

2

Estándar de Puesta en Marcha

G E R E N C I A D E P R O Y E C T O S



INDICE

INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS Y ALCANCE	5
DEFINICIONES	6
RESPONSABILIDADES	8
DIAGRAMA DE PROCESO	11
METODOLOGÍA PUESTA EN MARCHA	12
ANÁLISIS DE RIESGOS	19
ANEXOS	21

© Copyright, Codelco El Teniente, Gerencia de Proyectos
Se prohíbe su reproducción, ya sea parcial o total.

Los contenidos de este documento son para referencia y uso exclusivo de la Gerencia de Proyectos de División El Teniente. Cualquier uso de los mismos fuera de este ámbito es bajo la responsabilidad de quien los utilice.

1

Introducción

La puesta en marcha integra en su metodología el desarrollo de la planificación, procedimientos, programa de trabajo y responsabilidades para la ejecución de todas las actividades que permitirán realizar las pruebas funcionales y operativas para transferir un proyecto desde la Puesta en Marcha (PEM) y dar comienzo a la operación por parte del cliente.

Esta metodología debe ser aplicada en las etapas de Puesta en Marcha (pruebas pre-operacionales y operacionales) de todos los proyectos de construcción en ejecución, sean directos, modalidad EPC o contratista.



2

Objetivos y alcances

2. Objetivos y alcances

- Establecer los requisitos mínimos para el proceso de puesta en marcha de acuerdo con la planificación de proyecto y estándares de la Gerencia de Proyectos.
- Definir la metodología de la etapa de puesta en marcha.
- Establecer los roles y las responsabilidades del personal en la PEM.
- Definir los mínimos requerimientos para la ejecución de las pruebas para la puesta en marcha de manera segura y funcional, considerando el conjunto de sistemas, subsistemas y equipos del proyecto.
- Definir el traspaso secuencial de equipos, sistemas y unidades funcionales entre el equipo ejecutor, proyecto y por parte de la operación.

La puesta en marcha involucra la realización de chequeos sobre los sistemas, subsistemas y equipos, en las distintas etapas en que se desarrolla el proyecto de manera de asegurar que están adecuadamente balanceados, funcionalmente operativos y cumplan con lo establecido por el diseño.

La etapa de puesta en marcha cubre en general las siguientes etapas:

- Definición de sistemas, subsistemas y equipos.
- Planificación de pruebas
- Pre-comisionamiento de pruebas en vacío y con agua
- Comisionamiento de pruebas con carga
 - Período de aumento gradual de la producción
 - Pruebas de Rendimiento (performance tests)
 - Entrega definitiva



3

Definiciones

Capacitación: Son las actividades de capacitación y entrenamiento en aspectos generales de la operación bajo las condiciones de proyecto, dirigido a la organización del cliente tanto de operaciones y de mantenimiento para comenzar a familiarizarse y tomar un paulatino conocimiento del proyecto operando.

Marcha Blanca: Etapa de la puesta en marcha en que se inicia la puesta en servicio de sistemas, subsistemas y equipos de manera de compatibilizar funcionalidad y criterios de operación.

Paquete de traspaso de pruebas: Archivo o conjunto de archivos que contienen la documentación de respaldo de montaje y pruebas asociadas a un componente, sistema o subsistema. Información que determina, asegura y garantiza la transferencia, custodia y control de los sistemas y subsistemas entre Puesta en Marcha y Cliente.

Pruebas Pre-operacionales: Son pruebas individuales donde se testean los equipos, incluidos sus sistemas, para verificar la correcta instalación y conexión mecánica, eléctrica y de control de equipos e instrumentos individuales, para asegurar que estén en condiciones de iniciar el proceso de Pruebas Operacionales en Vacío.

Pruebas Pre-operacionales en Vacío: Pruebas de conjunto de equipos sin carga (eventualmente con agua, aire) y que conforman un sub-sistema o sistema. Contemplan pruebas de secuencia de partida/parada, simulan la operación y se ejecutan en forma remota (desde sala control) y/o local.



Pruebas Operacionales con carga: Pruebas de conjunto con carga y que incorporan las pruebas de rendimiento de cada equipo en particular y de cada línea de proceso identificada en el límite de batería del proyecto.

Pruebas de Rendimiento: Pruebas que se ejecutan con la presencia del proveedor para verificar los parámetros de diseño de los equipos, instalaciones y/o sistemas; realizadas a través de controles, ensayos y mediciones, ejecutados durante un período determinado de operación continua y bajo condiciones nominales, de acuerdo a las condiciones estipuladas en las correspondientes órdenes de compra y/u otros documentos contractuales.

Tarjetas de Pruebas: Rotulación definida a través de tarjetas que permiten identificar la disponibilidad de los equipos en etapa de precomisionado y comisionado.



4

Roles y Responsabilidades

4.1 Jefe de Construcción

- Responsable del término de la construcción e instalaciones de los equipos, subsistemas y sistemas, proporcionando todos los servicios, herramientas y equipos necesarios que sean requeridos para la etapa de puesta en marcha.
- Verifica y controla el resultado de las inspecciones de terminación de construcción para las pruebas preliminares de construcción, y controla la ejecución de la etapa de levantamiento de Listado de Pendientes (checklist), para dar paso a la puesta en marcha.

4.2 Jefe de Puesta en Marcha de Proyecto

- Asegurar el cumplimiento de lo establecido para plan de puesta en marcha.
- Responsable de planificar la puesta en marcha, guiar el inicio de cada etapa y definir los alcances de acuerdo con el programa de obra.
- Proporcionar todos los recursos necesarios para la ejecución del plan de puesta en marcha.
- Coordinar y ejecutar las pruebas en todas sus etapas; y apoyar al responsable de puesta en marcha de operación en la etapa de las pruebas con carga (comisionamiento); y participar en la puesta en régimen del proyecto.
- Responsable de la liberación de cada uno de los equipos en las diferentes etapas de puesta en marcha. Finalmente traspasa los sistemas y equipos del proyecto a la operación.
- Es responsable de entregar la documentación a través del paquete de entrega definitivo al Jefe de Puesta en Marcha de Operación.

4.3 Jefe de Puesta en Marcha de Operación

- Responsable de la puesta en marcha por parte de la operación, designado por el Superintendente del área.
- Responsable de coordinar desde operación las pruebas en vacío, pruebas con carga y pruebas de rendimiento en conjunto con el Jefe de Puesta en Marcha.
- Responsable de asegurar la disponibilidad de los servicios de suministro o producto de proceso (mineral, relave, concentrado, gases u otros) necesarios para el desarrollo de pruebas con carga.
- Responsable de la aceptación de protocolos de pruebas con carga para el traspaso progresivo a régimen de operación.
- Responsable de asegurar la participación del personal de operación competente en la etapa de capacitación de la Puesta en Marcha.

4.4 Jefe de Puesta en Marcha Contratista

- Realizar una asignación de responsabilidades, recursos y procedimientos que se utilizarán en la etapa de Puesta en Marcha.
- Garantizar una puesta en marcha segura y confiable; deberá disponer de técnicos especialistas que supervisen en el sitio la puesta en marcha de los diferentes equipos y sistemas.
- Programar para las etapas de puesta en marcha la asistencia técnica de especialistas del vendor.



4.5 Ingenieros Especialistas PEM

- Asesorar y apoyar al jefe de puesta en marcha del proyecto de acuerdo a los requerimientos por especialidad.

4.6 Vendors

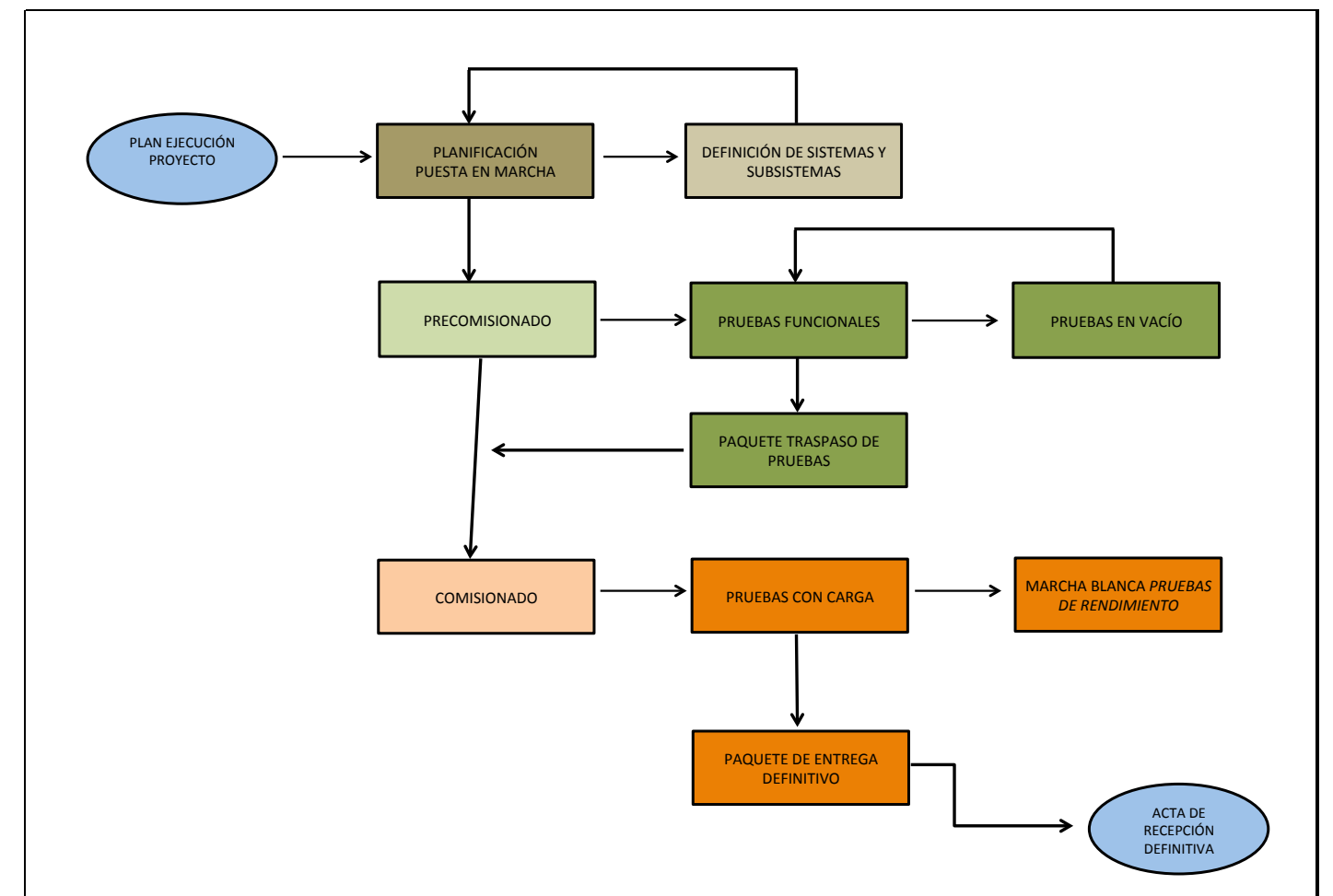
- Asistir al cliente en el sitio como asesoría especialista en etapa de puesta en marcha de acuerdo con lo especificado en alcances contractuales.
- Responsable del proceso de capacitación técnica definida para la operación en las diferentes etapas de puesta en marcha, operación y mantención incorporando el entrenamiento al Plan de Capacitaciones.
- Revisar y validar el listado y cantidades de repuestos y materiales para utilizar durante la puesta en marcha.

Es responsabilidad del Director de cada área, dependiendo de la envergadura y características del proyecto, establecer si el Jefe de Construcción podrá cumplir las funciones del Jefe de Puesta en Marcha.



5

Diagrama del Proceso de puesta en Marcha



6

Metodología de Puesta en Marcha

6.1 Sistemas, subsistemas y equipos

Los sistemas, subsistemas y equipos se deben identificar y definir de acuerdo con los diagramas P&ID, los límites de baterías, resultados de pruebas preliminares, planos de distribución de planta y demás documentos. Sobre esta información se marcará cada uno de los sistemas y los límites entre ellos. Cada sistema deberá ser separado en detalle, con sus partes componentes, de manera de verificar en terreno cada sistema, subsistema y equipos de acuerdo a una secuencia lógica de pruebas a desarrollar:

- Número de identificación de cada línea de proceso.
- Equipos con su respectiva identificación.
- Puntos de conexión (Tie Ins) definidos claramente en planos.
- Instrumentación con su respectiva identificación.
- Localización en planta cuando aplique.
- Sistemas de servicios auxiliares y de seguridad.
- Definición de pruebas para puesta en marcha.

6.2 Planificación de pruebas

La planificación de pruebas se debe establecer teniendo en cuenta la definición de sistemas, subsistemas y equipos para el inicio de las pruebas, recomendaciones de los fabricantes de los equipos, criterios de operación y las prácticas de mantenimiento para los equipos.

El programa de pruebas debe incluir la totalidad de las pruebas a desarrollar durante las etapas de pre-comisionado y comisionado, la frecuencia para pruebas, y deberá registrar y evaluar los resultados.



Se deberán definir los controles y el seguimiento al avance de la fase de pruebas y proyecciones de acuerdo con programa de proyecto. Considerar que en caso desviación, cada proyecto en particular definirá las alertas en su programa específico de pruebas.

Se deben definir los responsables y la disponibilidad de recursos para facilitar la ejecución de las pruebas.

Contempla una revisión de los procedimientos y estándares para el desarrollo de las pruebas y protocolización para aceptación de las pruebas programadas.

El programa de pruebas debe considerar los períodos determinados para las pruebas con carga, a fin de probar el funcionamiento del sistema de acuerdo a régimen de operación.

Se deberá programar la realización del traspaso programado de los sistemas, subsistemas y equipos manera controlada y organizada, mediante actas de liberación levantadas en terreno.



6.3 Entrenamiento y Capacitación

El entrenamiento y capacitación a considerar durante la puesta en marcha, dependiendo del tipo de proyecto, se desarrollará en las siguientes etapas:

Entrenamiento Básico

Capacitación cuya finalidad es que el personal, tanto de puesta en marcha como de operación, conozca el desempeño de los diferentes equipos previo a la puesta en operación.

Capacitación Avanzada

Ciclos de capacitación dirigidos tanto al grupo de Operación como de Mantenimiento. Se deberán definir módulos avanzados de capacitación para los monitores de operación y mantenimiento.

Para el desarrollo de la capacitación se deberá definir en conjunto con el Cliente la disponibilidad del personal de operación y mantenimiento, y las jornadas estimadas de capacitación teórica y práctica de acuerdo con turnos producción.

El registro de asistencia de la etapa de entrenamiento y capacitación debe ser documentado en la recepción final y dirigido al Cliente, considerando contenidos, nómina de asistencia, fechas y certificaciones de la capacitación.



6.4 Precomisionamiento

Esta etapa corresponde al desarrollo de las pruebas funcionales y pruebas en vacío de cada uno de los equipos, incluidos sistemas y subsistemas, para precisar su instalación y correcto funcionamiento. Esto incluye la calibración de los instrumentos, los chequeos de alineamiento en frío, la comprobación de los instrumentos de seguridad, las pruebas hidrostáticas, el sentido de giro de motores, entre otros. Esta fase conduce a la terminación de cada una de las unidades (equipos y sistemas), y prepara para el comisionado del proyecto.

La conformidad de las pruebas realizadas en esta etapa deberá quedar registrada en un listado de chequeo de pre-comisionamiento de acuerdo al anexo 9.2 Protocolo de Precomisionado.

En la fase de precomisionado se procesa la información del paquete de traspaso de pruebas. El Jefe de Puesta en Marcha requiere recibir todos los certificados, protocolos de pruebas, manuales, planos y controles de calidad.

Además, se deberá considerar en esta etapa las siguientes tareas (si aplica):

- Revisión de los diagramas P&ID.
- Revisión del límite de batería.
- Revisión de los instrumentos.
- Revisión de alarmas.
- Revisión de las válvulas.
- Revisión de los instrumentos de seguridad.
- Revisión del correcto funcionamiento de todos los equipos.
- Revisión de sistemas auxiliares y de seguridad.

Los equipos involucrados en las pruebas deberán contar con tarjetas de pruebas que determinan la disponibilidad de equipos y subsistemas para las etapas de pruebas (Anexo 9.1).

Para la identificación de equipos, subsistemas y sistemas, se debe difundir previamente la función y uso de las tarjetas aplicables a la etapa, en complemento a tarjetas de bloqueo según estándar de control de fatalidades N° 1: Aislación, bloqueo y permiso de trabajo.

La conformidad de la etapa de precomisionamiento de los equipos, instalaciones y/o sistemas, se desarrolla mediante la verificación del paquete de traspaso de pruebas (Anexo 9.4) que contendrá el listado de los equipos, instalaciones y/o sistemas y subsistemas entregados, para dar paso a la etapa de comisionamiento.

6.5 Comisionamiento

Es la fase donde se llevan a cabo las pruebas operacionales con cargas, y respectivas pruebas de rendimiento, simulación de los lazos de control para equipos en operación, verificación de los sistemas de seguridad y la etapa de marcha blanca del sistema operando.

Al inicio de esta etapa, con el objeto de asegurar que se llevará a cabo un comisionado seguro y adecuado de las distintas unidades en pruebas, los siguientes aspectos deben ser considerados:

- Revisión de la información del paquete de traspaso de pruebas para cada sistema, subsistemas y equipos.
- Revisión de los puntos de conexión por sistema. En esta fase deberá verificarse su disponibilidad, según los parámetros requeridos por operación.
- Control del programa de pruebas con carga, para su realización en forma progresiva y conducente a establecer la preparación del sistema para su operación.
- Realización de las pruebas con carga para alcanzar el acondicionamiento de los sistemas, subsistemas y procesos claves y calibración de dispositivos.
- Registro de cada test estimado en la etapa de pruebas, para determinar el rendimiento de los sistemas en la operación de marcha blanca.



En caso de aceptación por parte de la operación, se firmará el acta de entrega provisoria con la operación, mediante la cual el sistema y procesos claves se encontrarán en condiciones de iniciar su operación según conformidad de Protocolo Comisionado (Anexo 9.3).

Los equipos involucrados en las pruebas deberán contar con tarjetas de pruebas con carga definidas para la etapa de comisionamiento, Anexo 9.1.

6.6 Entrega Definitiva

La entrega definitiva del proyecto, por parte del Jefe de Puesta en Marcha, se realizará una vez definido el cierre de la etapa de comisionamiento, dando paso a que sistema, subsistemas y equipos se encuentren disponibles para operar en régimen de producción. Toda la documentación generada durante las pruebas con carga, protocolos y registros además del Paquete de Entrega Definitivo a operación deberá ser entregado por el Jefe de Construcción del Proyecto a respectivo Jefe de Puesta en Marcha de operación.



6.6.1 Contenido del paquete de entrega definitivo.

Carpeta	Sección N°	Descripción	Contenido
N° Carpeta	1	Documentación de Equipos y Materiales Suministrados	<ul style="list-style-type: none"> • Listado de Equipos y Materiales Suministrados • Listado de Repuestos • Certificaciones • Manuales de Equipos • Manuales de Mantenimiento • Seguros y Garantías • Registros de Capacitación
N° Carpeta	2	Protocolos Construcción y Montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Listado de Protocolos • Protocolos de Construcción • Planos
N° Carpeta	3	Protocolos PEM	<ul style="list-style-type: none"> • Listado de Protocolos de puesta en marcha • Protocolos de Pruebas de Pre-comisionamiento • Protocolos de Pruebas de Comisionamiento

7

Análisis de Riesgo en Puesta en Marcha

Para la implementación de las medidas de control de seguridad y salud ocupacional durante la fase de puesta en marcha, se considera el análisis combinado de las etapas de construcción, puesta en marcha y operación de acuerdo con los criterios establecidos en la Matriz Consolidada de Riesgos del Proyecto, incluyendo los estándares de control de fatalidades y salud en el trabajo.



7.1 Matriz Consolidada de Proyecto

API:															
Proyecto:															
Proceso:						Fecha:									
Gerencia:						Unidad/Suptcia/Depto:									
N°	Peligros del área (Operación y Mantenimiento) (Situación Sin Proyecto)					Etapas de Proyecto					Peligros del área (Operación y Mantenimiento) (Situación Con Proyecto)				
	Peligros	Probabilidad (P)	Severidad (S)	MR=P*S	Clasificación del riesgo	ADQ	C y M	PEM	CIERRE	ECF Aplicable	P	S	MR	C R	ECF Aplicable
1	Contacto con energía eléctrica	4	8	32	Inacceptable		x	x		ECF N°1	2	8	16	Inacceptable	ECF N°1
2	Caída distinto nivel	2	8	16	Inacceptable	x	x	x	x	ECF N°2	2	8	16	Inacceptable	ECF N°2
3	Exposición a carga suspendida	4	8	32	Inacceptable	x	x		x	ECF N°7	4	8	32	Inacceptable	ECF N°7
4	Choque, colisión o volcamiento	2	8	16	Inacceptable	x	x	x	x	ECF N°4	2	8	16	Inacceptable	ECF N°4
5	Incendio	2	8	8	Inacceptable		x	x	x	ECF N°12	2	8	8	Inacceptable	ECF N°12
Identificar y evaluar los peligros de la operación, y establecer el análisis de SySO con el proyecto en operación.															
Peligros Adicionales Fase Ejecución											Observaciones				
1	Riesgo ergonómico por manejo manual de carga			No evaluado	Inacceptable	x	x	x	x	EST N° 4	El proyecto no incorpora nuevos peligros a operación y mantenimiento diferentes a los gestionados en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional				
2	Riesgo ergonómico por postura forzada			No evaluado	Inacceptable	x	x	x	x	EST N° 4					
3	Riesgo ergonómico por movimientos repetitivos			No evaluado	Inacceptable		x	x		EST N° 4					
4	Atropello por vehículo en sector			32	Inacceptable	x	x	x	x	ECF N°4					
5	Golpeado y/o atrapado por equipo de levante y/o carga suspendida			16	Inacceptable	x	x	x	x	ECF N° 7					
6	Exposición a ruido			RM > o = LP	Inacceptable	x	x	x		EST N° 3					
7	Exposición a carga suspendida			16	Inacceptable	x	x	x		ECF N° 7					
8	Golpeado por y contra			16	Inacceptable	x	x	x		ECF N° 5					
9	Golpeado y atrapado por equipo en movimiento			8	Inacceptable	x	x	x		ECF N°8					
10	Exposición a gases generada por:			LP > RM > 50% LP	Inacceptable	x	x	x		EST N° 3					

8 Anexos

- 8.1 Tarjeta de Pruebas de Puesta en Marcha
- 8.2 Protocolos Precomisionado
- 8.3 Protocolos Comisionado
- 8.4 Lista de Verificación Paquete de Traspaso de Pruebas
- 8.5 Verificación plan ejecución puesta en marcha”

EQUIPO EN
PUESTA EN
MARCHA

EQUIPO: _____

TAG: _____

ETAPA DE PRUEBA: _____

NOMBRE RESPONSABLE: _____

FONO: _____

UNIDAD: _____

GERENCIA: PROYECTO

EMPRESA: _____

8.5 Verificación Plan Ejecución Puesta en Marcha

Item	DESCRIPCIÓN	APLICA		OBSERVACIONES
		SI	NO	
OBJETIVOS Y ALCANCES PLAN DE EJECUCIÓN				
1	Verificar si se han definido objetivos de Plan de Ejecución Puesta en Marcha.			
2	Verificar los alcances del Plan de Ejecución de Puesta en Marcha.			
3	Verificar los plazos y etapas para ejecución del Plan de Puesta en Marcha.			
4	Verificar Hitos principales del Plan de Ejecución de la Puesta en Marcha.			
5	Verificar procesos y equipos principales para definir el Plan de Ejecución de Puesta en Marcha.			
6	Verificar asignación de responsabilidades para Puesta en Marcha.			
7	Verificar Costos del Plan de Ejecución en Puesta en Marcha.			
8	Verificar la realización del análisis de riesgo de la Ejecución de Puesta en Marcha.			
9	Verificar la inclusión del estándar de Control de Fatalidades y Salud en el Trabajo.			
10	Verificar la factibilidad de intervenir instalaciones en operaciones durante la Puesta en Marcha.			
11	Verificar autorización para coordinar actividades de Puesta en Marcha con GRMD y Gerencia Operativa.			

ITEM	DESCRIPCIÓN	APLICA		OBSERVACIONES
		SI	NO	
PROCESOS Y EQUIPOS PARA PUESTA EN MARCHA				
1	Se verifican alcances de pruebas de puesta en marcha según equipos, sub-sistemas y sistemas.			
2	Se verifica que las pruebas de puesta en marcha involucran la realización de chequeos sobre los equipos, subsistemas y sistemas.			
3	Verificar que los chequeos de puesta en marcha consideran parámetros operacionales tales como: presión, temperatura, mínimos y máximos de flujos, amperaje y voltajes eléctricos, torque, volúmenes de fluido, y otras mediciones termodinámicas en localizaciones claves.			
4	Se verifica a través de chequeo las condiciones operativas que aseguren que la instalación operará de acuerdo al diseño.			
5	Se ha verificado una metodología para realizar un análisis estructurado y anticipado de las posibles fallas que se pudieran originar durante el proceso de puesta en marcha.			
6	Se verifica que la definición de pruebas mínimas a realizar en cada equipo, subsistema y sistema considera el estándar de Puesta en Marcha GPRO.			
7	Verificar que las pruebas en puesta en marcha consideran aspectos como: operación, rendimientos, condiciones de mantenimiento y condiciones de seguridad.			
8	Se verifica que los requisitos para pruebas en puesta en Marcha se establecen en procedimientos e instructivos.			
9	Se verifica que las pruebas operacionales con carga y la puesta a régimen (Ramp-up) serán lideradas bajo responsabilidad del Jefe de Puesta en Marcha Proyecto y CLIENTE.			
10	Verificar que los requisitos de pruebas consideran el cumplimiento de Estándares de Control de Fatalidades y Salud en el Trabajo.			

Jefe de Ingeniería

Jefe de Construcción

Director de Proyectos



Estándar de Puesta en Marcha

compromiso
con la vida

