las derivadas de la *estrategia de liderazgo* en costos, estarán basadas en las diferentes fuentes que tiene esta estrategia: experiencia, tecnología y gestión.
- Las derivadas de la *estrategia de enfoque* dependerán de la especialización en la transferencia y entrega de proyectos, los cuales dependen de la gerencia de entrega de proyectos.
- Las dimensiones que otorgan a la empresa una *capacidad estratégica de maniobra*, estas ayudan a las anteriores, pero en si no otorgan por si sola una ventaja competitiva, entre ellas encontramos:
- Pertenecer a una multinacional.
- Buena relación con el Cliente.
- Alianzas estratégicas.
- etc.

### 17.1.2.4 Factores Claves del Éxito

Es esencial identificar las necesidades que el cliente espera satisfacer, que es lo que valora y lo que no valora. Es decir, la empresa debe conocer los factores claves de éxito en el proyecto. Por lo tanto, un punto fuerte del agente es realizar bien lo que el cliente valora o podría valorar en un futuro cercano. No obstante, hay que tener en cuenta que puede llegar un momento en que las exigencias del proyecto en cuanto a determinados factores de éxito se vean cumplidos, donde el cliente no estará dispuesto a pagar más por las mejoras que se realicen sobre esto, ya que en rigor se ha alcanzado su máximo nivel de satisfacción.

Dentro de los factores claves de éxito resulta imprescindible considerar los modelos de excelencia empresarial, aceptados y recomendados por estándares internacionales.

### 17.1.3 Análisis Interno

El análisis interno se basa en la teoría de recursos y capacidades que requiere el proceso y considera una visión interna del agente de acuerdo a los siguientes factores:

### 17.1.3.1 Procesos Esenciales

Se deberán estudiar todos los procesos esenciales integrados en la transferencia y entrega de proyectos en particular para el proyecto en cuestión. Básicamente los procesos de:

- Ingeniería: definición anticipada de sistemas y subsistemas del proyecto EQS, control de RFI, planos demarcados y control de documentos.
- Construcción: Registros de construcción, red line y punch list.
- Calidad: Control y aseguramiento de calidad, matriz protocolar, universo de protocolos y calidad proveedores.
- \* <u>Precomisionamiento</u>: Registros de precomisionamiento, coordinación vendors y red line.
- \* <u>Entrega de Proyectos (PDG)</u>: Procedimiento de entrega, contenido y formato paquete top, caminatas, criterios de aceptación, plazos de entrega y administración del punch list.

### 17.1.3.2 Actividades Esenciales

Una vez definidos los Procesos Esenciales a partir de estos se deben establecer las actividades esenciales de cada uno de ellos.

### 17.1.3.3 Competencias y Capacidades Esenciales

Las *competencias y capacidades esenciales* están directamente relacionadas con el recurso humano involucrado en el proceso en las distintas organizaciones participantes del proyecto. Se deberá realizar una matriz del personal necesario para llevar a cabo el proceso y sus respectivas competencias y capacidades esenciales.

### 17.1.3.4 Análisis a la Cadena de Valor

El análisis a la *cadena de valor* del sector es otro elemento a considerar. La cadena de valor del sector es una sucesión de relaciones *proveedor* – *cliente* hasta llegar al consumidor final. Es conveniente analizar la cadena de valor como en *sistema de valor* que indica que el proyecto está inmerso en un sistema más amplio y complejo, el cual comprende cadenas de valor integradas en sentido vertical (Ver figura 4.57) la cadena de valor de los proveedores, la cadena de valor de los contratistas y la cadena de valor del cliente.

Figura 4.57 Sistema de valor (Verticalidad en la transferencia y entrega de proyectos)



### 17.1.3.5 Análisis del Capital Intelectual

La gestión del capital intelectual se centra en la construcción y gestión de los activos intelectuales (Intangibles) desde una perspectiva *empresarial* y *gerencial*, con algunas derivaciones tácticas. Su función es considerar en su conjunto la totalidad de los activos intangibles de la empresa.

La gestión del conocimiento tiene por otro lado una perspectiva *táctica y operacional*; es más detallada y se centra en facilitar y gestionar aquellas actividades relacionadas con el conocimiento, tales como su creación, captura, transformación y uso. Su función es la de planificar, poner en práctica, operar, dirigir y controlar todas las actividades relacionadas con el conocimiento y programas que se requieren para la gestión efectiva del capital intelectual.

La gestión del conocimiento debería incluir las siguientes acciones y premisas:

- El rol esencial del compromiso y de la acción (recurso humano excelencia).
- El capital intelectual como un concepto dinámico (evitar paradigmas).
- Considerar al benchmarking como una herramienta estratégica (imitar otras empresas).

A partir de estos elementos se puede configurar un proceso de *benchmarking estratégico*; los que se desarrollarán en función de la propia organización. De esta forma se podrán configurar una serie de objetivos tanto tácticos como estratégicos destinados a mejorar el proceso.

### 17.2 Formulación Estratégica

La formulación estratégica consiste en definir el análisis *foda* de acuerdo a las consideraciones estratégicas obtenidas de los análisis externos e internos del proceso. La configuración queda graficada en la figura 4.58.

Formulación Estratégica

Análisis Interno

Fortalezas

Debilidades

Modelo Basado en Recursos

Modelo Basado en Estratégica

Análisis Externo

Oportunidades

Amenazas

Figura 4.58 Formulación estratégica

### 17.3 Implementación Estratégica

La excelencia empresarial permite conseguir beneficios extraordinarios gracias a las ventajas competitivas desarrolladas, fundamenta su excelencia en estrategias bien formuladas y sobre todo bien implementadas. Como se comentó anteriormente no es la definición de la estrategia donde reside el mayor número de fracasos, sino en la mala planificación, implementación y ejecución de la estrategia, muchos directivos diseñan y definen grandes estrategias para alcanzar el éxito, pero a la hora de comunicar y ejecutar la estrategia fracasan estrepitosamente.

Una vez que la estrategia del agente para afrontar este proceso en el proyecto ha sido adecuadamente formulada, se debe establecer su forma de implementación.

Se debe establecer un modelo basado en cuatro perspectivas vitales: Ver figura 4.59.

IMPLEMENTACION ESTRATEGICA

ESTRATEGIA TRANSFERENCIA Y ENTREGA DEL PROYECTO

Implementación del procedimiento l'applementación del con el Cliente l'applementación de Sistemas TI

Figura 4.59 Implementación estratégica

- Implementación financiera (Costo del proceso).
- Implementación del procedimiento (Transferencia y entrega del proyecto).
- Implementación con el cliente (Requerimientos y expectativas).
- Implementación de tecnologías de la Información (Base de datos).

### Sección 18 **COSTO DEL CIERRE**

Los costos del proceso de cierre del proyecto se deben estudiar ya que sus montos no son menores y tienen una composición y un comportamiento especial en función del costo del proyecto.

#### Antecedentes 13.1



Para poder verificar el costo del proceso de cierre de un proyecto minero, recurriremos a un estudio de investigación realizado por el autor entre los años 1997 y 2006. Este es un estudio estadístico con una muestra proyectos mineros con un costo promedio de U\$ 862 Millones de Dólares. Este estudio estadístico arroja una clara tendencia de costos e indicadores base, que permiten establecer de ante mano los costos del proceso. Es importante establecer como una variable de extrema importancia que el estudio se basa en proyectos en los cuales se utiliza la metodología de paquetes de entrega (T.O.P) de forma manual, sin uso de herramientas informáticas de administración. A partir de este estudio se establecen indicadores de costo e indicadores de HH.

#### 13.2 Indicadores de Costo

Referenciales de cierre del proyecto (Método Manual)

Costo Proyecto = Costo Contrato EPCM /EPC (U\$).

Costo Directo Cierre Proyecto = 0.5% Costo Proyecto (U\$).

Costo Indirecto Cierre Proyecto = 0.5% Costo Proyecto (U\$).

Costo Cierre Proyecto = 1% Costo Proyecto (U\$).

Costo Recurso HH = 97% Costo Directo Cierre Proyecto (U\$).

= 3% Costo Directo Cierre Proyecto (U\$). Costo Recurso Material

### 13.3 Indicadores de HH

Referenciales de cierre del proyecto (Método Manual)

Costo Proyecto = Costo Contrato EPCM /EPC (U\$).

**HH Cierre Proyecto** = 0,000115 \* Costo Proyecto.

HH Personal Profesional = 46% HH Cierre Proyecto.

HH Personal Técnico = 16% HH Cierre Proyecto.

HH Personal Contratista = 33% HH Cierre Proyecto.

HH Capacitación = 5% HH Cierre Proyecto.

Los indicadores mencionados sirven para establecer presupuestos de cierre de proyecto en etapas tempranas de la ingeniería del proyecto, sin embargo, la estimación siempre quedara supedita al *error* de la estimación del costo del proyecto.

La calidad de la estimación del costo del proyecto dependerá del avance del estudio del proyecto ya sea en prefactibilidad, factibilidad o proyecto detallado.

### Sección 19

### **PLAZO DEL CIERRE**

El plazo del proceso de cierre del proyecto se debe estudiar ya que incide directamente en la gestión integral del proyecto y tienen una composición y un comportamiento especial en función del plazo de la fase de ejecución del proyecto.

### 19.1 Antecedentes

Para poder verificar el plazo del proceso de cierre de un proyecto minero, recurriremos a un estudio de investigación realizado por el autor entre los años 1997 y 2006. Este es un estudio estadístico con una muestra proyectos mineros con un plazo promedio de 21,6 meses. Este estudio estadístico arroja una clara tendencia de los plazos e indicadores base, que permiten establecer de ante mano el plazo del proceso.

El análisis de los tiempos empleados en el proceso de cierre en los proyectos estudiados, se observó que existe una relación muy estrecha entre el periodo (T) de la *fase de ejecución* y el periodo (t) de *cierre del proyecto*.

El *parámetro empírico* referencial observado concluye que el periodo de cierre del proyecto es equivalente a un tercio del periodo estimado para la fase de ejecución.

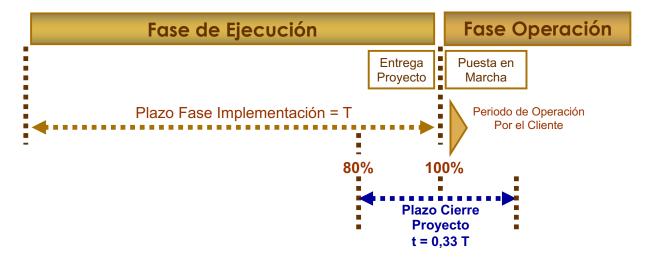
t = 0.33\*T

T = Plazo fase de ejecución.

t = Plazo cierre del proyecto.

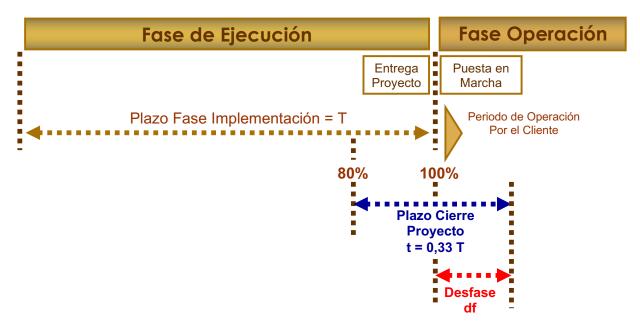
Como patrón, el proceso de cierre en los proyectos estudiados comenzó cuando el proyecto alcanzo un avance del orden del 80% efectivo, por lo que se debe considerar este punto de partida para establecer el plazo (t) estimado del proceso. Ver figura 4.60.

Figura 4.60 Plazo (t) sobre fase de ejecución



Esto implica un tiempo de desfase (df) entre el término de la fase de ejecución y el término del cierre de proyecto, además este desfase pasa a ubicarse dentro de la fase de operaciones. Figura 4.61.

Figura 4.61 Tiempo de desfase



De aquí se desprende que el tiempo (df) corresponde a:

df = t - 0.2\*T

df = 0.33\*T - 0.2\*T

df = 0.13\*T

df = 0.13 (t / 0.33)

df = 0.4 \* t

Donde:

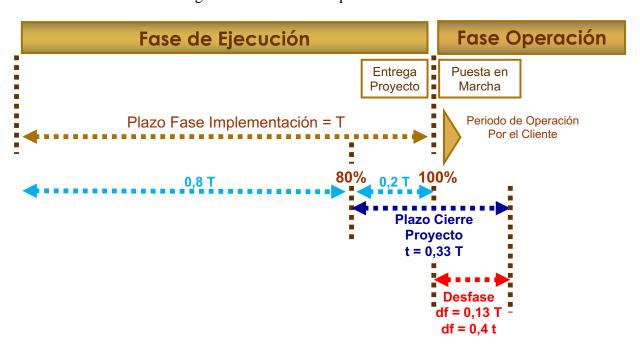
df = Desfase (Plazo aceptación conforme)

T = Plazo fase de ejecución

t = Plazo cierre del proyecto

El tiempo de desfase (df) se denomina "Plazo de Aceptación Conforme". Ver figura 4.62.

Figura 4.62 Plazo de aceptación conforme



19.2 Aceptación Conforme

El periodo definido como plazo de aceptación conforme es el desfase. Como se dijo anteriormente este desfase es de carácter admi-

nistrativo y genera los denominados costos indirectos del proceso que se descomponen básicamente en tiempos de retraso y deficien-

cias en la gestión del proceso:

Tiempos de retraso en la transferencia y entrega del proyecto.

Tiempos de retraso por falta información para toma de decisiones.

Tiempos de retraso por documentación incompleta.

Tiempos de retraso por tardía detección de problemas.

Tiempos de retraso por reordenamiento de documentación.

Tiempos de retraso por revisiones y completación documentación.

Tiempos de retraso por mala emisión de información y documentación.

Este plazo en cuestión es el que efectivamente consume una gran cantidad de HH. Sucede que como se puede apreciar en la figura

47 este plazo se ubica sobre la *fase de operación* que es propia de la operación por parte del Cliente, indicando que, en este plazo de

aceptación conforme, las instalaciones del proyecto están siendo utilizadas por el Cliente, pero siguen en custodia del agente debido

a que no han sido aceptadas en conformidad por el Cliente.

La no aceptación conforme de las instalaciones del proyecto por parte del cliente implica que no han sido aceptados los *Paquetes de* 

transferencia y entrega y que se encuentran con observaciones referidas a las deficiencias indicadas anteriormente.

19.3 Disminución del Plazo de Aceptación Conforme

El proceso de cierre del proyecto genera la mayor cantidad de costos indirectos durante el plazo de aceptación conforme lo que indi-

ca que al disminuir este plazo disminuiríamos los costos que involucra y a la vez optimizamos el proceso. Disminuir el plazo de acep-

tación conforme significa trasladar los tiempos involucrados hacia un inicio temprano. Este inicio temprano consiste en iniciar el

proceso de cierre en conjunto con el inicio de la fase de ejecución. Las variaciones empíricas observadas en los últimos megaproyec-

tos mineros que han utilizado esta modalidad, indican una disminución equivalente al 60% del plazo de aceptación conforme, redu-

ciéndose este en un 40% del valor de (df). Ver figura 4.63.

df1 = 40%\*df

df1 = 0.40\*df

df1 = 0.40\*0.13T

df1 = 0.052\*T

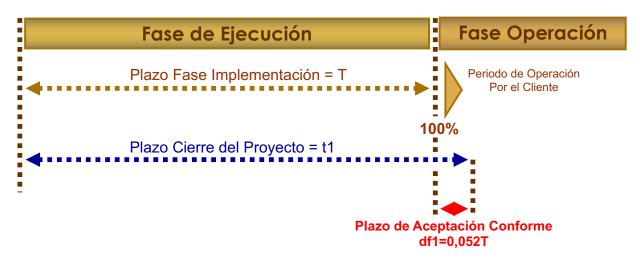
t1 = T + df1

t1 = T + 0.052 \* T

t1 = 1,052 \* T

118

Figura 4.63 Desfase con inicio temprano



### 19.4 Indicadores de Plazo (Meses)

Los siguientes son los indicadores de plazo obtenidos:

Inicio al 80% de la Fase de Ejecución:

- Plazo fase de ejecución: T
- Plazo cierre de proyecto: t = 0,33\*T
- ♣ Plazo aceptación conforme: df = 0,13\*T

Inicio al 0% de la Fase de Ejecución

- Plazo fase de ejecución: T
- ♣ Plazo cierre proyecto: t1 = 1,052\*T
- Plazo aceptación conforme: df1 = 0,052T

Los indicadores mencionados sirven para establecer presupuestos de cierre de proyecto en etapas tempranas de la ingeniería del proyecto, sin embargo, la estimación siempre quedara supedita al *error* de la estimación del costo del proyecto.

La calidad de la estimación del costo del proyecto dependerá del avance del estudio del proyecto ya sea en prefactibilidad, factibilidad o proyecto detallado.

## Sección 20 INFORME FINAL

Se debe realizar un *informe de cierre de proyecto* el que deberá ser preparado en conjunto por los altos niveles directivos del proyecto. Se deberán mantener reuniones y conversaciones profundas al respecto para que este informe sea un fiel reflejo de la realidad del proyecto. El informe final de cierre del proyecto debe contener a lo mínimo lo siguiente:

- 1. Resumen Ejecutivo: Para mostrar los aspectos más relevantes del informe de cara a su lectura por la Alta Dirección de la Empresa.
- 2. Evolución del Proyecto: Señalar la situación inicial del Proyecto, sus cambios más importantes y su situación final.
- 3. Logros Importantes: reseñar lo conseguido tanto desde el punto de vista de la gestión como desde el tecnológico, en concordancia con los subprocesos operacionales y técnicos.
- 4. Comparación Previsto/Real: En cada uno de los epígrafes que figuran a continuación deben explicarse las causas de las desviaciones habidas entre lo real y lo previsto, pensando, sobre todo, en su corrección en Proyectos futuros.
- \* <u>Alcance</u>: Para detallar los cambios habidos en el alcance propio y de otros incidiendo en las causas que los han motivado, por ser la fuente más frecuente de problemas en los Proyectos.
- Calidad: Para reflejar las estadísticas de calidad del Proyecto.
- Planificación: Se debe acompañar la planificación inicial y la realizada como mínimo, a nivel 0 o ejecutivo, además se debe considerar el plan de hitos. Para las tareas que hayan influido decisivamente en la marcha del Proyecto.
- Presupuestos y Costos: Se debe acompañar el presupuesto inicial y el costo final, a la luz de los cambios de alcance experimentados por el Proyecto.
- Organización: Se analizará si la organización prevista a lo largo del Proyecto ha sido la adecuada, si los procedimientos utilizados han sido eficientes y la interrelación entre estas ha sido óptima.
- Comunicación: Se facilitará un análisis crítico de los informes elaborados y en particular del Plan de Comunicaciones del Proyecto.
- \* <u>Riesgos</u>: Se analizará la evolución de la Matriz de Cuantificación del Riesgo, prestando especial atención a aquellos aspectos que finalmente hayan incidido en el Proyecto, originando desviaciones en sus objetivos.
- Sistemas Informáticos: Se estudiará si la previsión realizada en este aspecto, tanto a nivel de los equipos como de los programadores, ha sido la adecuada para el desarrollo del Proyecto.
- Integración: Se analizará la evolución del avance del Proyecto y del control para las interacciones entre sus distintas variables.
- 5. Asuntos Relevantes: De todo lo enumerado anteriormente se detallarán aquellos aspectos que hayan merecido especial atención para ser considerados como lecciones aprendidas, tanto positivas como negativas, en los ámbitos de gestión o tecnológicos.
- 6. Análisis de la Dirección del Proyecto: Evaluación y análisis objetivo de carácter corporativo alineado a las estrategias esenciales de la compañía.

Este informe debe ser presentado en una reunión corporativa y debe ser acompañado por una presentación ejecutiva a la *dirección general de la compañía*.

# Sección 21 TECNOLOGIA

La gestión del proceso de cierre del proyecto requiere revisar, trabajar, implementar, reutilizar y sobretodo generar nueva información. Por lo tanto es *esencial* la utilización de un sistema de gestión de base de datos (Software). Actualmente existen varios sistemas de gestión integral de bases de datos siendo su gran aplicación los proyectos de la industria Oil and Gas y la industria Química. Para la industria de Metales no existen muchos. En el mercado podemos encontrar los siguientes software:

- Complete IT
- Cx Manager
- Epin 4.0
- Projectools
- CxAlloySM
- Commissioning ROI

Un *sistema gestor de base de datos* (SGBD) es un conjunto de programas que permiten el almacenamiento, modificación y extracción de la información de *forma integrada*. Los usuarios pueden acceder a la información usando herramientas específicas de consulta y de generación de informes, o bien mediante aplicaciones al efecto. Estos sistemas proporcionan métodos para mantener la integridad de los datos, para administrar el acceso de usuarios a los datos y para recuperar la información si el sistema se corrompe.

Además permiten presentar la información de la base de datos en variados formatos. La mayoría incluyen un generador de informes. También pueden incluir un módulo gráfico que permita presentar la información con gráficos y tablas.

Las bases de datos y los sistemas para su gestión son *esenciales para la gestión de cierre del proyecto*, y deben ser gestionados con esmero.

En la actualidad a pesar del desarrollo tecnológico, la gran cantidad de software y aplicaciones, en la gestión de proyectos mineros, se siguen utilizando las planillas Excel como herramientas elementales, en algunas ocasiones BD Access.

Cabe destacar que en algunos proyectos donde se han instalado estos sistemas informáticos de gestión han fracasado por los siguientes motivos:

- No se asignan los recursos de administradores de BD
- No se capacita al personal en el uso del sistema
- Rechazo del sistema por los usuarios
- Boicot del sistema para su fracaso

De las razones indicadas anteriormente, las dos ultimas son las mas observadas en los proyectos en los cuales ha fracasado la implementación de estos software, ya que estos sistemas dejan al descubierto la gestión de las personas y eso no es conveniente para algunos. Por este motivo es necesario ser inflexibles respecto del uso del sistema informático y debe ser implementado con rigurosidad y disciplina para lograr una implementación exitosa.

A modo de ejemplo analizaremos el software EPIN 4.0 para conocer la estructura de estos sistemas.

El sistema EPIN 4.0 es un producto íntegramente desarrollado en Chile y es el resultado de 20 años de investigación y análisis del proceso de cierre de proyectos, realizado en los grandes megaproyectos mineros construidos en Chile entre 1997-2019. Tiene por finalidad asegurar la *operación exitosa* de proyectos industriales mineros de acuerdo a diseños, especificaciones y requerimientos formalizados mediante un contrato tipo.

De acuerdo a los actuales estándares de productividad y calidad total, establece:

- Principios y fundamentos de la transferencia y entrega del proyecto.
- **Strategia de transferencia y entrega del proyecto.**
- Apoyo a la administración integral del proyecto.
- Control de gestión del QA/QC del proyecto.
- Administración de las etapas de construcción, precomisionamiento y comisionamiento.
- Apoyo a la gerencia PDG.
- Integración de las organizaciones participantes del proyecto.
- Normalizar la documentación, flujos de Información, metodológicas y conceptos.

EPIN 4.0 es un sistema que considera la transferencia y entrega del proyecto como parte fundamental del negocio y prioridad dentro de las diferentes etapas de la fase de ejecución del proyecto. Una vez iniciada la etapa de construcción del proyecto se comienza a trabajar en paralelo la entrega de este.

Se ha implementado comercialmente en forma exitosa en Cuba (Proyecto de Níquel Expansión Planta Pedro Soto Alba) y en España (Proyecto las Cruces).

EPIN 4.0 es una herramienta poderosa en el *proceso de la información* clave del proyecto, tiene la capacidad de relacionar y obtener nueva información que nos permite, ver, agrupar, controlar, auditar y evaluar en *tiempo real* el estatus de una tarea u/o actividad del proyecto en sus diferentes etapas

EPIN 4.0 administra las etapas de la *fase de ejecución* a través de una *estrategia de transferencia y entrega* del proyecto. La estrategia queda establecida básicamente por:

- Tipo Proyecto (Greenfield / Brownfield)
- Tipo de Contrato y Alcance (EPCM / EPC)
- Organizaciones Participantes
- Hitos Contractuales
- Estructura de Quiebre Por Sistema (EQS)
- Listado de Equipos y Componentes
- Matriz de Registros de Construcción (Mínimos Requeridos)
- Matriz de Registros de Precomisionamiento.
- Listado de Vendors
- Criterios de Aceptación

### 21.1 SOFTWARE EPIN 4.0

Prototipo de software desarrollado para la administración sistémica de Proyectos Industriales Mineros tipo EPCM u EPC. Gestiona las etapas de Construcción, Término de Construcción, Precomisionamiento, Comisionamiento y Puesta en Marcha. El software administra el proyecto a nivel de equipos y componentes y no a nivel de actividades de construcción como se usa en la actualidad. El proyecto se define en función de sistemas y subsistemas los que se categorizan a nivel de infraestructura o facility, sistemas de servicios auxiliares y sistemas de proceso, lo que permite planificar estratégicamente en función de la puesta en marcha del proyecto (Commissioning Driven). El método tradicional de administración de proyectos planifica en función de actividades de construcción apuntando al término de construcción y no a la puesta en marcha que es el objetivo último del proyecto.



Al abrir el software Ud. vera esta pantalla, ingresando al sistema a través del Menú Principal.

### 21.2 Menú Principal

El menú principal presenta 6 botones de administración general del software. Los tres primeros botones son los módulos de administración del proyecto y los otros tres son de información general.

El sistema atraviesa las diferentes etapas del proyecto:

- Ingeniería
- Construcción
- Termino de Construcción
- Precomisionamiento
- Comisionamiento
- Puesta en Marcha

Estas etapas se representan a través del estándar de código de colores utilizado para identificar la etapa de proyecto y el grupo responsable de una área, instalación, equipo u/o componente del proyecto.

Blanco: Etapa de Ingeniería

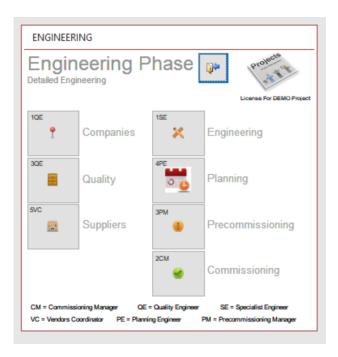
Gris: Etapa de Construcción y Termino de Construcción

Amarillo: Etapa de Precomisionamiento

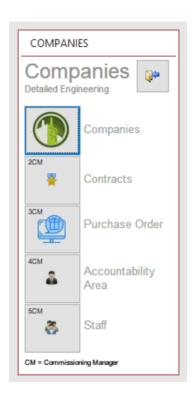
Verde: Comisionamiento y Puesta en Marcha

### 21.3 Fase de Ingeniería

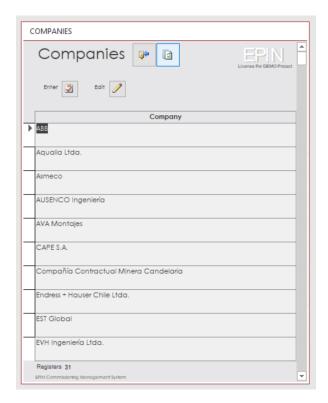
La información considerada en este menú, es la siguiente:



### 21.4 Modulo Empresas

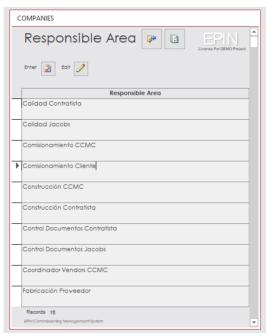


La sección empresas, contiene formularios con el registro de todas las empresas que participan del proyecto.



La sección contratos, contiene formularios con el registro de todos los contratos de las empresas que participan del proyecto.





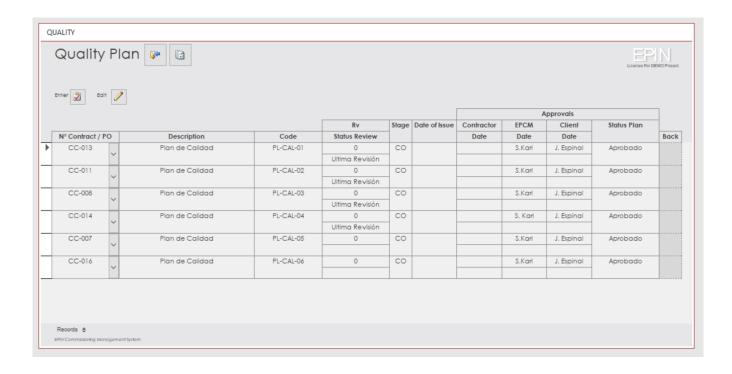


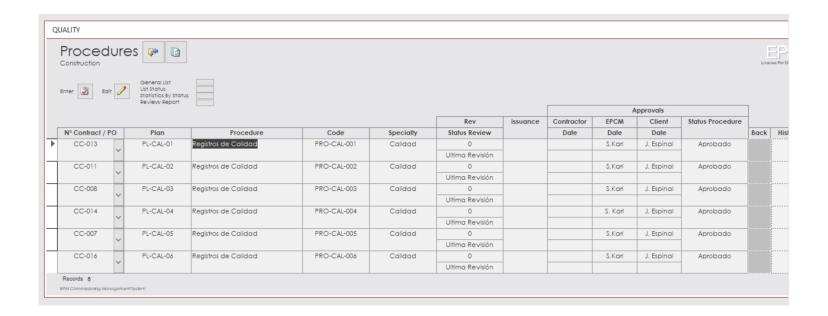
La sección área responsable y personal, contiene formularios con los registros del personal clave de todas las empresas que participan del proyecto.

### 21.5 Modulo de Calidad



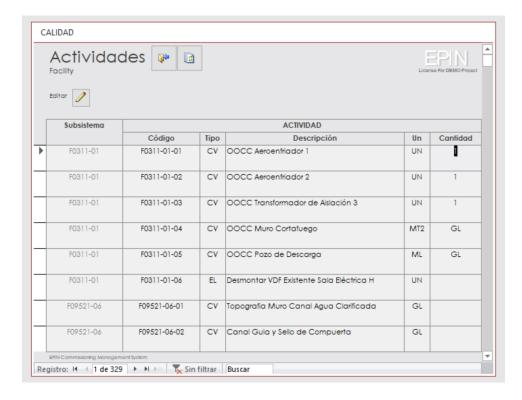
Contiene formularios para la administración del Plan de Calidad del proyecto.



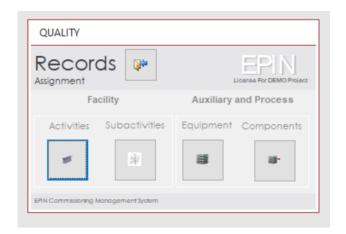


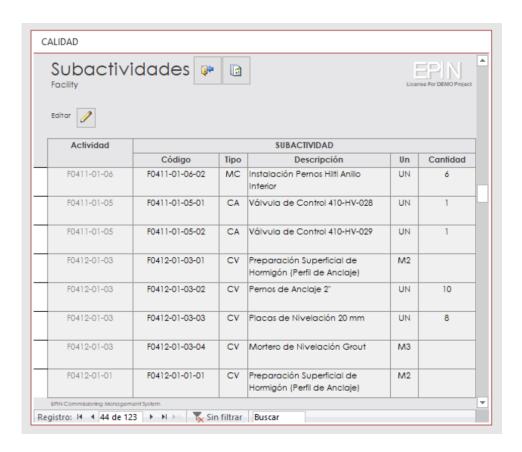


Formularios de actividades y subactividades, para la administración de los sistemas tipo facility del proyecto.



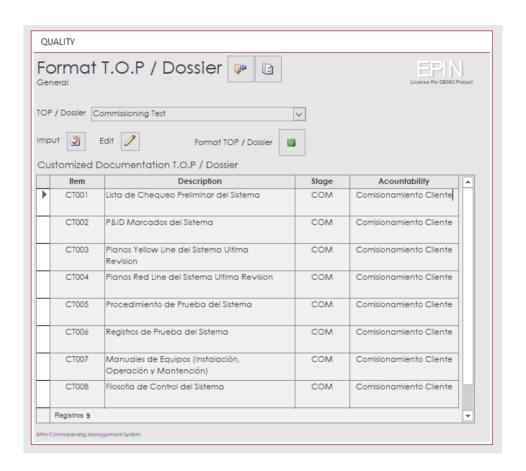
Formularios para la administración de registros de los sistemas del proyecto.

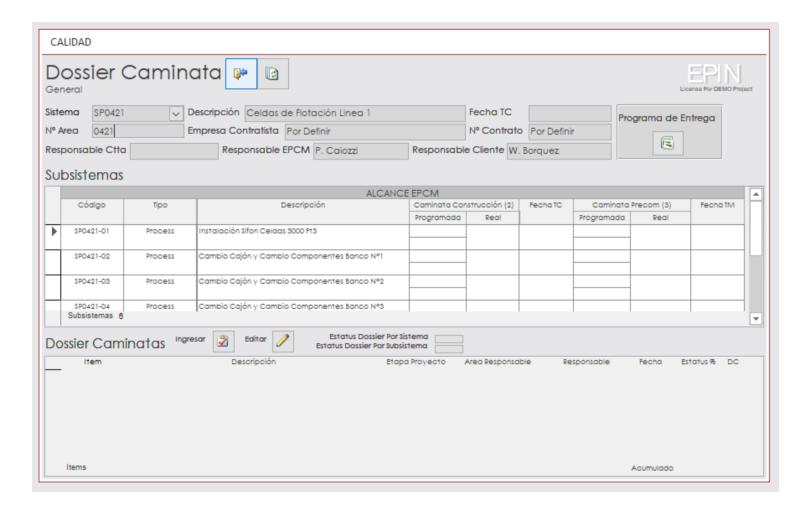




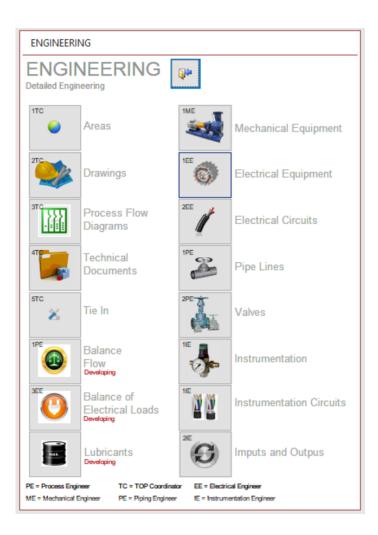


Formularios para la administración de dossier.



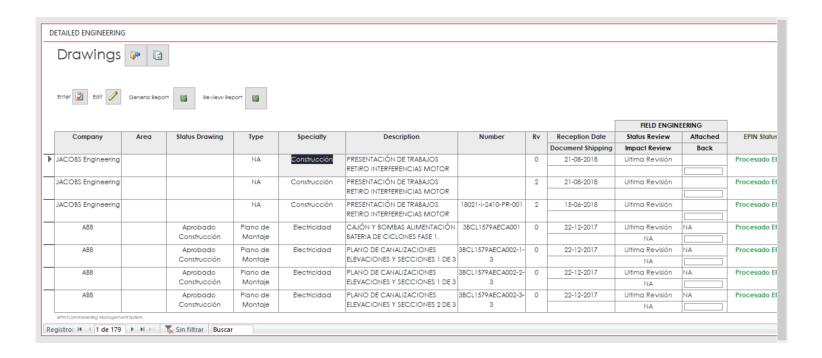


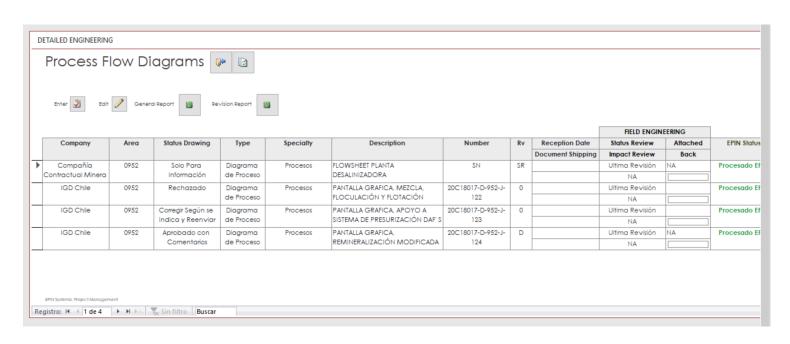
### 21.6 Modulo Ingeniería de Detalle

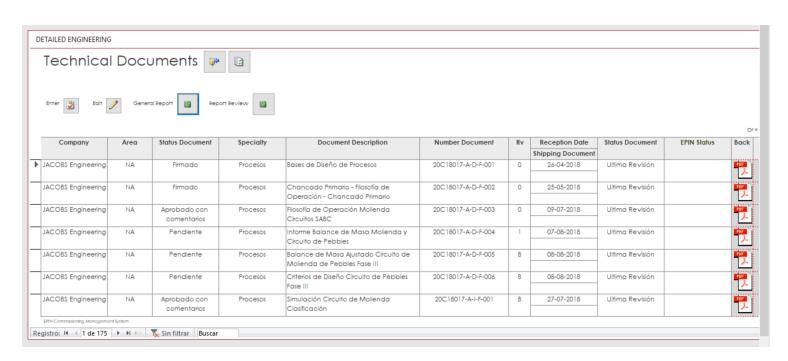


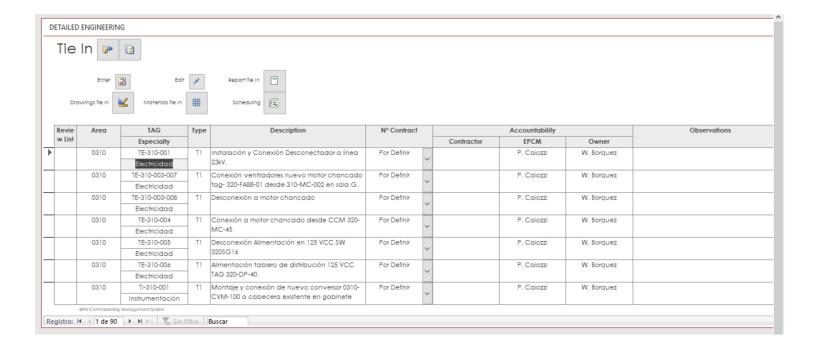
Formularios de Ingeniería del Proyecto, para la administración de los sistemas del proyecto.



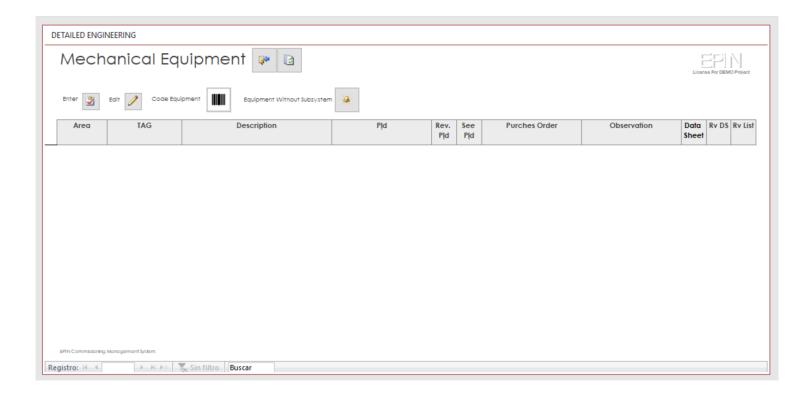


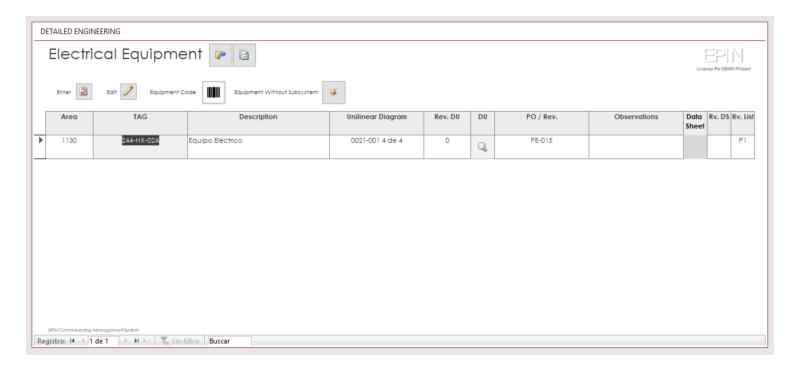


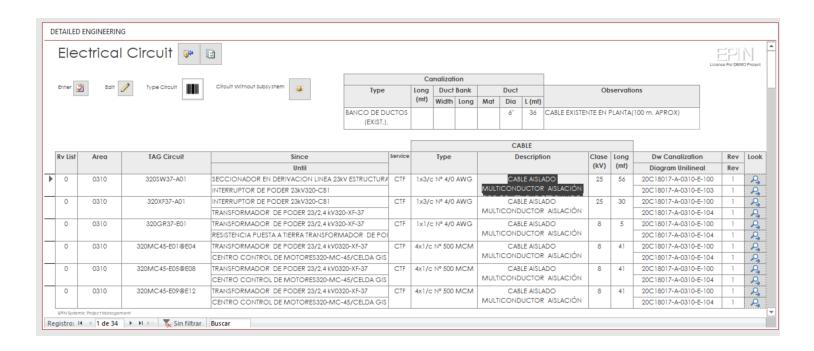


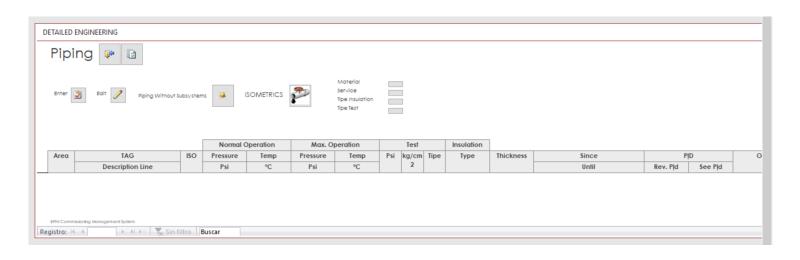


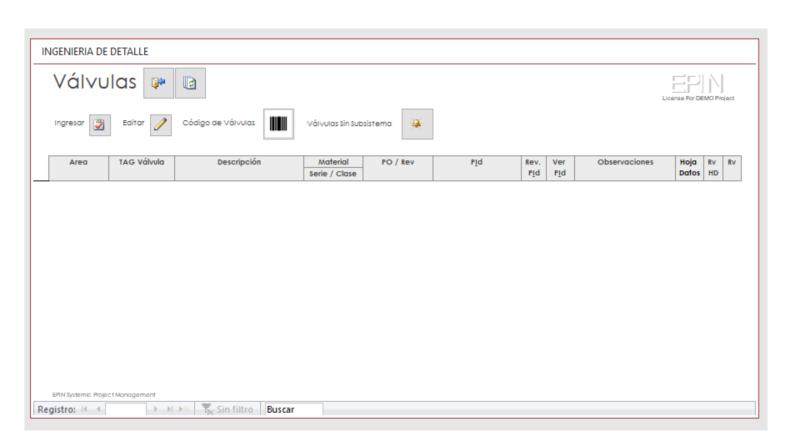
### Formularios de Ingeniería del Proyecto.

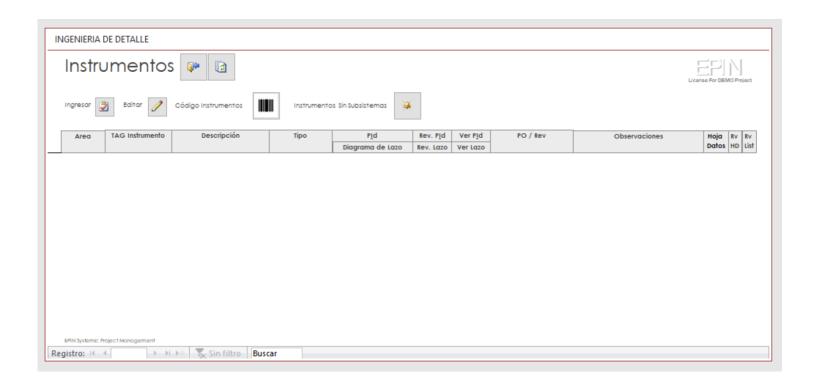


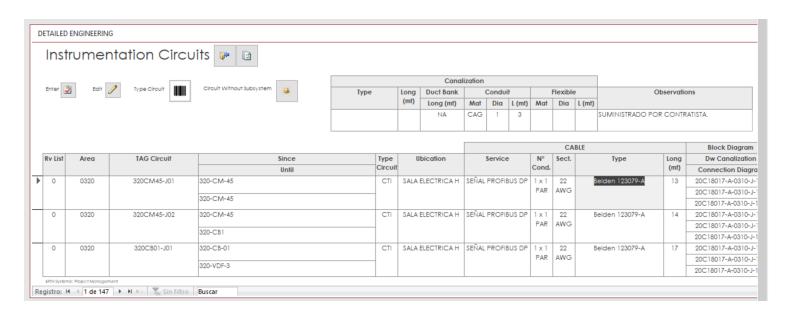


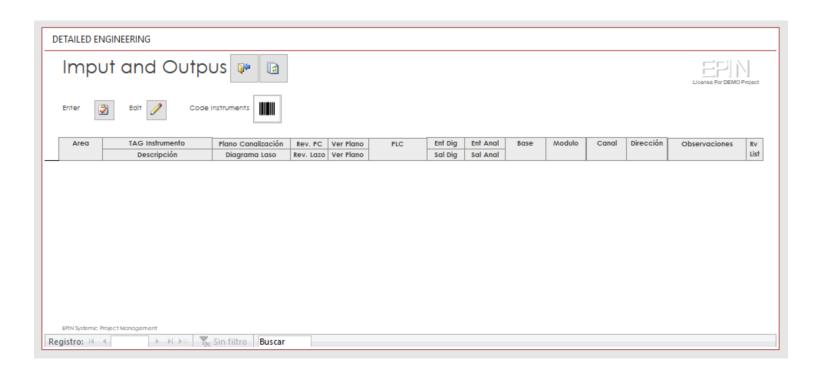








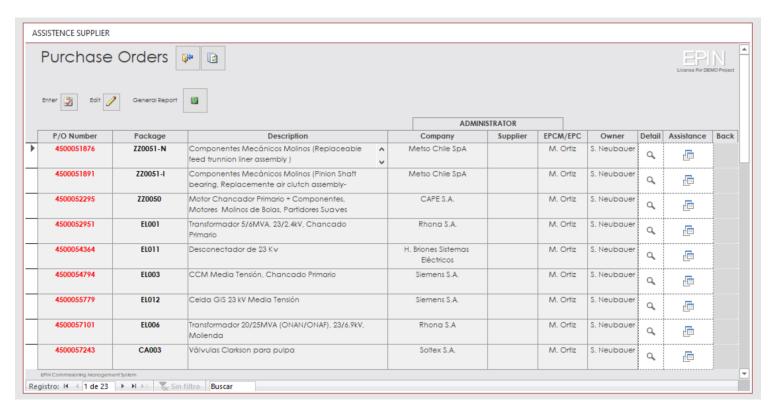




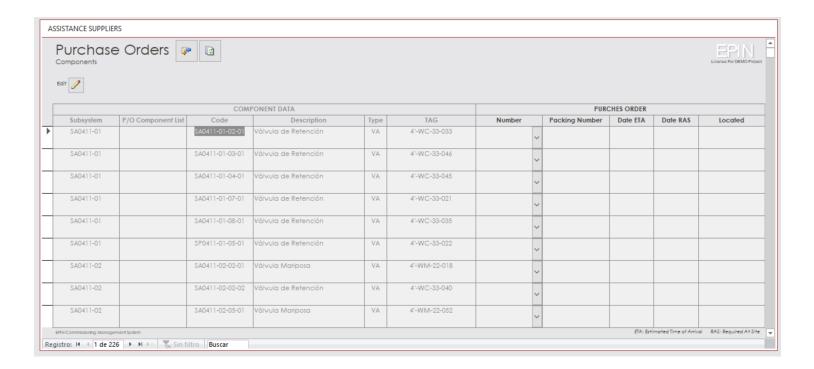
### 21.7 Modulo Asistencia Proveedores



Formularios de Proveedores del Proyecto, para la administración de la coordinación vendors del proyecto.







#### 21.8 Modulo Precomisionamiento

Formularios para la administración del Plan de Precomisionamiento del Proyecto.







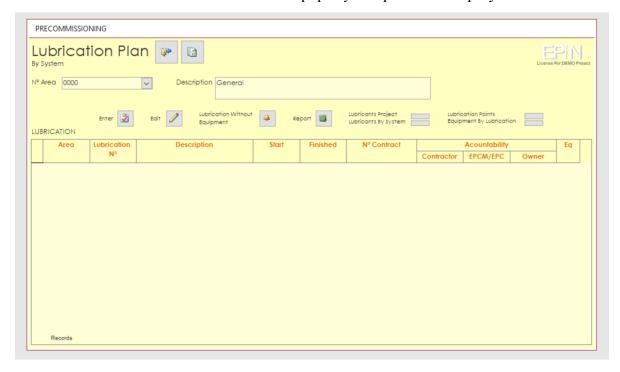


Formularios de equipos y componentes, para la administración de los sistemas tipo auxiliar y de proceso del proyecto.

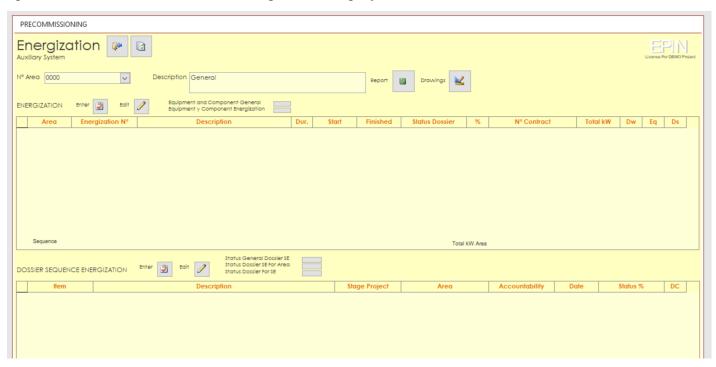




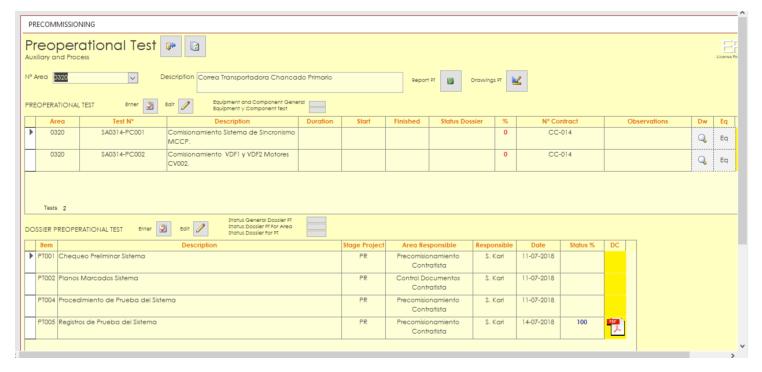
Formularios para la administración del Plan de Lubricación de equipos y componentes del proyecto.



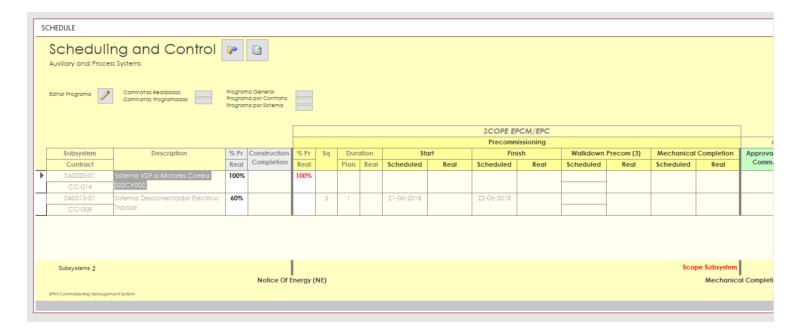
Formularios para la administración del Plan de Energización del proyecto.



Formularios para la administración del Plan de Pruebas Preoperacionales del proyecto.



Formularios para la administración del Programa de Entrega T.O.P del proyecto.



### 21.9 Modulo Comisionamiento



Formularios para la administración de la Estrategia de Comisionamiento del Proyecto.





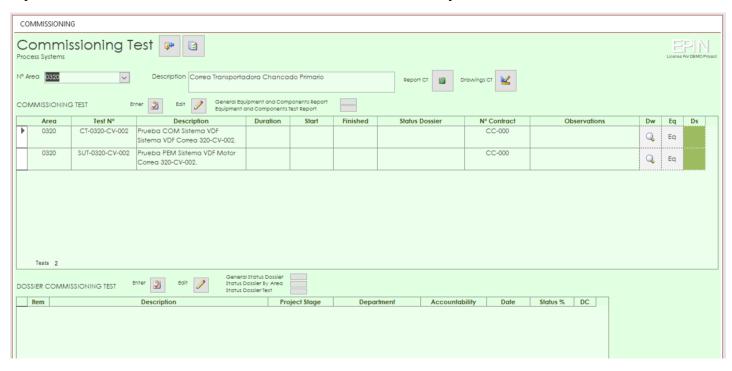
Formularios para la administración del Plan de Comisionamiento del Proyecto.







Formularios para la administración de las Pruebas de Comisionamiento del Proyecto.

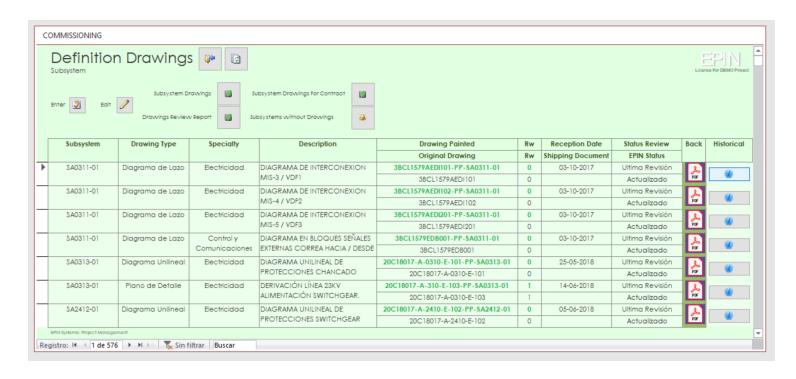


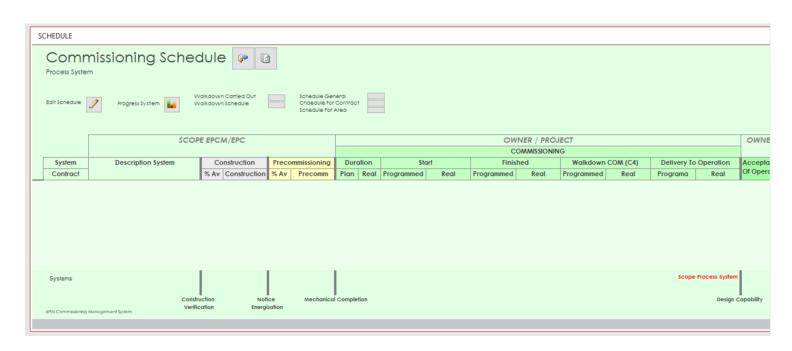
Formularios para la sistematización del Proyecto.





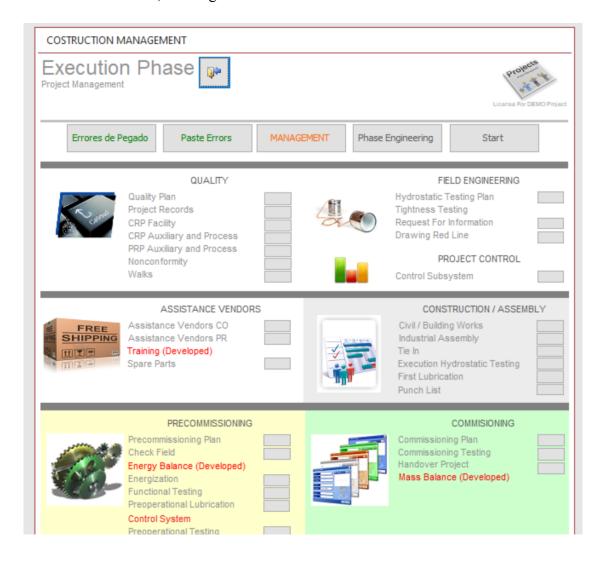




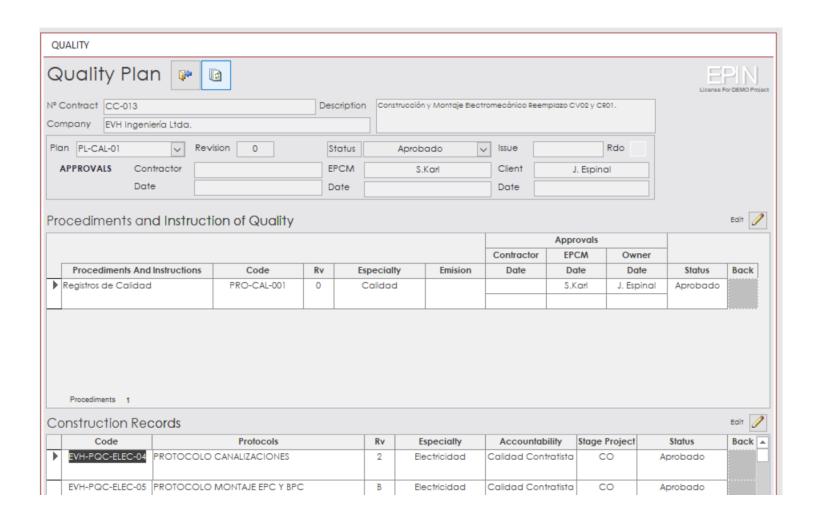


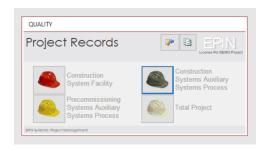
### 21.10 Fase de Ejecución

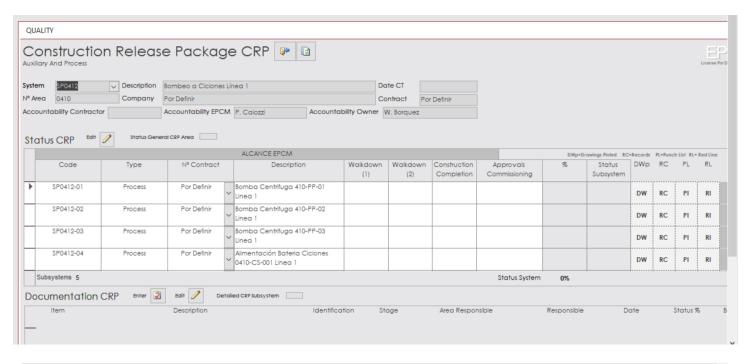
La información considerada en este modulo, es la siguiente:

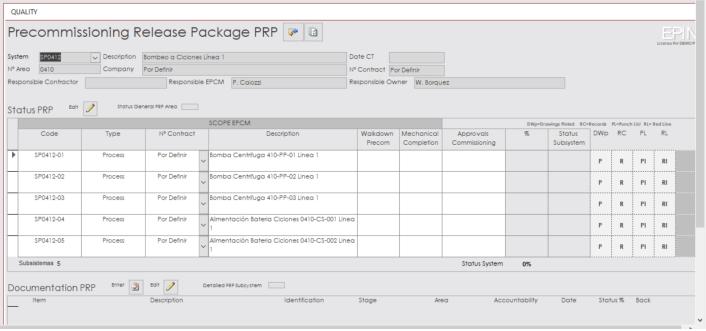


### 21.11 Modulo de Calidad





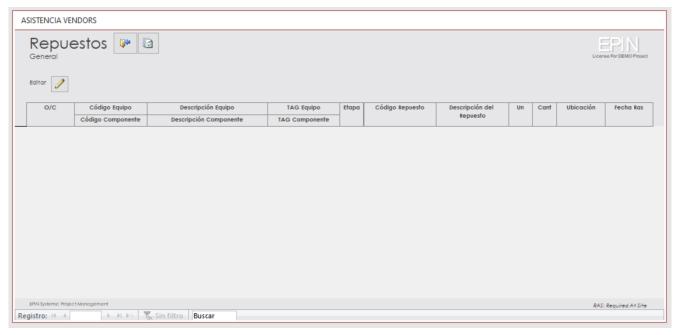




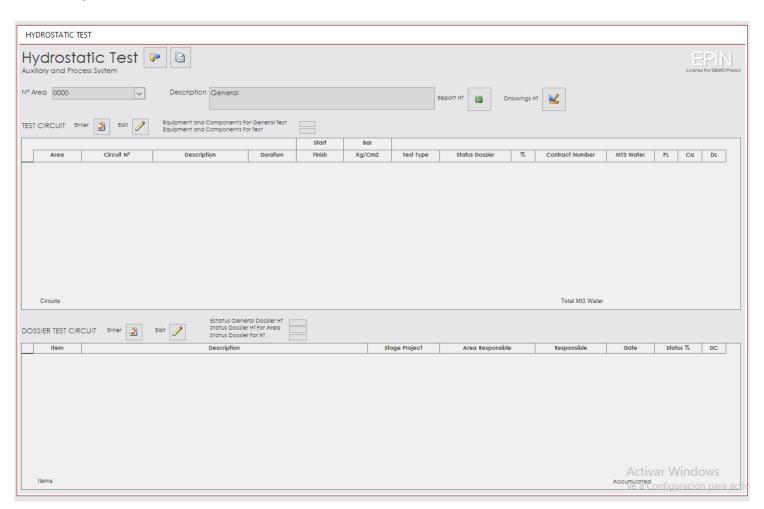


### 21.12 Modulo Asistencia Vendors





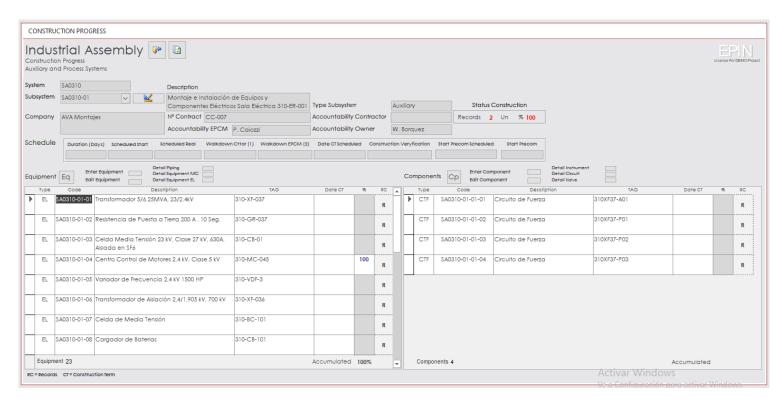
### 21.13 Modulo Ingeniería de Terreno

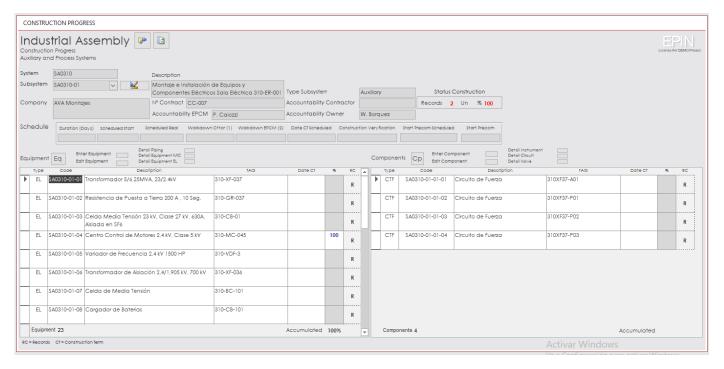


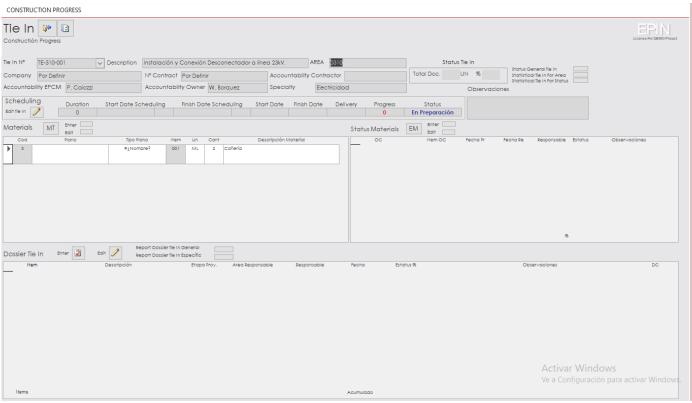


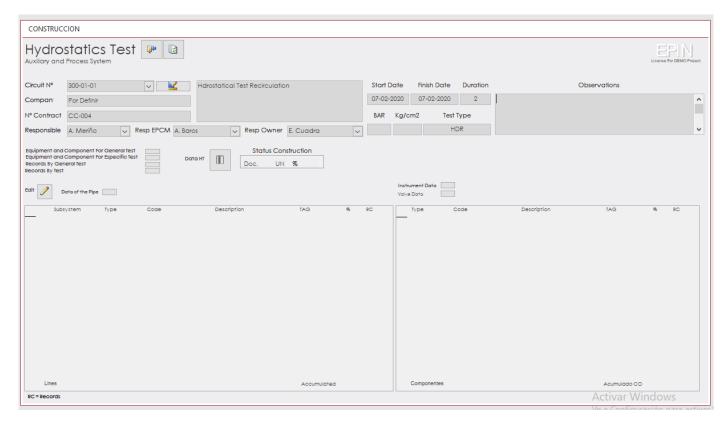


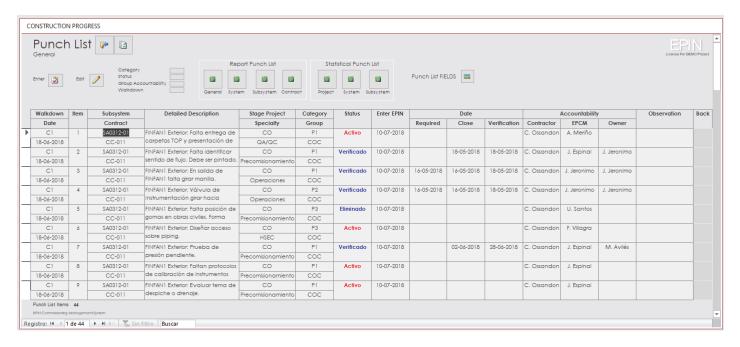
### 21.14 Modulo Construcción / Montaje

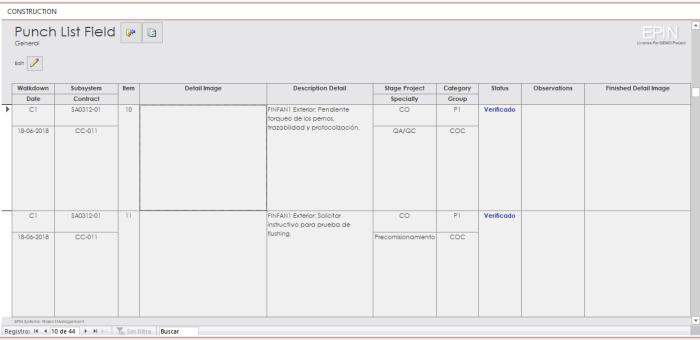




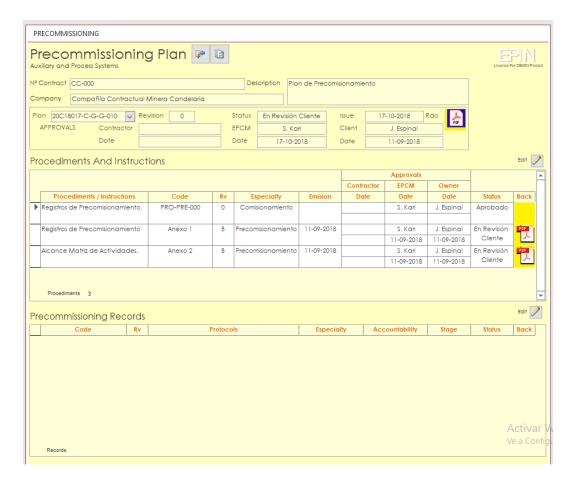


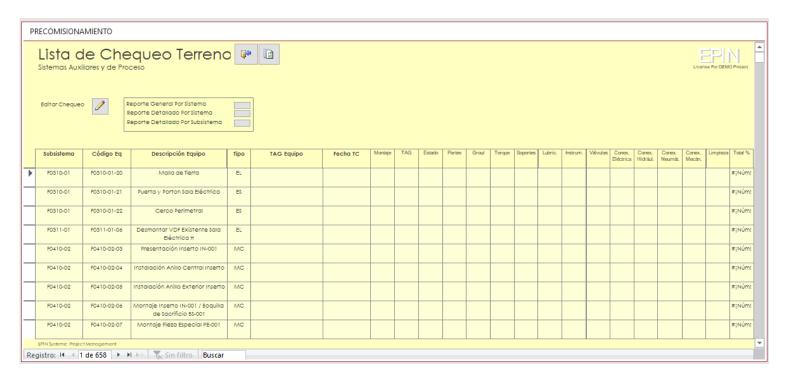


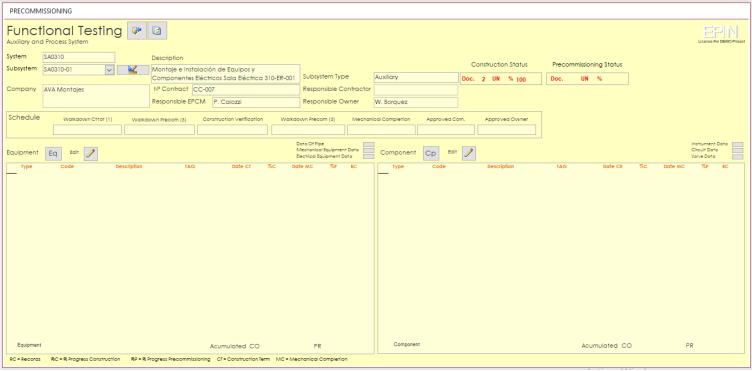


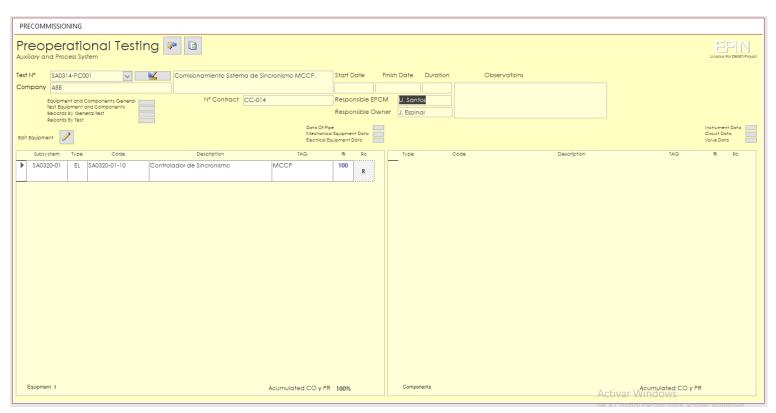


### 21.15 Modulo Precomisionamiento

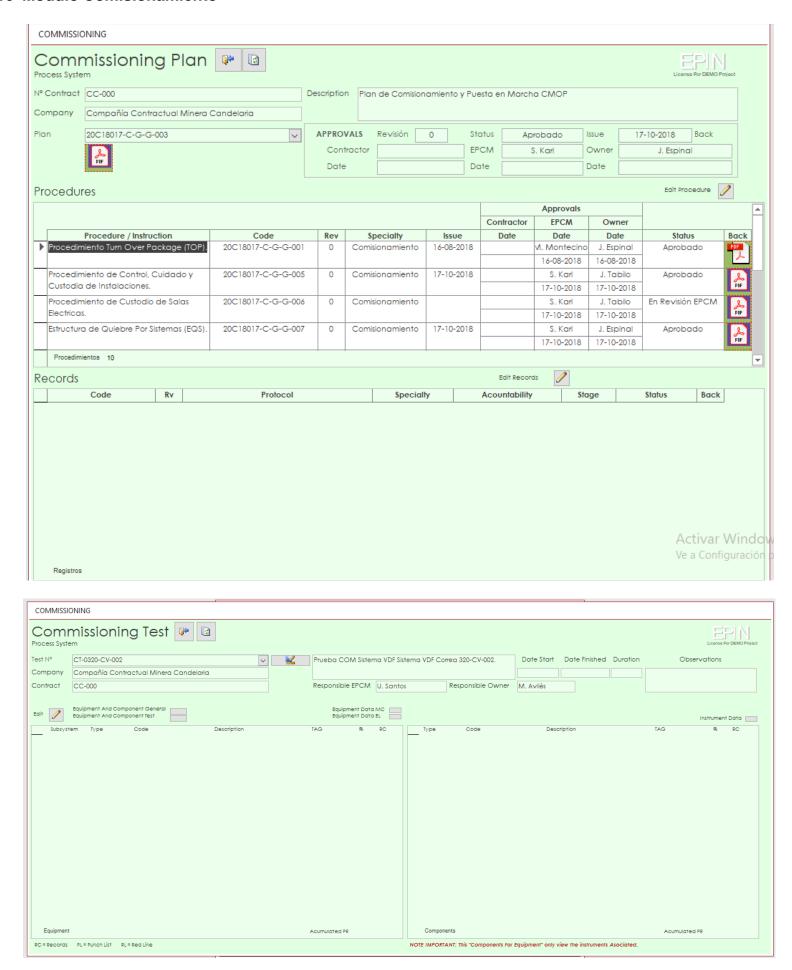








### 21.16 Modulo Comisionamiento



### 21.17 Manager

El modulo manager ha sido concebido para la función gerencial del proyecto accediendo a información estadística general del proyecto, a su vez permite elaborar informes ejecutivos con información en tiempo real.



- Resumen ejecutivo
- Estadística entrega de sistemas (general)
- Estadística entrega de subsistemas (general)
- Estadística punch list del proyecto
- Estadística punch list por sistema
- Estadística punch list por subsistema
- Caminatas realizadas por subsistema
- Estadística general de protocolos por sistema
- Estadística general de protocolos por subsistema
- Sistemas del proyecto
- Subsistemas del proyecto
- Listado de planos de definición de subsistemas (planos de borde)
- Sistemas sin subsistemas asignados (pendiente ingeniería)
- Subsistemas sin equipos asignados (pendiente ingeniería)

## Bibliografía

- 1. Fundamentos para la dirección de proyectos Guía del PMBok) Cuarta Edición 2008.
- 2. Ángel Díaz, El Arte de Dirigir Proyectos; Alfaomega 2da Edición España 2009.
- 3. Alan Randolph, Gerencia de Proyectos; McGraw Hill 1998.
- 4. Américo Albalá, Dirección de proyectos; Colegio Ingenieros de Chile 1993.
- 5. Gustavo Arriagada, Administración Integral de Proyectos; Colegio Ingenieros de Chile 1995.

### Artículos

- 1. G. Edward Gibson, Jr.1, Giovanni C. Migliaccio2, and James T. O'Connor3, Changing project delivery strategy: ar implementation framework; 2008.
- 2. C. Williams Ibbs, Young Hoon Kwak, Project Delivery Systems and Project Change; 2003.
- 3. Stalin Karl, Sistematización de Proyectos Mineros; Articulo Original 2016.
- 4. Stalin Karl, Indicadores de Costo Para Cierre de Proyectos Mineros; Articulo Original 2016.
- 5. Stalin Karl, Indicadores de Plazo Para Cierre de Proyectos Mineros; Articulo Original 2017.