



ASOCIACIÓN REGIONAL DE EMPRESAS DEL SECTOR
PETRÓLEO, GAS Y BIOCOMBUSTIBLES
EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE.

Guía de Gestión de Salas de Control de Ductos y Terminales

Marzo 2019

PUBLICACIÓN ARPEL N° MP 01-2019



MEJORES PRACTICAS

Guía de Gestión de Salas de Control de Ductos y Terminales

MP 01-2019

Marzo 2019

Autores

Este documento fue preparado a solicitud de ARPEL y su Comité de Ductos y Terminales, por el **Equipo de Proyecto de Certificaciones de Operadores de Ductos (EPCOD)**, integrado por:

Antonio Meza (COGA)
César Arimana (COGA)
Frank Zegarra (COGA)
Jorge Costilla (COGA)
Javier Núñez (ECOPETROL)
Luis Blanco (ENAP)
Odilon Horta (IBP)
Adrian Merida (OLDELVAL)
Gastón Gader (OLDELVAL)
Diego Bruzzoni (OLDELVAL)
Eduardo Merçon (PETROBRAS)

Bruno Peres (PETROBRAS)
Rodrigo Mourão (PETROBRAS)
Julio Nores (PLUSPETROL)
Mariano Marino (TGN)
Ricardo Andreani (TGN)
Santiago Larrosa (TGN)
Sergio López (TGN)
Carlos Benito (YPF)
Leandro Loguzzo (YPF)
Adhemar Zapata (YPFB)
Roman Mayorga (YPFB)

Comité de Ductos y Terminales de ARPEL:

Raúl Sampedro Farias (ANCAP)
Omar Pasquinelli (AXION ENERGY)
Ruben Diaz Schotborgh (CHEVRON)
Antonio Meza (COGA)
Edilberto Amaya (COGA)
Riyaguel Capote Rodríguez (CUPET)
Edmundo Piraino (ENAP)
Juan Pablo Rhodes (ENAP)
Alfonso Jiménez López (EP PETROECUADOR)
Carla Pereira Imbroisi (IBP)
Gustavo Galambos (HONEYWELL)
Raúl Guio (IHS)
Guillermo Rodríguez (KBR Technology)
Andre Berardi (KBR Technology)
Carlos Vergara (OCENSA)
Adrian Merida (OLDELVAL)
Gastón Gader (OLDELVAL)

Kelvin Salmon (PCJ)
Eduardo Gallegos Barcenás (PEMEX)
Paulo Penchiná (PETROBRAS)
Ricardo Dias De Souza (PETROBRAS)
Luciano Maldonado García (PETROBRAS)
Newton Camelo De Castro (PETROBRAS)
Hugo Leguizamón Ruiz (PETROPAR)
Walter López (PETROPAR)
Dino Valdiviezo Albán (PETROPERU)
Rómulo Silva Ángulo (PETROPERU)
Felipe Henao Vargas (PLUSPETROL)
Roy Vargas Carranza (RECOPE)
Javier Soto Castro (RECOPE)
Luis Vasquez Madueño (REPSOL)
Albert Tacias (TEMA)
Arturo Heinke (YPF)
Wilson Zelaya (YPFB)

Coordinación Técnica

Irene Alfaro, Directora de Downstream - E-mail: ialfaro@arpel.org.uy

Tiphaine Le Moënnner, Gerente de Proyectos - E-mail: tlemoennner@arpel.org.uy

Derechos de autor

Los derechos de autor de este documento, ya sea en su versión impresa o digital son propiedad de la Asociación Regional de Empresas del Sector Petróleo, Gas, y Biocombustibles en Latinoamérica y el Caribe (ARPEL). Cualquier copia de este trabajo protegido deberá incluir esta nota sobre los derechos de autor.

Exoneración de responsabilidad

A pesar de haberse realizado esfuerzos para garantizar la exactitud de la información contenida en este documento, ni ARPEL, ni ninguno de sus socios, autores o revisores, ni las empresas e instituciones que ellos representan, asumen responsabilidad alguna por cualquier uso que se haga del mismo. Ninguna referencia a nombres o marcas registradas de fabricantes de equipos y/o procesos representa un endoso de parte de los autores, ARPEL o cualesquier de sus socios.

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción, objetivo y alcance	1
1.1	Introducción	1
1.2	Objetivo y alcance	2
2	Referencias	3
3	Glosario	4
4	Roles, autoridad y responsabilidades del personal	9
4.1	Generalidades	9
4.2	Operación normal.....	9
4.3	Condiciones de Operación Anormal, Operación Anormal y Emergencias	10
4.4	Interfaz con el público	10
4.5	Responsabilidad del resto del personal operativo.....	10
5	Cambio de Turno y Pasaje de Servicio	12
5.1	Meta y visión general	12
5.2	Cambio de Turno	12
5.2.1	Situaciones normales	12
5.2.2	Situaciones anormales o extraordinarias.....	12
5.2.3	Definiciones de los aspectos generales del procedimiento de cambio de turno.....	13
5.2.4	Garantía de la continuidad operativa durante el cambio de turno	13
5.2.5	Duración del cambio de turno.....	13
5.3	Pasaje de servicio	14
5.3.1	Procedimiento de ejecución.....	14
5.3.2	Contenido y registros	14
5.4	Orientaciones para situaciones especiales	16
5.4.1	Situación anormal o emergencia.....	16
5.4.2	Atención a llamadas telefónicas y otras interferencias	16
5.4.3	Verificación Inicial "Primera Hora".....	16
5.4.4	Controladores reintegrándose de vacaciones, pases y licencias.....	17

6	Proveer información adecuada.....	18
6.1	Generalidades	18
6.2	Información a través de pantallas SCADA	18
6.2.1	Determinación de cambios en pantallas SCADA	18
6.2.2	Consideraciones de diseño para la presentación de la información en las pantallas SCADA	18
6.2.2.1	Ingeniería de factores humanos	18
6.2.2.2	Diseño y organización de pantallas	19
6.2.2.3	Navegación en pantallas.....	19
6.2.2.4	Característica de objetos	19
6.2.2.5	Animación de objetos.....	19
6.3	Prueba de señales punto-punto	20
6.3.1	Señales SCADA	20
6.3.2	Procedimiento	20
6.3.3	Registros y documentación	21
6.3.4	Con respecto a las señales críticas	21
6.4	Pérdida de monitoreo y control por falla de comunicaciones SCADA.....	22
6.4.1	Procedimiento ante pérdida parcial de comunicaciones SCADA	22
6.4.2	Procedimiento ante pérdida total de comunicaciones SCADA	22
6.4.3	Simulacros ante pérdida total de comunicaciones SCADA	22
6.4.4	Condiciones anormales durante pérdida de comunicaciones	23
6.5	Centro de Control de Contingencia SCADA (CCC).....	23
6.5.1	Procedimiento para transferencia	23
6.5.2	Pruebas de operación del Centro de Control de Contingencia SCADA (CCC)	24
6.6	Documentación requerida para la operación	25
6.6.1	Documentación necesaria para la Sala de Control.....	25
6.6.1.1	De las órdenes de trabajo.....	25
6.6.1.2	Del monitoreo del personal en el Derecho de Vía	25
6.6.1.3	De la estrategia operativa	25
6.6.1.4	De los manuales, procedimientos e instructivos	25
6.6.1.5	De los planos y diagramas	26
6.6.1.6	De la bitácora.....	26
6.6.1.7	De los directorios telefónicos	26
6.6.1.8	De la seguridad de procesos.....	26
6.6.2	Documentación necesaria para el Centro de Control de Contingencia SCADA	26
6.7	Información en los softwares de soporte.....	27

7	Gestión de la fatiga.....	28
7.1	Gestión de la fatiga para Controladores	28
7.1.1	Fundamentos básicos de fatiga.....	28
7.1.1.1	Ritmos circadianos.....	28
7.1.1.2	Ciclo del sueño.....	28
7.1.1.3	Privación del sueño	29
7.1.1.3.1	Causas de la Privación del Sueño	29
7.1.1.3.2	Consecuencias de la privación del sueño	30
7.1.1.4	Fatiga	30
7.1.1.5	Estado de alerta.....	31
7.2	Procedimiento de gestión de fatiga	31
7.3	Horario de trabajo	31
7.3.1	Límites de horas de servicio	31
7.3.2	Horas de descanso	34
7.3.3	Casos de excepción	34
7.4	Descanso durante el turno	34
7.5	Estimulación durante el turno	34
7.6	Educación y entrenamiento en fatiga	35
7.6.1	Programa de educación a controladores	35
7.6.2	Revisión periódica del programa.....	35
7.7	Entorno de trabajo	35
7.7.1	Iluminación.....	36
7.7.2	Ruido	36
7.7.3	Temperatura	37
7.8	Alimentación durante el trabajo.....	37
7.9	Ejercicio durante el trabajo	37
7.10	Salas de descanso	38
7.11	Alojamiento para dormir	38
7.12	Servicio de transporte.....	38
7.13	Reconocimiento de fatiga	38
7.14	Inclusión del factor de fatiga en la investigación de eventos	39

8	Sistema de Gestión del Cambio (SGC)	40
8.1	Meta y visión general	40
8.2	Aplicación y Alcance	40
8.2.1	Aplicación	40
8.2.2	Alcance	40
8.3	Autoridad y Responsabilidad	40
8.3.1	Descripción	41
8.3.2	Identificación de la necesidad del cambio	41
8.3.2.1	Tecnología, procesos e instalaciones	41
8.3.2.2	Personas	42
8.3.3	Registro del cambio	43
8.3.4	Flujograma del proceso	43
8.3.5	Gestión del cambio de emergencia	43
8.3.6	Monitoreo de rendimiento	44
8.3.7	Notificación y entrenamiento	44
9	Experiencia Operativa	45
9.1	Requisitos básicos para Controladores	45
9.2	Retroalimentación de situaciones operativas	45
10	Entrenamiento y calificación	47
10.1	Lineamientos generales	47
10.1.1	Contenido del programa escrito	48
10.1.2	Etapas del programa de calificación	49
10.2	Identificación de tareas	50
10.2.1	Otras consideraciones	51
10.2.2	Agrupación de tareas	51
10.2.3	Condiciones Anormales de Operación (CAO's)	52
10.3	Capacitación y entrenamiento	52
10.3.1	Programa integral de formación	53
10.3.1.1	Fluidodinámica y datos técnicos de ductos	54
10.3.1.2	Monitoreo de operaciones de ductos	54
10.3.1.3	Operación en Condición normal y anormal	54
10.3.1.4	Respuesta ante una Contingencia	55
10.3.1.5	Operación manual de instalaciones (experiencia de campo)	55
10.3.1.6	Manejo del simulador	55
10.3.1.7	Seguimiento de variables off-line (Variaciones Patrimoniales/Terceros)	56
10.3.2	Re-entrenamiento	56

10.4	Proceso de calificación	56
10.4.1	Evaluador	57
10.4.2	Método de evaluación	57
10.4.3	Tipo de evaluación	58
10.4.4	Resultados de la evaluación	59
10.5	Particularidades	59
10.5.1	Personal no calificado	59
10.5.2	Desempeño que contribuye a un incidente	60
10.5.3	Causa razonable para verificar la calificación	60
10.5.4	Proceso para determinar si existe causa razonable	61
10.5.5	Revisión del programa de calificación	61
11	Carga de trabajo	62
11.1	Generalidades	62
11.2	Tareas a considerar	63
11.2.1	Comandos y controles	63
11.2.2	Observación, seguimiento y análisis de las operaciones de los ductos	63
11.2.3	Comunicaciones: cara a cara, teléfono, radio, etc.	64
11.2.4	Confirmación y respuesta de las alarmas	64
11.2.5	Tareas administrativas	65
11.3	Medición de la Carga de Trabajo	66
12	Gestión de alarmas	68
12.1	Introducción	68
12.2	Definición de alarma	68
12.3	Principios para el diseño de alarmas	69
12.4	Gestión del ciclo de vida de alarmas	70
12.5	Roles y responsabilidades	72
13	Atención de Condiciones Anormales de Operación	73
13.1	Generalidades	73
13.2	Roles y Responsabilidades	74
13.3	Procedimientos para atender CAO's	74
13.4	Entrenamiento de CAO's para Nuevos Controladores	75
13.5	Reentrenamiento de CAO's para Controladores	75
13.6	Registro	75

14	Aspectos complementarios	76
14.1	Cumplimiento de la Guía.....	76
14.2	Ciber Seguridad	77
14.2.1	Introducción a la Ciber Seguridad.....	77
14.2.2	Conceptos Importantes	77
14.2.2.1	Ciber Seguridad	77
14.2.2.2	Sistema Automático de Control Industrial (IACS).....	77
14.2.2.3	Diferencias entre IT y OT	78
14.2.2.4	Ciber Riesgo	80
14.2.2.5	Amenaza	80
14.2.2.6	Vulnerabilidad	80
14.2.2.7	Medidas de prevención	80
14.3	Comunicaciones	81
14.3.1	Comunicaciones SCADA	81
14.3.2	Comunicaciones Interpersonales.....	83
14.4	Protección patrimonial	83

TABLAS

Tabla 7-1.	Lineamientos para Límites de Horas de Servicio según API RP 755	33
Tabla 7-2.	Requerimientos de iluminación en Sala de Control.....	36
Tabla 7-3.	Requerimientos de ruido en Sala de Control	36
Tabla 7-4.	Requerimientos de temperatura en Sala de Control.....	37
Tabla 10-1.	Contenido mínimo sugerido de tareas operativas	51
Tabla 10-2.	Requerimientos mínimos de formación sugeridos	54
Tabla 12-1.	Descripción de cada etapa del ciclo de vida del sistema de gestión de alarmas	71

FIGURAS

Figura 7-1.	Ciclos del sueño	29
Figura 10-1.	Etapas del programa de calificación	49
Figura 11-1.	Flujograma de proceso de medición de la carga de trabajo	67
Figura 12-1.	Ciclo de vida del sistema de gestión de alarmas.....	70
Figura 13-1.	Diagrama de flujo - Reconocimiento de condiciones de Anormales.....	73
Figura 14-1.	Integración de los Sistemas de Control y Empresarial	78
Figura 14-2.	Ranking de prioridades de IT vs OT	78
Figura 14-3.	Capas de protección de un proceso industrial	79

1 INTRODUCCIÓN, OBJETIVO Y ALCANCE

1.1 Introducción

Las salas de control cumplen una función estratégica en la operatividad de los Ductos y Terminales. Las decisiones que allí se toman, y las acciones que desde allí se realizan, tienen un alto impacto en la operación. Su rol es esencial para que esta se realice de forma eficiente, efectiva y segura, tanto para las personas, instalaciones y medio ambiente que interactúan con la actividad.

Desde el Comité de Ductos y Terminales de ARPEL, convencidos del impacto y relevancia que tiene este tema para la industria, se decide desarrollar una guía que consolide la experiencia y las lecciones aprendidas de las empresas operadoras de Ductos y Terminales en América Latina y el Caribe, como complemento a la bibliografía existente.

Esta guía permite fortalecer las prioridades en la ejecución de las actividades asociadas con la operación de ductos:

- Seguridad de las personas
- Protección al medio ambiente
- Seguridad de las instalaciones
- Satisfacción de los clientes internos y externos
- Eficiencia y efectividad en la operación

Consolidar el conocimiento y las mejores prácticas de las empresas operadoras de Ductos y Terminales en la región, en una única guía de referencia, contribuirá a que las empresas alcancen la excelencia en la operación, a través del apoyo a los procesos de toma de decisiones estratégicas respecto al funcionamiento de las Salas de Control.

Esta guía está acompañada de un archivo Excel con las listas de verificación que aparecen descritas en el presente documento. El archivo electrónico permite al usuario su impresión para su trabajo en campo así como la incorporación de comentarios y su distribución por medios electrónicos entre los profesionales responsables de la gestión de las salas de control de la empresa.

1.2 Objetivo y alcance

El objetivo de este manual es proveer a los operadores y controladores de ductos las mejores prácticas de gestión de salas de control, a ser consideradas durante el desarrollo y la mejora de procesos, procedimientos y capacitación del personal. Es un documento escrito por Operadoras de Ductos con operaciones continuas y no continuas.

Si bien este manual se enfoca en la gestión de salas de control de ductos, los conceptos presentados son aplicables a otro tipo de activos, en particular a terminales.

Este documento abarca los siguientes aspectos para una operación segura de la Sala de Control de Ductos, incluyendo el transporte de líquidos y gases:

- Roles y responsabilidades
- Cambio de turno
- Proveer adecuada información (incluye toda la información y documentación que se requiere dentro de la sala)
- Mitigación de la fatiga (incluye ergonomía, iluminación, etc. de la sala)
- Manejo o gestión del cambio
- Experiencia operativa
- Entrenamiento (re-entrenamiento, calificación)
- Carga de trabajo
- Gestión de alarmas
- Atención de condiciones anormales de operación (incluye cualquier desvío, emergencias/contingencias también)
- Aspectos complementarios: cumplimiento de la Guía; Ciber Seguridad; Comunicaciones y Protección Patrimonial.

Este documento está elaborado para brindar orientación general a las empresas asociadas a ARPEL y otras Operadoras del sector de petróleo y gas para que puedan verificar su propia gestión y/o aplicar las mejores prácticas de Gestión de Salas de Control para lograr la excelencia en su manejo operativo, social y ambientalmente responsable. Los lineamientos y prácticas establecidos en el mismo son indicativos y no obligatorios. El documento no refleja los requerimientos legales de jurisdicciones específicas. Las empresas deben conocer estos requisitos para las jurisdicciones bajo las que operan.

2 REFERENCIAS

- API RP 755: Fatigue Risk Management Systems for Personnel in the Refining and Petrochemical Industries (2010)
- API RP 1113 Developing a pipeline supervisory control center
- API RP 1161 Pipeline Operator Qualification
- API RP 1165 Recommended Practice for Pipeline SCADA Displays
- API RP 1167 Pipeline SCADA Alarm Management
- API RP 1168 Pipeline Control Room Management - 2nd Edition
- US DOT/PHMSA Title 49 CFR Parts 192 (Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline) y 49 CFR Parts 195 (Transportation of Hazardous Liquids by Pipeline).
- US DOT/PHMSA Title 49 CFR Parts 192 - §192.631 (Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline – Control Room Management) y 49 CFR Parts 195 - §195.446 (Transportation of Hazardous Liquids by Pipeline – Control Room Management).
- ISA 18.2 Management of Alarm Systems for the Process Industries
- ISA/IEC-62443 Security for Industrial Automation Control Systems
- ANSI/ISA-101.01-2015 Human Machine Interfaces for Process Automation Systems
- ARPEL MP 03-2014 Guía para la certificación de operadores de ductos
- ARPEL MP 02-2015 Manual de referencia para la gestión de la integridad de ductos, 2ª edición
- ARPEL MP 02-2018 Metodología y Herramienta de Autoevaluación en Seguridad de Procesos
- ASME B31.4 Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries
- ASME B31Q Pipeline Personnel Qualification
- Neville A. Stanton, Paul Salmon, Daniel Jenkins, Guy Walker, “Human Factors in the Design and Evaluation of Central Control Room Operations”, CRC Press (2009).
- Crampin, Tex, “Human factors in control room design a practical guide for project managers and senior engineers”, John Wiley & Sons Inc (2017).
- Matthew S. Thimgan and Susan L. Murray, “Human Fatigue Risk Management Improving Safety in the Chemical Processing Industry”, IChemE (2016).

3 GLOSARIO

El glosario de la presente guía complementa, con términos y siglas específicos, el glosario incluido en el Manual de referencia ARPEL para la Gestión de Integridad de Ductos, 2ª edición.

C

Cambio de los Datos Básicos de Equipos

Se caracteriza por el cambio en el diseño del equipo, tales como: datos de ingeniería / proceso (temperatura, presión, caudal, etc.), diseños de proyecto, cálculos de dimensionamiento de equipos, códigos y normas de diseño ingeniería.

Cambio de Personas

Cambio proveniente de: admisión, transferencia, sustitución temporal o permanente, reducción o aumento de contingente, promoción con cambio de función o retorno a las actividades después de la expulsión, que pueda caracterizar alteración en el riesgo, o en el modo de operación, forma de intervención en el proceso, incluso en emergencias.

Cambio de Turno

Momento/evento en que el grupo de operación responsable por la operación del Centro de Control cambia.

Cambios sutiles

Cualquier pequeño o simple cambio, de instalaciones o tecnología, que se pueda hacer con poco recurso, normalmente sin proyecto y que aparentemente no impacta los procesos, pero que en realidad puede agregar riesgos al sistema.

Cambio Temporal

Cualquier cambio que debe permanecer en vigor en un período de tiempo determinado.

Centro de Control de Contingencia (CCC)

Ver punto 6.5 de la presente guía

Condición de Operación Anormal (COA):

Condición identificada por el controlador que indica un mal funcionamiento de un componente o desviación de las condiciones normales de operación. Ésta podría exceder los límites de las ventanas operativas definidas y resultar en un peligro para las personas, la comunidad, el medio ambiente y/o las instalaciones.

Controlador

Individuo calificado cuya función es monitorear y controlar de manera remota las operaciones totales o parciales de los sistemas de ductos y sus accesorios, a través del sistema SCADA y desde una sala de control, y que posee autoridad y responsabilidad para ejercer las funciones operativas remotas diarias de los sistemas de ductos.

Coordinador de Turno

En la Sala de Control, es la persona responsable de la supervisión de las actividades desarrolladas por los Controladores.

D

DDV

Derecho de Vía

E

Emergencia

Condición que representa un peligro inmediato a las personas, las comunidades, el medio ambiente y/o a las instalaciones.

G

Gestión de Cambios

Aplicación sistemática de procedimientos y prácticas para identificar, registrar, analizar, evaluar aprobar, implementar, comunicar y controlar cambios, buscando la eliminación o reducción de riesgos derivados de su implantación.

Gestor de Cambios

Empleado formalmente designado por las gerencias para el control y participación de la sistemática de gestión de los cambios.

H

HMI

Human - Machine Interface.

HSE (Health, Safety & Environment)

Sector de la compañía encargado de la gestión de los aspectos vinculados a la Salud Ocupacional, el cuidado del Medioambiente y la Seguridad Industrial.

I

IACS

Industrial Automation and Control System

Indicador de Rendimiento PCRCP

Porcentaje de Cambios Realizados en el Plazo definido por el procedimiento de Gestión de Cambios.

IT

Information Technology o Tecnología de Información Empresarial

K

KPI

Key Performance Indicator

L

LOPA

Layers Of Protection Analysis

M

MAOP

Maximum Allowable Operating Pressure o Máxima Presión de Operación Admisible

MOP

Maximum Operating Pressure o Máxima Presión de Operación

N

NCCER

National Center for Construction Education & Research

O

Operadora de Ductos

Empresa responsable de la operación de las instalaciones de ductos. No necesariamente es el propietario de las instalaciones.

Operación normal

Aquella que se enmarca dentro de los parámetros operativos de diseño o los límites

Operación Anormal (OA)

Operación no declarada como emergencia, que excede los límites normales de diseño de la operación, típicamente causada por alguna Condición de Operación Anormal, tales como:

- el cierre no intencionado de válvulas o paradas;
- aumento o disminución de la velocidad de flujo fuera de los límites normales de operación;
- pérdida de las comunicaciones;
- activación de cualquier dispositivo de seguridad; y
- cualquier otra mala operación previsible de un componente, desviación de la operación normal, o error del personal que puede resultar en un peligro para personas el medio ambiente o la infraestructura.

OT

Operational Technology o Control Industrial.

P

Pasaje de Turno

Intercambio de informaciones y registros operativos entre los controladores y/o Coordinador de Turno de 2 turnos consecutivos y que ocurre normalmente en el momento del cambio de turno. El Pasaje de Turno puede desvincularse del Cambio de Turno en casos especiales donde sea necesario la sustitución del Controlador responsable por la operación de la consola.

PHA

Process Hazard Analysis

R

REM

Rapid Eye Movement o Movimiento Ocular Rápido.

RTU (Remote Terminal Unit)

Unidad Terminal Remota. Dispositivo multipropósito que se utiliza para la supervisión y el control remotos de dispositivos y sistemas automatizados.

S

Sala de Control

Sector encargado de controlar, monitorear y analizar los parámetros operativos ejecutando las acciones necesarias en el sistema de transporte, de acuerdo con las normas de seguridad y a las obligaciones contractuales de la compañía, optimizando la capacidad de transporte del sistema y cumpliendo los requerimientos de los clientes.

SGC

Sistema de Gestión de Cambios. Ver Gestión de Cambios.

V

VHF

Very High Frequency

VPN

Virtual Private Network

4 ROLES, AUTORIDAD Y RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL

4.1 Generalidades

La compañía Operadora del Ducto debe tener un documento que detalle las funciones, autoridad y responsabilidades del personal de la Sala de Control para asegurar una operación eficiente, efectiva y segura, en condiciones de operación normal, anormal y emergencias.

El documento debe incluir las responsabilidades de los Controladores y cualquier otro personal involucrado en la toma de decisiones operativas de la Sala de Control.

El documento debe tener definidos los límites de autoridad del Controlador de Ductos, el dominio físico de responsabilidades y asegurar el entendimiento por parte de los Controladores de Ductos. Éste debe tener total autoridad e independencia para desviar el flujo, detener o aislar el sistema de transporte.

La compañía Operadora debe tener un procedimiento para el reinicio de un ducto después de una condición anormal de operación o de emergencia. Incluye la identificación de individuos que autorizan el reinicio por el Controlador.

4.2 Operación normal

La compañía Operadora de Ductos debe establecer un procedimiento y proporcionar capacitación que incluya las responsabilidades del Controlador de Ductos durante la operación normal del sistema de transporte. Puede incluir deberes como:

- Mantener Operaciones Seguras del Sistema de Transporte;
- Responder a una condición modificada mediante el uso de una acción o procedimiento apropiado;
- Notificar a otro personal según corresponda sobre el estado de las operaciones;
- Tener la documentación precisa y exhaustiva de la información operacional;
- Tener la documentación precisa y exhaustiva de los cambios temporales;
- Información de puesta en marcha o parada del sistema, segmento o equipo;
- Monitorear sistemas, segmentos o equipos por desviaciones de las operaciones normales;
- Gestionar las distracciones, según criterios de cada empresa;
- Establecer directrices y procedimientos, proporcionando capacitación en los mismos, considerando la responsabilidad de los Controladores durante las siguientes fases de operación: arranque, paro, monitoreo y control. La Operadora debe establecer prácticas que proporcionen al Controlador directrices de control y monitoreo relacionados con: trabajo en campo sobre tuberías y/o equipos asociados; monitoreo del caudal del sistema, presión y entrega de tanques; comunicaciones con otro personal; gestión y priorización de alarmas; disponibilidad del equipo (por ejemplo, consignación de unidades).

4.3 Condiciones de Operación Anormal, Operación Anormal y Emergencias

Los Controladores de Ductos deben estar entrenados para reconocer y responder a Condiciones de Operación Anormal (COA), Operación Anormal (OA) y Emergencias. La compañía Operadora de Ductos debe establecer directrices con las responsabilidades de los Controladores de Ductos durante estas condiciones. Estas responsabilidades pueden contener deberes relacionados con:

- Responder a alarmas de emergencia y anormales;
- Notificar a servicios de emergencia;
- Investigar o diagnosticar una condición anormal;
- Notificar a otro personal según corresponda;
- Notificar a otras entidades potencialmente impactadas;
- Asegurar que el sistema regrese a las condiciones normales de operación;
- Garantizar que se realicen las actividades de seguimiento requeridas;
- Documentar actividades y respuestas de manera precisa y exhaustiva;
- Continuar la operación del sistema basados en la condición;
- Tener la autoridad necesaria para reiniciar sistemas, segmentos o equipos de tuberías;
- Gestionar las distracciones, según criterios de cada empresa.

4.4 Interfaz con el público

La Compañía Operadora de Ductos debe establecer procedimientos que definan las responsabilidades del Controlador de Ductos en caso que sea contactado por el público, y si aplica, brindarle capacitación. El controlador del ducto podría ser responsable de:

- Determinar la naturaleza del contacto y tomar una apropiada acción.
- Proporcionar información quién se pone en contacto, si corresponde de acuerdo a la política de cada empresa.
- Notificar a quién corresponda dentro de la compañía.
- Notificar a los servicios externos apropiadas, si corresponde.
- Documentar los detalles del contacto y las acciones tomadas.
- Activar un estado de emergencia, si procede.

4.5 Responsabilidad del resto del personal operativo

La compañía Operadora de Ductos debe poseer un documento que defina las responsabilidades asociadas para el resto del personal durante la operación normal, anormal y emergencias, que puedan afectar las operaciones de la Sala de Control. Las personas de soporte a la Operación que interactúan con el equipo de la Sala de Control, deben tener autoridad y responsabilidad definidas durante el funcionamiento normal, COAs, OAs y emergencias. Las responsabilidades asociadas pueden incluir:

- Facilitar la toma de decisiones operativas en la Sala de Control.
- Asegurar la calidad y seguridad de las operaciones.

- Garantizar que sólo el personal calificado tenga acceso al sistema.
- Asegurar que todo el personal sea notificado de condiciones anormales y emergencias.
- Garantizar la notificación a las entidades externas potencialmente afectadas.
- Ajustar las prioridades y umbrales de alarma.
- Ajustar la disponibilidad de equipos.
- Proporcionar autorización para reiniciar los sistemas de tuberías, segmentos o equipos.
- Gestionar las distracciones.
- Considerar los controles adicionales requeridos para el personal debido a nuevas condiciones de funcionamiento.
- Garantizar que las autoridades de intervención temprana (defensa civil, bomberos, etc.) sean notificadas de las emergencias.
- Garantizar que se notifiquen previamente aquellas actividades que puedan impactar en la operación de la Sala de Control.

5 CAMBIO DE TURNO Y PASAJE DE SERVICIO

5.1 Meta y visión general

El objetivo es sistematizar y estandarizar el proceso de Cambio de Turno y Pasaje de Servicio entre los equipos de operación de la Sala de Control, considerando las normas de referencia y las mejores prácticas utilizadas en el ámbito de las Empresas de ARPEL y de otras operadoras de oleoductos, poliductos y gasoductos de clase mundial.

Se deben definir y documentar las prácticas para el cambio de turno en situaciones normales y anormales, reduciendo la probabilidad de evento no planificado y garantizando que al final del proceso toda la información relevante fue transferida. La duración del cambio de turno, su contenido detallado y registros también deben ser definidos.

5.2 Cambio de Turno

5.2.1 Situaciones normales

El Cambio de Turno en situaciones normales debe ocurrir en el período comprendido entre el final e inicio de cada turno, observando los horarios previstos en la escala de turno vigente en la Sala de Control. Para que el cambio de turno ocurra, es necesaria la presencia en la Sala de Control, de los Controladores entrante y saliente, y que se cuente con todos los recursos necesarios para que el Controlador saliente sea apto. Ver párrafo 5.3 Pasaje de servicio

5.2.2 Situaciones anormales o extraordinarias

El cambio de turno en situaciones anormales o extraordinarias es aquel realizado fuera de las condiciones normales, es decir en horario y lugar distintos de aquellos previstos en situaciones normales. Puede ser motivado por:

- Situaciones anormales en las instalaciones de la Sala de Control, exigiendo la migración de la operación al Centro de Control de Contingencia (“Back-up”) y viceversa - ver párrafo 6.5 Centro de Control de Contingencia SCADA (CCC);
- Imposibilidad de cumplimiento total del horario de turno por parte de un Controlador por motivos de salud u otros, exigiendo que el horario de Cambio de Turno sea modificado. En estas situaciones, el Controlador que desempeña la función de Coordinador del Turno puede recibir el Pasaje de Servicio o designar a otro profesional calificado para recibirlo. El profesional designado deberá suplir y cumplir con las actividades de la operación hasta que un nuevo Controlador esté apto para asumir el control. Un nuevo pasaje de servicio deberá ocurrir cuando el Controlador convocado llegue en la Sala.
- Otras situaciones no previstas en las cuales, bajo evaluación, el Coordinador de Turno podrá decidir cambiar el horario del Cambio de Turno.

Nota: Las situaciones anormales que afecten al Cambio de Turno se deben registrar y tratar con las herramientas previstas por cada empresa, para estas situaciones.

5.2.3 Definiciones de los aspectos generales del procedimiento de cambio de turno

Debe definirse de forma exhaustiva el proceso de cambio de turno, incluido el nivel de información que se va a transmitir, teniendo en cuenta, al menos, los siguientes aspectos:

- Criterio que defina la necesidad o no de hacer cambio de turno.
- Permanencia del controlador en la consola.
- Períodos de tiempo de ausencia del controlador de consola (pequeños intervalos).
- Tipo de tecnología o proceso utilizado para monitorear las instalaciones mientras el Controlador se encuentre fuera de la consola. Por ejemplo, alarmas sonoras, visuales, etc.
- Alcance adecuado.
- Cómo se debe intercambiar y registrar la información.

5.2.4 Garantía de la continuidad operativa durante el cambio de turno

Se recomienda evitar iniciar o finalizar operaciones en horarios próximos al inicio del cambio de turno, salvo cuando exista bajo riesgo de impactos a la programación de transporte, o cuando la operación lo requiera y no exista posibilidad de cambiar el horario de las maniobras

Las operaciones que trascienden la duración de un turno deben recibir la debida atención durante el cambio de turno, garantizando la continuidad de la programación y la seguridad operacional.

La responsabilidad de operación de la consola durante el cambio de turno es del controlador que está pasando el servicio, permaneciendo de esa forma hasta que el pasaje de turno se complete, con todos los registros ejecutados y las posibles dudas aclaradas, de forma que el Controlador que está asumiendo el turno se encuentre apto para iniciarlo.

Se debe evitar interrumpir el pasaje de servicio, a menos que se presente una situación anormal o de emergencia. En este caso, se debe suspender el pasaje hasta que la situación se encuentre bajo control.

5.2.5 Duración del cambio de turno

El cambio de turno debe tener una duración suficiente para asegurarse de que toda la información del pasaje de servicio se transmita completamente al Controlador que está asumiendo la consola, y que la lista de verificación ha sido revisada y aprobada por ambas partes.

El cambio de turno se considera finalizado cuando el Controlador que está entrando ejecuta exitosamente el registro en el sistema de supervisión y demás sistemas, liberando al Controlador del turno anterior de sus responsabilidades.

5.3 Pasaje de servicio

5.3.1 Procedimiento de ejecución

Se debe elaborar un procedimiento de cambio de turno que aborda los aspectos que impactan la seguridad y la continuidad operacional, tales como:

- Garantía de responsabilidad del control del sistema durante el cambio de turno.
- Garantía de monitoreo ininterrumpido.
- Garantía de que las operaciones iniciadas han sido totalmente ejecutadas y aquellas en curso serán totalmente completadas y/o monitoreadas por el Controlador que está entrando a su turno.
- Registro de la transferencia de responsabilidad de las operaciones, discriminando fecha y hora.
- Proceso para el tratamiento de la fatiga y otras cuestiones relacionadas.
- Gestión de distracciones que puedan afectar adversamente la transferencia de información.
Durante el período de cambio de turno se recomienda:
 - Restringir el acceso a la Sala de Control exclusivamente a los Controladores que realizan el Pasaje de Servicio;
 - Moderar el tono de voz en las instalaciones de la Sala de Control;
 - Priorizar el contenido del Pasaje de Servicio frente a información ajena a las actividades de la operación;
 - Prohibir el uso de auriculares o cualquier otro dispositivo con potencial de distracción al proceso de pase de servicio.
- Capacitación en el procedimiento de cambio de turno para los Controladores, que aborda los aspectos que impactan la seguridad y la continuidad operacional.

5.3.2 Contenido y registros

Durante el transcurso del turno, el Controlador debe seleccionar y registrar en el Informe de Pasaje de Servicio toda la información relevante que compone el traspaso, es decir la que debe ser transferida verbalmente por el Controlador del turno que está finalizando al Controlador que está comenzando.

El nivel de detalle de la información a ser transmitida debe ser suficiente para garantizar la seguridad operacional y la continuidad de las operaciones realizadas por la Sala de Control, considerando los siguientes aspectos:

- Información básica sobre operación diaria, con énfasis en las actividades inminentes.
- Instrucciones operativas vigentes.
- Información sobre trabajos de mantenimiento programado y no programado, incluyendo los trabajos en el derecho de vía
- Pasajes de herramienta instrumentada, indicando persona de contacto, tipo de herramienta, el tramo de la corrida, horario de lanzamiento, previsión de llegada, hora de llegada, estado de la herramienta, y material cargado y recogido en su retiro.

- Equipos en falla o que ha estado temporalmente fuera de servicio, informando si hay solicitud de mantenimiento registrada o a registrar. Durante el cambio de turno, deben ser comunicados eventos tales como: cierre de válvulas, desconexión inadvertida de equipos, tramo de ductos, bombas/motores, compresores, sistemas de detección de fugas e instrumentación. Con énfasis en eventos recientes.
- Equipos en modo manual, informando el motivo y previsión de normalización.
- Restricciones operacionales, destacando las razones que las generaron, los impactos en la programación y previsión de normalización.
- Desastres naturales y eventos climáticos que impactan o pueden afectar las operaciones, incluyendo: terremotos, huracanes, tornados, tormentas eléctricas, incendios, inundaciones, deslizamientos de tierra, etc.
- Situación general de las alarmas del sistema de supervisión, vía SCADA u otro registro, incluyendo los niveles anormales de alarmas generados por equipos fuera de servicio o en mantenimiento. Por ejemplo, los siguientes tipos de alarmas a considerar son: activas, inhibidas, espurias, generadas por mantenimiento y recurrentes/persistentes deshabilitadas, destacando la razón y el período que deben permanecer en esta condición. Se recomienda el uso de referencias externas de prácticas de la industria relacionadas con las alarmas que se deben tratar en el pasaje de servicio, incluyendo registros, control de funciones automáticas y alarmas deshabilitadas.
- Registro y control de funciones automáticas y alarmas que hayan sido deshabilitadas. Por ejemplo, apagado o aislamiento de bombas/compresores, válvulas de control de segmentos del ducto, lógica de control, dispositivos de seguridad, etc.
- Instalaciones sin comunicación, informando el registro de solicitud de atención y previsión de normalización. La información sobre los problemas de comunicación debe ser transmitida con énfasis en las actividades importantes, tales como: pérdida del SCADA, caída de energía eléctrica, equipos de red corporativa u otros problemas de red, y pérdida de comunicación (voz y datos).
- Situaciones anormales y/o de emergencia en curso, informando las acciones adoptadas para normalizarlas.
- Situaciones anormales y de emergencia que ya hayan sido controladas o normalizadas, pero que tengan potencial de impactar las operaciones futuras, informando las restricciones impuestas y si aún hay acciones a adoptar.
- Registros de anomalías abiertas, relatos de incidentes y accidentes registrados durante el turno o pendientes de ser registrados.
- Información referente a las operaciones de terceros (refinerías, terminales, otras transportadoras, otros ductos interconectados al sistema operado, etc.) con potencial de impacto directo o indirecto a los sistemas de ductos. Esta información puede incluir: tipo de evento no planificado / emergencia ocurrido en la planta de terceros, tanques (por ejemplo, tanques fuera de servicio, cambio del tipo de producto almacenado, medición de nivel, etc.), contactos internos/externos, estado de operación local o remota, estado de "Disponible a

Operar" de las instalaciones de recepción o entrega, cualquier condición de seguridad en la instalación y actividades de construcción.

- Información adicional que -a juicio del Controlador- deba ser indicada en el Pasaje de Servicio.

Nota 1: a fines de análisis y verificación posterior, las ocurrencias y notas registradas en el Informe de Pasaje de Servicio deben contener la información relevante de forma objetiva, destacando la fecha de inicio y fin de las ocurrencias, previsiones, identificación del personal involucrado (nombre y, en el caso de que se trate de un contrato de trabajo, teléfono de contacto, identificación y localización de equipos e instrumentos, etc.).

Nota 2: las previsiones de las operaciones de mantenimiento y actividades en curso deben ser actualizadas en la última hora que antecede al Pasaje de Servicio.

5.4 Orientaciones para situaciones especiales

5.4.1 Situación anormal o emergencia

Si durante el período de cambio de turno se produce una situación anormal o de emergencia, se debe suspender el pasaje de servicio y el controlador que está pasando el servicio debe continuar con el control del proceso hasta que las acciones mitigadoras contingentes hayan sido realizadas y debidamente registradas en el pasaje de servicio. Se recomienda que el controlador que está recibiendo el servicio preste especial atención a la situación de emergencia o anormal, hasta que la misma esté bajo control, con condición operacional segura o finalizada. Después, se debe completar el pasaje.

5.4.2 Atención a llamadas telefónicas y otras interferencias

Durante el pasaje de servicio, todas las llamadas deben ser atendidas con la intención de identificar situaciones anormales y de emergencia, o incluso aquellas que tienen potencial de impacto a las operaciones.

Si se identifica una situación de emergencia, proceder de acuerdo con la sección 5.4.1 Situación anormal o emergencia. Si la llamada no está relacionada a una situación anormal o de emergencia, se solicita que la persona que llama, se vuelva a comunicar luego de que se haya completado el pasaje de servicio. Al finalizar el contacto, el pasaje de servicio debe continuar.

Se deben evitar las interrupciones por parte de otros empleados, siendo el Controlador que está pasando el servicio quien les solicite que retornen en el momento oportuno.

5.4.3 Verificación Inicial "Primera Hora"

En la primera hora del turno, el Controlador que reciba el servicio debe verificar detalladamente la situación y las previsiones de todas las operaciones en curso, de los sistemas en reposo y de las

instalaciones y equipos bajo la responsabilidad de la consola, navegando en todas las pantallas. También debe verificar la consistencia de las previsiones de las operaciones críticas futuras, así como analizar los gráficos de tendencia de las variables críticas de las operaciones ocurridas en el turno anterior.

5.4.4 Controladores reintegrándose de vacaciones, pases y licencias

Con el fin de garantizar que el Controlador tenga acceso a la información pertinente durante el período en el que estuvo ausente por licencia vacacional u otro tipo de alejamiento reglamentario, la información relacionada con restricciones operativas, la modificación del modus operandi de las instalaciones y sistemas, el inicio de la operación de nuevas instalaciones, las modificaciones en el sistema, los cambios en el sistema de alarmas de la consola, la revisión o la emisión de nuevos procedimientos, o cualquier situación anormal en curso o que cause un impacto en las operaciones o la programación posteriores, debe permanecer en el informe de pasaje de servicio durante un período mínimo a definir según la rotación de turnos de cada empresa.

6 PROVEER INFORMACIÓN ADECUADA.

6.1 Generalidades

La gestión de proveer información adecuada es un proceso crítico dentro de la gestión de la Sala de Control, dado que permite brindar las herramientas informativas necesarias al controlador para que ejecute las actividades de monitoreo y control de su operación de manera segura y eficiente.

Es responsabilidad de la empresa operadora verificar que estas herramientas presenten alta confiabilidad a fin de no afectar la operación del sistema.

6.2 Información a través de pantallas SCADA

6.2.1 Determinación de cambios en pantallas SCADA

La empresa operadora debe establecer los lineamientos adecuados para definir los tipos de cambios permitidos sobre las pantallas del sistema SCADA, a fin de evitar modificaciones no controladas sobre el sistema. Estos cambios pueden estar asociados a la inclusión, retiros y/o modificaciones de pantallas. Asimismo, estas variaciones deberán estar acorde con la práctica recomendada API RP-1165, o en su defecto con la Norma ANSI/ISA-101.01-2015 - Human Machine Interfaces for Process Automation Systems

La empresa operadora deberá establecer lineamientos para la ejecución de estos cambios en las consolas SCADA, a fin de asegurar la confiabilidad de que todas las consolas se encuentren con las pantallas actualizadas, no afectando el monitoreo y control de los controladores sobre su sistema.

6.2.2 Consideraciones de diseño para la presentación de la información en las pantallas SCADA

6.2.2.1 Ingeniería de factores humanos

De acuerdo con la práctica recomendada API RP-1165, la empresa operadora deberá considerar los siguientes criterios en el diseño de las pantallas SCADA:

- *Proximidad*: La información mostrada en las pantallas SCADA debe encontrarse agrupada de tal manera que se encuentre cercana la fuente de datos gráfica (instrumento, bomba, compresor, etc.)
- *Similitud*: Los objetos mostrados en las pantallas SCADA deben compartir las mismas características en su diseño.
- *Cercanía*: Los datos informativos y objetos asociados a un mismo proceso deben encontrarse dentro de un área establecida.
- *Balance*: Los objetos informativos deben encontrarse adecuadamente alineados a fin de mejorar el ambiente visual percibido.

6.2.2.2 Diseño y organización de pantallas

La empresa operadora debe establecer un patrón en el desarrollo de sus pantallas, mostrando la información relevante dentro de las mismas, no sobrecargándolas de información.

Las gráficas del sentido de flujo en los procesos deben encontrarse adecuadamente organizadas, recomendando el siguiente orden:

- De izquierda hacia derecha.
- De arriba hacia abajo.

Asimismo, las pantallas deben presentar una categorización en función a la información que se cuenta en cada una de ellas, a fin de limitar el número de pantallas creadas además de que permita la facilidad en la ubicación.

6.2.2.3 Navegación en pantallas

La empresa operadora debe establecer el diseño adecuado que permita al controlador acceder a las pantallas SCADA con el mínimo controlador de Sala de Control ante condiciones anormales.

6.2.2.4 Característica de objetos

Los objetos mostrados en pantalla deben utilizar diferentes características a modo de diferenciar su criticidad con respecto a otros:

- Colores
- Formas y símbolos
- Animación
- Texto

La empresa operadora deberá establecer un patrón de diseño con respecto a las características de los objetos para la representación de los instrumentos o equipos en el sistema de transporte.

6.2.2.5 Animación de objetos

La animación de objetos en las pantallas SCADA deben alertar al controlador de un cambio en la información recibida del instrumento o equipo asociado al objeto. La empresa operadora deberá establecer un patrón que determine qué características del objeto serán variadas ante cambios de valor en la información recibida.

Asimismo, la información representada en las pantallas SCADA deberá alertar al controlador cuando se afecte las condiciones de origen tales como:

- Valores en modo manual.

- Pérdida de comunicación con la remota.
- Alarmas reconocidas o no reconocidas.
- Alarmas inhibidas.

6.3 Prueba de señales punto-punto

6.3.1 Señales SCADA

Las señales del sistema de transporte por ductos que llegan al sistema SCADA permiten al controlador, monitorear y controlar su operación de manera segura y eficiente.

Por esta razón, es importante que las señales que llegan al sistema SCADA presenten un alto grado de confiabilidad en la información que brindan, a fin de que las decisiones ante condiciones anormales o no rutinarias sean las adecuadas.

Las señales en SCADA pueden pertenecer a instrumentos en campo o incluir variables calculadas a nivel lógico. Ejemplos de estas señales pueden ser las siguientes:

- Estado de válvulas principales de línea.
- Presiones y Temperaturas de Línea.
- Detección de Intrusos en instalaciones sin personal.
- Estado de equipos principales.
- Caudales de Línea.
- Dispositivos asociados a los sistemas instrumentados de seguridad.
- Detectores de fuego & gas.
- Niveles de tanques.
- Contenido de productos.

6.3.2 Procedimiento

La prueba de señales punto a punto es el proceso de verificación en el cual se confirma que los parámetros operativos o estados provenientes del instrumento o dispositivo se reflejen de manera precisa en el sistema SCADA, a través de la información, datos, controles y/o alarmas de la señal correspondiente.

La empresa operadora debe desarrollar un procedimiento que establezca los lineamientos asociados a las pruebas punto a punto de las señales en SCADA.

Este procedimiento debe ser revisado periódicamente, periodo definido según las normas aplicadas por la empresa, a fin de verificar que se encuentre actualizado a las condiciones de la operación. Se recomienda no exceder los 15 meses, como indicado en la DOT/PHMSA 49 CFR Parts 192 - §192.631 y 49 CFR Parts 195 - §195.446.

El procedimiento deberá establecer las condiciones que requieren el desarrollo de pruebas punto a punto, entre ellas los cambios asociados al diseño de planta que implique la implementación y/o modificación de señales en SCADA.

El procedimiento debe contemplar las personas responsables que darán la conformidad de las pruebas realizadas de punto a punto de las señales que ingresen al sistema SCADA.

La empresa operadora deberá evaluar si los cambios en las pantallas SCADA también requerirán pruebas punto a punto, a fin de verificar que no se hayan ejecutado errores involuntarios sobre la información mostrada en las consolas.

6.3.3 Registros y documentación

La empresa operadora deberá desarrollar los formatos necesarios para la ejecución de las pruebas punto a punto. A fin de demostrar la autenticidad y calidad de los documentos, se deberá incluir la siguiente información en estos formatos, sin estar limitada a:

- Señal analizada
- Fecha de la prueba
- Personal que participó en la prueba (en campo y en Sala de Control)
- Configuración de la alarma (set-point, si es sonora, severidad de la alarma, etc.)
- Pantallas asociadas a dicha señal.
- Conformidad de la prueba.

Estos documentos deberán ser almacenados con el fin de ser consultados cuando sea necesario.

6.3.4 Con respecto a las señales críticas

La empresa operadora deberá establecer los lineamientos adecuados para definir las señales críticas en SCADA, las cuales son necesarias para mantener la integridad del ducto o que podría conllevar a una condición que pueda impactar la integridad del ducto o a desarrollar una situación anormal o de emergencia.

Ejemplo de estas señales críticas son las siguientes:

- Sistemas fire & gas
- Señales de presión de entrada y descarga de planta
- Estado de válvulas principales
- Señales de presión de línea
- Estado de comunicación del PLC

Las pruebas punto a punto sobre las señales críticas deben ser realizadas de manera periódica a fin de verificar el adecuado funcionamiento. La revisión de estas señales no debe superar los 18 meses.

6.4 Pérdida de monitoreo y control por falla de comunicaciones SCADA

6.4.1 Procedimiento ante pérdida parcial de comunicaciones SCADA

La empresa operadora deberá establecer procedimientos e instructivos relacionados a la pérdida de comunicaciones SCADA con una o más instalaciones del sistema de transporte por ductos.

Este procedimiento deberá incluir las acciones que deberá ejecutar el controlador para cada escenario dependiendo del tipo de instalación, asimismo deberá incluir el plan de comunicaciones interna.

La empresa operadora deberá establecer instructivos de arranque y paro de estaciones en modo manual, los cuales deberán ser difundidos a los controladores y de personal de campo.

Este procedimiento debe ser revisado periódicamente, periodo definido según las normas aplicadas por la empresa, a fin de verificar que se encuentre actualizado a las condiciones de la operación. Se recomienda no exceder los 15 meses, como indicado en la DOT/PHMSA 49 CFR Parts 192 - §192.631 y 49 CFR Parts 195 - §195.446.

6.4.2 Procedimiento ante pérdida total de comunicaciones SCADA

La empresa operadora deberá desarrollar un procedimiento que permita al controlador tener el conocimiento necesario para actuar durante una situación de emergencia que involucre la pérdida total de comunicaciones SCADA, afectando a otros sistemas asociados como el software computarizado Leak Detection, entre otros.

Este procedimiento deberá contemplar el desarrollo adecuado de las siguientes actividades, sin estar limitado a:

- Comunicación del evento presentado a las áreas operativas involucradas.
- Comunicación del evento presentado a los usuarios del sistema.
- Comunicación del personal de sala de control y personal de campo durante el evento.
- Toma de datos operativos del sistema mediante los instrumentos de campo, manómetros, etc.
- Transferencia de la operación del sistema a la Centro de Control de Contingencia, de ser factible.

Este procedimiento debe ser revisado periódicamente, periodo definido según las normas aplicadas por la empresa, a fin de verificar que se encuentre actualizado a las condiciones de la operación. Se recomienda no exceder los 15 meses, como indicado en la DOT/PHMSA 49 CFR Parts 192 - §192.631 y 49 CFR Parts 195 - §195.446.

6.4.3 Simulacros ante pérdida total de comunicaciones SCADA

La empresa operadora deberá ejecutar simulacros con el escenario de pérdida total de comunicaciones SCADA con el fin de verificar la efectividad de la operación local/automática del

sistema de transporte por ductos, del entrenamiento del personal de campo y de Sala de Control además de los equipos de comunicación.

Los simulacros deberán comprobar que, ante esta situación de emergencia, la operación manual del sistema de transporte puede ser ejecutada de manera segura a fin de no afectar la integridad del personal, medio ambiente y los equipos.

Los simulacros deberán ser documentados teniendo como información base lo siguiente, sin estar limitados a:

- Personal participante en el simulacro.
- Tiempo de la actividad.
- Puntos de mejora encontrados.

La empresa operadora deberá establecer un programa de simulacros de pérdida total de comunicaciones SCADA que permita que todos los controladores puedan participar y estar entrenados en la toma de acción ante dicha condición de emergencia.

6.4.4 Condiciones anormales durante pérdida de comunicaciones

La empresa operadora deberá determinar las condiciones anormales durante una pérdida parcial y total de comunicaciones, en las que se requiera realizar el paro del transporte de manera segura, a fin de no afectar la integridad de las personas, medio ambiente y equipos.

Estas condiciones anormales deberán estar adecuadamente descritas dentro de los procedimientos correspondientes. Como ejemplos de las mismas, pueden ser:

- Inestabilidad de las condiciones de transporte
- Indisponibilidad del personal de campo en las instalaciones para monitorear y controlar los equipos.
- Fallas en los equipos de comunicaciones entre el personal de campo y sala de control.

6.5 Centro de Control de Contingencia SCADA (CCC)

6.5.1 Procedimiento para transferencia

La empresa operadora deberá establecer un procedimiento que contemple los lineamientos necesarios para el proceso de transferencia al Centro de Control de Contingencia SCADA. Este procedimiento deberá incluir las siguientes acciones, sin estar limitado a:

- Comunicaciones a las áreas operativas y al personal de campo.
- Comunicaciones a los usuarios del sistema.
- Pasos en SCADA para ejecutar la Transferencia.
- Logística para movilizar a los controladores al Centro de Control de Contingencia.

- Verificación del acceso de las comunicaciones desde y hacia al Centro de Control.
- Retorno de la operación a la Sala de Control Principal.

El procedimiento deberá establecer los canales de comunicación entre el personal del Centro de Control de Contingencia y el personal ubicado en las instalaciones del sistema de transporte por ductos. Estos canales de comunicación deberán contar con redundancia a fin de asegurar su confiabilidad.

Este procedimiento debe ser revisado periódicamente, periodo definido según las normas aplicadas por la empresa, a fin de verificar que se encuentre actualizado a las condiciones de la operación. Se recomienda no exceder los 15 meses, como indicado en la DOT/PHMSA 49 CFR Parts 192 - §192.631 y 49 CFR Parts 195 - §195.446.

6.5.2 Pruebas de operación del Centro de Control de Contingencia SCADA (CCC)

La empresa operadora deberá ejecutar pruebas de operación del Centro de Control de Contingencia SCADA por lo menos una vez al año. Estas pruebas deberán estar adecuadamente documentadas, verificando la confiabilidad de la operación en el Centro de Control de Contingencia.

Se recomienda que los simulacros de transferencia al Centro de Control de Contingencia tengan una duración mínima de 6 horas y sean ejecutados en diferentes escenarios que pongan a prueba las condiciones logísticas (en horarios nocturnos, en días feriados, etc.).

Durante estas actividades, personal de IT deberá brindar el soporte correspondiente durante la ejecución del simulacro de transferencia.

Se recomienda establecer un indicador de desempeño de la operatividad del CCC en función a los simulacros ejecutados y transferencias reales. Asimismo, el número de simulacros y transferencias al CCC, en un periodo a definir por cada empresa según la legislación aplicable, deberá estar acorde al programa de entrenamiento de los controladores de la Sala de Control para asegurar su correcto desempeño ante una condición real.

Una ocurrencia real de transferencia al CCC por pérdida total SCADA en la Sala de Control principal, o por otra condición de emergencia en la sala de control principal que lo justifique, puede ser considerada como una prueba anual. Esta deberá ser documentada con los registros de operación correspondientes a fin de ser evidencia de la conformidad de la transferencia.

6.6 Documentación requerida para la operación

6.6.1 Documentación necesaria para la Sala de Control

6.6.1.1 De las órdenes de trabajo

La empresa operadora deberá establecer lineamientos para que el controlador tenga acceso a la información necesaria para el monitoreo y supervisión de las diferentes actividades a ejecutarse en el sistema de transporte.

La documentación adjunta a cada orden de trabajo puede incluir análisis de riesgos, diagramas, P&ID's, entre otros.

En caso de paradas programadas de transporte u otros operativos importantes, las actividades a ejecutar junto con las órdenes de trabajo deberán ser entregadas con anticipación al personal de Sala de Control para su adecuada difusión y ejecución.

La información entregada al personal de Sala de Control deberá encontrarse en forma impresa y con acceso digital, de ser posible.

6.6.1.2 Del monitoreo del personal en el Derecho de Vía

La empresa operadora deberá establecer los métodos adecuados para realizar el seguimiento y monitoreo del personal en el Derecho de Vía. Se recomienda utilizar un diagrama gráfico que permita registrar la ubicación del personal en el Derecho de Vía durante la ejecución de sus labores.

En casos de una emergencia que requiera evacuar personal de campo, el controlador podrá tener la información correspondiente para ejecutar el plan de contingencia establecido.

6.6.1.3 De la estrategia operativa

El controlador deberá contar de manera física y/o digital con la estrategia operativa de transporte durante el día operativo en curso. Esta documentación contempla los programas de transporte de bombeo, los volúmenes de inyección y entrega establecidos, entre otros.

Esta información deberá ser transferida durante cada relevo de guardia entre controladores.

6.6.1.4 De los manuales, procedimientos e instructivos

El controlador deberá contar con los manuales, procedimientos e instructivos actualizados asociados a la operación del sistema de Transporte en modo físico y/o digital, de ser posible.

A fin de permitir fácil reconocimiento al controlador de dicha documentación, ésta debe estar clasificada según corresponda a una condición anormal o rutinaria del proceso.

6.6.1.5 De los planos y diagramas

El controlador deberá contar con los planos y diagramas necesarios para la revisión del diseño de los procesos de las estaciones y válvulas.

Estos planos deberán encontrarse de manera física y/o digital de ser posible, actualizándose en caso se requiera.

6.6.1.6 De la bitácora

El controlador deberá tener acceso a la bitácora de Sala de Control, sea este en modo físico o digital a fin de verificar los eventos registrados en fechas anteriores.

6.6.1.7 De los directorios telefónicos

El controlador deberá contar con los directorios telefónicos de las diferentes áreas operativas, con las cuales interactúa. Asimismo, se deberá contar con los números telefónicos de los demás usuarios del sistema (productor, clientes, organismos gubernamentales, etc.).

Estos directorios telefónicos deberán ser revisados de manera periódica para contar con información actualizada.

6.6.1.8 De la seguridad de procesos

El controlador deberá contar con la documentación necesaria que le permita conocer el funcionamiento de los equipos de seguridad y sus estados. Esta documentación se encuentra asociada a los siguientes ítems, sin estar limitada a:

- Matriz de Causa – Efecto de Estaciones.
- Documentos de Interlocks de Planta.
- Lista de Inhibiciones de Dispositivos de Seguridad.
- Equipos fuera de servicio.
- Procedimientos Operativos
- Tabla de Valores Límites de Operación (tanto de los conductos como de los equipos de bombeo)
- Plano de Clasificación de Áreas Peligrosas

6.6.2 Documentación necesaria para el Centro de Control de Contingencia SCADA

El Centro de Control de Contingencia deberá contemplar la misma información requerida para la instalación de Sala de Control.

La empresa operadora deberá establecer visitas con una frecuencia adecuada para actualizar la información física requerida. Asimismo, ante la condición de falla a la red corporativa que permite

acceder a los documentos digitales, se deberá contar con un dispositivo de almacenamiento portátil que almacene la información requerida de manera actualizada.

6.7 Información en los softwares de soporte

La Sala de Control puede utilizar diferentes softwares de simulación dentro de sus labores de monitoreo y control del sistema de transporte tales como:

- Leak Detection
- Simulador Trainer
- Software de simulación de escenarios estacionarios y transitorios.

La empresa operadora deberá establecer la revisión periódica de los softwares de simulación utilizados en la Sala de Control, a fin de que estos cuenten con la información actualizada del sistema de transporte (parámetros operativos, configuración del sistema, lógicas de control, niveles de alarmas, etc.).

7 GESTIÓN DE LA FATIGA

7.1 Gestión de la fatiga para Controladores

La gestión de fatiga es un proceso crítico dentro de la gestión de la Sala de Control, dado que afecta directamente al rendimiento cognitivo y fisiológico de los controladores, incrementando el riesgo de un incidente o accidente por una mala respuesta ante una condición operativa anormal o de emergencia.

En este manual, se encontrarán prácticas recomendadas para la gestión de la fatiga en Sala de Control. Es responsabilidad de la empresa operadora establecer medidas y lineamientos para la mitigación de la fatiga dentro de su operación, asimismo revisar la efectividad de las medidas implementadas y el seguimiento correspondiente.

7.1.1 Fundamentos básicos de fatiga

7.1.1.1 Ritmos circadianos

El ritmo circadiano es un ciclo corporal de 24 horas que brinda referencia al organismo sobre los tiempos de sueño, de levantarse y comer, regulando diferentes procesos fisiológicos para este fin. Este reloj corporal es importante para nuestro cuerpo y mente y es dirigido principalmente por señales ambientales, tales como la luz solar y la temperatura.

Cuando se interrumpe el ritmo circadiano de un organismo, los patrones de sueño y alimentación pueden alterarse. Un ritmo circadiano alterado tiene efectos adversos para la salud, como el aumento de las posibilidades de eventos cardiovasculares, la obesidad y una correlación con problemas neurológicos como la depresión y el trastorno bipolar.

7.1.1.2 Ciclo del sueño

Un ciclo del sueño corresponde al tiempo necesario para que una persona pueda experimentar distintas etapas del sueño. El primer ciclo completo del sueño toma en promedio cerca de 90 minutos, mientras que los siguientes toman en promedio 120 minutos. Un individuo en promedio atraviesa entre 4 o 5 ciclos de sueño.

El ciclo del sueño está compuesto por 5 etapas, cada una de ellas dura entre 5 a 15 minutos en promedio:

- La etapa 1 es un sueño ligero en el que entra y sale del sueño y se puede despertar fácilmente. En esta etapa, los ojos se mueven lentamente y la actividad muscular se ralentiza.
- En la etapa 2, el movimiento de los ojos se detiene y las ondas cerebrales se vuelven más lentas con solo un estallido ocasional de ondas cerebrales rápidas. El cuerpo comienza a prepararse

para un sueño profundo, a medida que la temperatura corporal comienza a disminuir y el ritmo cardíaco se ralentiza.

- En la etapa 3, las ondas cerebrales extremadamente lentas llamadas ondas delta se intercalan con ondas más pequeñas y más rápidas. A esta etapa se le conoce como sueño profundo.
- En la etapa 4, el sueño profundo continúa ya que el cerebro produce ondas delta casi exclusivamente. Las personas que se despiertan de este estado se sienten desorientadas durante unos minutos.
- Durante el sueño REM (movimiento ocular rápido), las ondas cerebrales imitan la actividad del estado de vigilia. Los ojos permanecen cerrados, pero se mueven rápidamente de lado a lado, tal vez en relación con el intenso sueño y la actividad cerebral que se produce durante esta etapa.

El ciclo del sueño presenta el siguiente flujo de etapas:

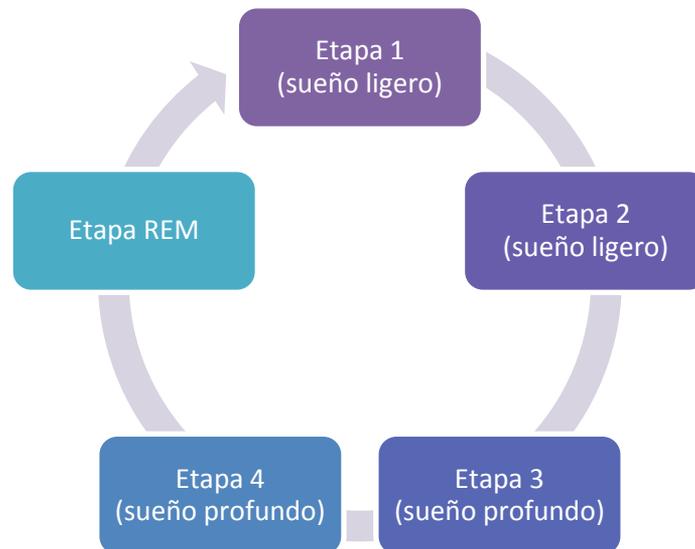


Figura 7-1. Ciclos del sueño

Dado que las etapas de sueño son rotativas, se recomienda despertarse en la parte final de la etapa REM o al inicio de la etapa 1 y adicionalmente evitar despertarse en las etapas de sueño profundo.

7.1.1.3 Privación del sueño

El sueño es una necesidad primordial en los seres humanos; cuando una persona se priva de sueño, tiene consecuencias en su salud física y cognitiva.

7.1.1.3.1 Causas de la Privación del Sueño

Las causas de la privación del sueño son variables dependiendo del individuo pudiendo ser:

- Depresión/ansiedad
- Horarios irregulares de trabajo o estudio
- Malas prácticas de alimentación
- Estímulos inadecuados en el ambiente de descanso (ruido, iluminación, etc.)
- Prácticas no recomendadas para lograr un sueño adecuado

7.1.1.3.2 Consecuencias de la privación del sueño

La privación del sueño puede afectar al individuo a nivel cognitivo y fisiológico.

A nivel cognitivo, las consecuencias pueden ser:

- Irritabilidad.
- Alucinaciones.
- Rendimiento mental deteriorado.
- Deficiente habilidad para la resolución de problemas.
- Incremento de desórdenes relacionados al estrés.
- Incremento del riesgo de depresión.

A nivel fisiológico, las consecuencias pueden ser:

- Incremento del riesgo de ataque cardíaco.
- Incremento de aparición de diabetes.
- Problemas estomacales.
- Signos prematuros de envejecimiento.
- Decremento en el rendimiento físico en deportes.
- Obesidad.
- Sistema inmunológico debilitado.

7.1.1.4 Fatiga

La fatiga es el agotamiento prolongado de un individuo, profundo y que no se normaliza tras el descanso. Es un estado de cansancio que se desarrolla con el tiempo y reduce de manera considerable su energía, motivación y concentración. En este nivel, la fatiga afecta su bienestar físico y mental.

Los individuos con fatiga pueden presentar 3 síntomas iniciales, aunque esto puede depender de cada persona:

- Hay una pérdida de motivación o la habilidad de iniciar una actividad.
- El individuo se cansa fácilmente tras haber iniciado la actividad.
- El individuo presenta fatiga mental o dificultad en la concentración y memoria para empezar y terminar una actividad.

7.1.1.5 Estado de alerta

El estado de alerta es la capacidad del individuo para percibir las condiciones a su alrededor y responder rápidamente ante situaciones de peligro o emergencia.

El estado de alerta se ve afectado por la privación del sueño, la fatiga, entre otros.

7.2 Procedimiento de gestión de fatiga

La empresa operadora debe desarrollar un procedimiento de gestión de fatiga indicando los lineamientos necesarios asociados a los horarios de trabajo, métodos de mitigación de fatiga y el entrenamiento para los controladores.

Este procedimiento debe ser revisado periódicamente, periodo definido según las normas aplicadas por la empresa, a fin de verificar que se encuentre actualizado a las condiciones de la operación. Se recomienda no exceder los 15 meses, como indicado en la DOT/PHMSA 49 CFR Parts 192 - §192.631 y 49 CFR Parts 195 - §195.446.

7.3 Horario de trabajo

La empresa operadora deberá establecer el horario de trabajo adecuado para sus operaciones, tomando en cuenta la continuidad de la operación, la cantidad de personal y sus domicilios, la rotación de turnos, tiempos adicionales a las horas de servicio, entre otras.

Se recomienda los turnos de 8, 10 o 12 horas para los horarios de trabajo, esto en función a las condiciones indicadas líneas arriba.

La empresa operadora deberá tener lineamientos escritos para la gestión de los horarios durante la operación normal, interrupciones fuera de la normal y turnos extendidos.

7.3.1 Límites de horas de servicio

La empresa operadora deberá establecer límites en las horas de servicio de los controladores, a fin de permitir al controlador las horas necesarias de descanso para mitigar los riesgos de fatiga.

Los límites de horas de servicio deberán tomar en cuenta las siguientes condiciones:

- Turnos consecutivos trabajados por el empleado.
- Horas de descanso mínimas para el empleado tras los turnos.
- Horas de descanso necesario en caso de turnos extendidos.

Por otro lado, se deberá considerar las siguientes recomendaciones adicionales con respecto a las horas de servicio:

- Las horas de servicio incluyen las actividades de reuniones operativas, entrenamiento, simulacros de derrame o emergencia, revisión de performance, entre otros. Estas horas de servicio fuera de las actividades rutinarias deben ser monitoreadas a fin de mitigar el riesgo de fatiga sobre los controladores.
- El tiempo de pasaje de servicio no deberán superar los 30 minutos (al inicio y fin de cada turno). De superar ese tiempo, se recomienda que la empresa operadora lo compense proporcionalmente.
- Los turnos extendidos deberán ser autorizados únicamente en condiciones críticas de seguridad en proceso o para llevar a cabo una actividad crítica no planificada.
- En el caso que el personal de operación local supere el tiempo máximo de horas de servicio debido a una condición de emergencia, se deben establecer los mecanismos para que la operación se ejecute con personal con las horas de descanso correspondientes o en su defecto de manera remota y que permita el descanso del personal de estación.
- En caso que la empresa operadora no pueda cumplir con estas recomendaciones, deberá indicar, mediante el análisis correspondiente, las acciones ejecutadas para mitigar la fatiga en los controladores en base al horario de turnos desarrollado.

En la *Tabla 7-1*, se muestran recomendaciones con respecto al límite de horas de servicio de los controladores de la Sala de Control. Estas recomendaciones estarán en función a las legislaciones nacionales vigentes para cada empresa.

Condiciones Operativas	Turno de 12 horas	Turno de 10 Horas	Turno de 8 Horas
Máximos Turnos Consecutivos (Día o Noche)			
a) En Operación Normal	7 turnos	9 turnos	10 turnos
b) Durante Interrupciones de la Operación Normal	14 turnos	14 turnos	19 turnos
Mínimo Tiempo de descanso tras Programa de Trabajo			
a) En Operación Normal	36 horas	36 horas	36 horas
• Programa de 4 o más turnos noches	48 horas	48 horas	48 horas
• Después de 84 horas o más sin importar de día o noche	48 horas	48 horas	48 horas
b) Durante Interrupciones de la Operación Normal	36 horas	36 horas	36 horas
Turnos Extendidos			
a) Turnos máximos no programados	16 horas	16 horas	16 horas
b) Tiempo de descanso			
• Turno de <10, 16> horas	N/A	N/A	8 horas
• Turno de <12, 16> horas	N/A	8 horas	N/A
• Turno de <14, 16> horas	8 horas	8 horas	N/A
• Turno de <16, 18> horas	10 horas	N/A	N/A
Máximo Número de Turnos Extendidos por Programa de Trabajo		<ul style="list-style-type: none"> • 1 turno de 14 horas o • 2 turnos de 12 horas o • 3 or más turnos de 12 horas, seguido de los lineamientos para turnos de 12 horas. 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 si son mayores a una duración de 12 horas, estos no deberán ser consecutivos. • Si son > 2, seguir los lineamientos para turnos de 12 horas.

Tabla 7-1. Lineamientos para Límites de Horas de Servicio según API RP 755

7.3.2 Horas de descanso

Las horas de descanso se definen como el tiempo en el que el controlador no está realizando ningún trabajo, deberes, reuniones, capacitación u otras asignaciones.

La empresa operadora deberá asegurar que los controladores cuenten con, como mínimo, 9 horas de descanso entre cada turno de trabajo, de tal manera que los controladores puedan conseguir 8 horas de sueño continuo.

Asimismo, al finalizar su programa de turnos consecutivos, la empresa operadora deberá brindar como mínimo 2 noches de descanso consecutivas al controlador a fin de reacomodar las horas de sueño y su ritmo circadiano.

Las horas de descanso brindadas al controlador no deberán considerar los tiempos fuera del turno de trabajo (relevos de guardia, tiempos de movilidad desde o hacia al lugar de trabajo, horas extras, etc.).

En el escenario de actividades tales como paradas programadas (arranque o paradas del sistema), se deberá asegurar que el personal cuente con el tiempo de descanso adecuado previo al inicio de sus labores.

7.3.3 Casos de excepción

En los escenarios donde se superen los límites de horas de servicio, la empresa operadora deberá realizar un proceso de autorización por la persona responsable, explicando las razones justificando el tiempo adicional de horas de trabajo, los planes de mitigación y el análisis de riesgo asociado a la fatiga del controlador.

7.4 Descanso durante el turno

La empresa operadora debe establecer una política y horario que permitan pausas en turnos que no afecten adversamente las operaciones.

Los descansos durante el turno pueden mitigar los efectos de la fatiga en los controladores, mejorando su productividad. Se recomienda programar descansos cortos de 5 a 15 minutos, sobre todo en los momentos que el controlador experimente cansancio durante el turno.

7.5 Estimulación durante el turno

La empresa operadora podrá establecer métodos de estimulación a fin de mitigar el efecto de la fatiga de los controladores. Estos pueden ser, sin estar limitados a, uso de la radio, televisión, Internet, entre otros.

De permitir estos métodos de estimulación, la empresa operadora deberá establecer lineamientos para evitar distracciones sobre sus responsabilidades.

7.6 Educación y entrenamiento en fatiga

La empresa operadora deberá capacitar a los controladores en temas de fatiga a fin de educarlos en las estrategias de mitigación de fatiga.

7.6.1 Programa de educación a controladores

El programa de educación en gestión de la fatiga dirigido a los controladores deberá incluir los siguientes elementos, sin estar limitado a:

- Fisiología del sueño, hábitos del sueño y patologías del sueño.
- Efectos de privación del sueño en el rendimiento laboral.
- Efectos del ritmo circadiano en el rendimiento laboral.
- Efectos de la fatiga sobre el rendimiento laboral.
- Efectos de medicamentos sobre el sueño y el rendimiento.
- Medidas contra la fatiga.
- Ejercicios durante el trabajo para incrementar el estado de alerta.
- Reconocimiento de signos de fatiga.
- Contribución potencial de la fatiga a incidentes y accidentes.
- Cómo las actividades en horas de descanso contribuyen a la fatiga.
- Efectos de la fatiga en el rendimiento de conducción en carretera.
- Políticas y procedimientos específicos del empleador relacionados con el manejo de la fatiga.
- Diferencias individuales de empleados que pueden afectar la fatiga
- Estrategias de mitigación de la fatiga basadas en la información precedente

La ejecución del programa de educación en temas de fatiga debe encontrarse adecuadamente documentado y con los registros correspondientes. Se recomienda establecer indicadores de cumplimiento para este punto.

La empresa operadora deberá evaluar la inclusión en el programa de capacitación, del proceso de concientización a los familiares de los controladores de Sala de Control con respecto a la fatiga y la necesidad de un uso adecuado de sus tiempos de descanso.

7.6.2 Revisión periódica del programa

Se recomienda revisar este programa periódicamente, periodo a definir por cada Operadora, a fin de verificar que los contenidos se encuentren actualizados en función de las condiciones de trabajo de los controladores.

7.7 Entorno de trabajo

La empresa deberá considerar aspectos de diseño apropiados para la Sala de Control con respecto a la iluminación, temperatura, ruido, distracciones, circulación de personas, etc.

7.7.1 Iluminación

Una buena iluminación dentro de la Sala de Control tiene una influencia positiva en el estado de alerta del controlador, funcionando adecuadamente os ritmos circadianos durante el turno día. Asimismo, permite desincronizar el ritmo circadiano para los controladores del turno noche.

De acuerdo con la BS/EN/ISO 11064-6:2005, los niveles de iluminancia recomendados para una sala de control son los siguientes:

Mínimos requerimientos para iluminación de Sala de Control	
Máximo nivel de iluminancia en zona de computadoras	500 lux
Máximo nivel de iluminancia (no computadoras, administrativo)	750 lux
Niveles de iluminancia mantenidos (no computadoras, administrativo)	500 lux
Niveles de iluminancia mantenidos	200 lux

Tabla 7-2. Requerimientos de iluminación en Sala de Control

7.7.2 Ruido

En términos de fatiga, el ruido puede ser estimulante en circunstancias adecuadas a fin de evitar la somnolencia de los controladores. Por otro lado, niveles de ruido altos (por ejemplo, alarmas sonoras, maquinaria, etc.) pueden afectar la concentración de los controladores y generar estrés sobre las actividades desarrolladas.

De acuerdo con la BS/EN/ISO 11064-6:2005, los niveles de ruido ambiental recomendados para una Sala de Control son los siguientes:

Mínimos requerimientos para el ambiente acústico de Sala de Control	
Máximo ruido ambiental	45 dB $L_{Aeq,y}$
Máximo ruido de fondo	35 dB $L_{Aeq,y}$
Mínimo ruido de fondo	30 dB $L_{Aeq,y}$

Tabla 7-3. Requerimientos de ruido en Sala de Control

7.7.3 Temperatura

El ritmo circadiano regula nuestra temperatura corporal, por lo cual una variación en ella puede conllevar a la fatiga del controlador y la disminución de su performance, provocando posibles errores. Un incremento en la temperatura puede provocar somnolencia, mientras que un decremento de la temperatura puede causar intranquilidad, reduciendo el estado de alerta.

Los niveles de temperatura recomendados para una Sala de Control son los siguientes:

Condiciones Recomendadas de Temperatura de Sala de Control	
Temperatura del Aire	20 - 22°C
Humedad Relativa	30.6 - 35.7 %
Grados de Ajuste manual de Temperatura	± 2°C

Tabla 7-4. Requerimientos de temperatura en Sala de Control

7.8 Alimentación durante el trabajo

En caso de que la empresa provea alimentación a los controladores, deberá preparar un programa de alimentación adecuada a fin de evitar el incremento de los niveles de fatiga de los controladores.

Este programa deberá considerar como factores: el horario, la frecuencia, la calidad y el contenido de la alimentación.

La empresa operadora puede brindar como método de mitigación de fatiga el uso de cafeína, capacitando en el adecuado uso del mismo para evitar una alteración adicional sobre el ritmo circadiano.

7.9 Ejercicio durante el trabajo

El ejercicio durante el horario de trabajo permite mitigar el riesgo de somnolencia y fatiga en controladores, así como mejorar el estado de alerta.

La empresa operadora deberá educar a los controladores en la ejecución de ejercicios visuales tales como pestañeos, exposición a luz natural, movimiento ocular suave, cambio de enfoque, además de ejercicios musculoesqueléticos como estiramientos de cuello, encogimiento de hombros, rotación de pies, entre otros.

La empresa operadora puede evaluar proporcionar equipos de ejercicio tales como bicicleta estacionaria, trotadora u otro equipo de ejercicio cardiovascular que permita a los controladores incrementar su estado de alerta. Estos equipos deberán encontrarse en un área adyacente o cercana

al área de sala de control y se deberán arbitrar los medios para que la operación no quede desatendida.

De ser el caso, los controladores deberán ser capacitados en el uso de los equipos de ejercicio para su uso efectivo.

7.10 Salas de descanso

La empresa operadora puede autorizar el uso de siestas cortas (de 20 a 30 minutos) como medidas para la mitigación de fatiga en los controladores, a fin de reducir la somnolencia e incrementar el estado de alerta.

De ser así, la empresa operadora puede determinar la implementación de una sala de descanso, la cual deberá contar con las medidas de higiene adecuadas, con poca iluminación y bajo ruido a fin de que pueda ser útil para la recuperación del sueño. Se deberán arbitrar los medios para que la operación no quede desatendida.

La empresa deberá establecer los lineamientos adecuados para el uso de la misma, la duración y cualquier otra condición que deba tomarse en cuenta durante el uso.

7.11 Alojamiento para dormir

La empresa operadora puede considerar el uso de alojamientos para dormir como medida para la mitigación de la fatiga en los controladores. Alojamientos pueden ser utilizados con el fin de asegurar las 8 horas de descanso del controlador, o en condiciones de fuerza mayor que no permita la movilidad del personal a su domicilio

La empresa deberá establecer los lineamientos adecuados para hacer uso de los mismos, la duración y cualquier otra condición que deba tomarse en cuenta durante el uso.

7.12 Servicio de transporte

La empresa operadora puede brindar el servicio de transporte para el trayecto domicilio – centro laboral, con el fin de evitar el riesgo asociado a la conducción de vehículos del personal tras los turnos ejecutados. La empresa operadora deberá analizar la complejidad generada.

La empresa deberá establecer los lineamientos adecuados para hacer uso del mismo.

7.13 Reconocimiento de fatiga

La empresa operadora debe establecer métodos de reconocimiento de fatiga de los controladores. Estos métodos de identificación de fatiga pueden tomar en consideración los siguientes comportamientos o patrones en los trabajadores dentro de su evaluación, no limitándose a:

- Cambios de humor en el controlador: depresión, ansiedad, emociones alteradas, falta de reacción, etc.
- Somnolencia
- Errores de comunicación.
- Criterio deficiente
- Capacidad deteriorada

La empresa operadora debe estimular que los controladores estén atentos a su nivel de fatiga y tomar los recaudos necesarios para incrementar su nivel de alerta. Por otro lado, si el controlador determina que su estado de fatiga o el de sus compañeros es muy alto, deberá comunicar a su superior para que se tomen las acciones que correspondan.

Los superiores deben estar atentos al estado de fatiga de los controladores a fin de aplicar medidas efectivas para mitigar la fatiga.

De observar que el controlador presenta continuos estados de fatiga, se recomienda que sea derivado al área médica correspondiente para revisar el estado de salud física y mental del trabajador.

7.14 Inclusión del factor de fatiga en la investigación de eventos

La empresa operadora deberá incluir métodos que permitan analizar los componentes asociados a la fatiga de los controladores durante la investigación de accidentes e incidentes que puedan suceder en la operación.

La información relacionada a la fatiga debe incluir, sin limitarse a:

- Hora del incidente.
- Rol de turnos incluyendo la cantidad de días consecutivos trabajados por los controladores.
- Número de horas despierto.
- Número de horas de sueño en las últimas 24 horas de los controladores involucrados.

8 SISTEMA DE GESTIÓN DEL CAMBIO (SGC)

8.1 Meta y visión general

El objetivo es sistematizar la "Gestión del Cambio" para alteraciones que afecten las instalaciones u operaciones bajo responsabilidad de la Sala de Control, promoviendo la participación de miembros de su equipo en sus fases. Además de promover la adhesión a las prácticas recomendadas y normativas previstas en la API-RP-1168 y US/DOT/PHMSA.

Debe haber un procedimiento escrito que defina todo el proceso de gestión de los cambios que puedan afectar a las operaciones de la Sala de Control, así como la herramienta que se utilizará en todo su ciclo.

8.2 Aplicación y Alcance

8.2.1 Aplicación

Este estándar se aplica a los procesos de gestión de cambios en tecnologías, instalaciones, actividades, operaciones y personas relacionadas con la Sala de Control.

8.2.2 Alcance

- Actividades y operaciones en curso;
- Productos existentes durante todo su ciclo de vida;
- Instalaciones existentes durante todo su ciclo de vida;
- Nuevas instalaciones y emprendimientos, desde la fase de concepción y durante todo su ciclo de vida;
- Nuevos productos y tecnologías, desde la fase de concepción y durante todo su ciclo de vida;
- Nuevas actividades y operaciones, desde la fase de concepción y durante todo su ciclo de vida;
- Instalaciones que se retiren de operación, con desmontaje o no de las mismas;
- Actividades u operaciones suspendidas, total o parcialmente, temporal o definitivamente;
- Contratos existentes y nuevos contratos que definan o alteren acciones operativas bajo responsabilidad de la Sala de Control;
- Cambios en la estructura organizativa relacionados con la Sala de Control, incluyendo modificaciones en las áreas de responsabilidad y/o autoridad;
- Cambios de personas que puedan resultar en alteración de riesgos;
- Cambios considerados "sutiles".

8.3 Autoridad y Responsabilidad

Debe elaborarse un cuadro resumen definiendo: Actividad, Autoridad y Responsabilidad. Entre las actividades, podemos citar entre otras: garantizar el cumplimiento de la gestión del cambio, identificar la necesidad del cambio, registrar el cambio, implementar el cambio, completar el cambio, comprobar la eficacia y divulgar el cambio.

8.3.1 Descripción

La ejecución de la Gestión de Cambio debe realizarse para las situaciones definidas según el estándar aplicado por la compañía. También debe aplicarse a los cambios no listados anteriormente, independientemente del carácter temporal o permanente. En la Sala de Control se deben evaluar y gestionar los cambios, permanentes o temporales, que puedan afectar la seguridad operacional de los ductos y demás instalaciones operadas, evaluando las consecuencias derivadas de cualquier cambio en las instalaciones, productos, procedimientos, reglamentos, organización, contratos y legislación, colocando los riesgos inducidos en niveles aceptables. Esta gestión debe realizarse de forma permanente, considerando el ciclo de vida de las instalaciones y equipos, desde la concepción hasta el abandono.

El gestor del cambio debe definir el plazo de aprobación y de implementación del cambio.

Cabe a los responsables de la gestión de la Sala de Control definir la aplicación de la SGC para situaciones no contempladas en procedimientos y la decisión debe ser fundamentada según los impactos en las actividades desarrolladas por la Sala de Control.

El proceso de gestión de cambios ordinarios o emergentes que afecten a las operaciones de la Sala de Control debe contar obligatoriamente con un representante de la Gerencia de Operación con autoridad de actuación directa y activa para hacer evaluaciones, sugerir modificaciones y proporcionar información en todo el proceso de gestión de cambio. La designación de este representante es responsabilidad de su gerente.

8.3.2 Identificación de la necesidad del cambio

La identificación de la necesidad de cambios relacionados con las actividades de la Sala de Control ocurre durante el análisis de sus procesos, de la necesidad de implantación de mejoras, de la necesidad de expansión de sus actividades, de la necesidad de adecuación a referencias normativas y prácticas de mercado, de atención a las auditorías, inspecciones e informe de tratamiento de anomalías, etc.

También hay elementos y áreas notables en las actividades de la Sala de Control que están sujetos a la gestión de cambios y que no dependen de las oportunidades arriba mencionadas. Se listan a continuación, sin estar limitados a:

8.3.2.1 Tecnología, procesos e instalaciones

- Entrada en operación de nuevos sistemas;
- Desactivación o desafectación de alguna instalación de la consola de operación (temporal o definitiva);
- Inclusión o migración de nuevas instalaciones en una consola de operación (temporal o definitiva);

- Cambio en instalaciones existentes, incluyendo sustitución de equipos;
- Inhibición de lógica de control y de dispositivos de seguridad;
- Cambio, revisión o inclusión de procedimientos y prácticas operativas (temporal o definitiva);
- Cambio de límites de responsabilidad entre las consolas de operación;
- Cambio de límites de responsabilidades entre Operaciones y Mantenimiento en sistemas e instalaciones (temporal o definitiva);
- Cambio de límites operativos de instalaciones (temporal o definitiva);
- Cambio del nivel de automatización de la consola (total o parcial);
- Cambio en pantallas de operación (patrón visual, alteración o inclusión de equipos y sistemas, navegabilidad, etc.) que pueda impactar en la capacidad y tiempo de interpretación, identificación y tiempo de respuesta a una alarma o evento por el controlador, aunque se mantienen sus funcionalidades;
- Cambio en el sistema de supervisión (software o versión diferente);
- Cambio en el sistema de comunicación o demás sistemas que puedan impactar en la capacidad y tiempo de identificación, interpretación y respuesta de una alarma u ocurrencia por el controlador (temporal o definitiva);
- Cambio en el sistema de alarmas que pueda afectar la capacidad y tiempo de identificación, interpretación y respuesta de una alarma u ocurrencia por el controlador (temporal o definitivo);
- Supresión de alarmas en instrumentos críticos, o instrumentos que se consideren esenciales para el seguimiento de segmentos de ducto;
- Cambio proveniente de contingencias debidas a sucesos anormales o incidentes (temporal o definitivo);
- Cambio que afecta un elemento crítico de protección de las instalaciones, y que tiene que ser debidamente comunicado;
- Cambio en las herramientas utilizadas para el soporte a las operaciones. Por ejemplo, batch tracking, detección de fuga, gestión de alarmas, etc.

8.3.2.2 Personas

- Admisión de nuevos controladores en la Sala de Control;
- Habilitación de Controladores de la Sala de Control en una nueva consola;
- Habilitación de nuevos Coordinadores de Turno;
- Retorno del controlador a la consola de operación tras su alejamiento, salvo cuando sea motivado por vacaciones o descanso;
- Cambio de atribuciones y responsabilidades de los Controladores;
- Cambios en las condiciones ergonómicas de trabajo.

Nota 1: Los cambios aplicados a diferentes Controladores pueden ser tratados dentro de un mismo proceso de SGC siempre que:

- tengan las mismas atribuciones y responsabilidades;

- tengan experiencia equivalente;
- las consolas de destino sean de igual complejidad;
- no hay cambios en los riesgos;
- ocurren dentro del plazo de conclusión del mismo proceso de SGC.

Nota 2: El cambio referido a la admisión de nuevos Controladores, bajo la responsabilidad de los Coordinadores de Turno, no contempla el curso de formación genérico. Dicho curso es responsabilidad del área de Recursos Humanos.

8.3.3 Registro del cambio

El registro del cambio en el SGC y su respectivo plazo deben ser realizados en conformidad con lo dispuesto en el procedimiento específico que trata el SGC y utilizando la herramienta o *software* que posibilite realizar el ciclo completo del proceso. Los registros deben ser archivados de acuerdo a las leyes y regulaciones vigentes, asegurando la trazabilidad y disponibilidad en caso de consultas y auditorías.

8.3.4 Flujograma del proceso

Cada empresa debe elaborar un diagrama de flujo de proceso que defina las distintas etapas del SGC.

8.3.5 Gestión del cambio de emergencia

Se deben elaborar procedimientos para la gestión del cambio en situaciones de emergencia, posibilitando que el cambio sea implementado de forma inmediata para atender una demanda que involucra situaciones de seguridad, operacional, salud o medio ambiente. Debido a la necesidad de respuesta inmediata en situaciones de emergencia, algunas etapas de la gestión del cambio pueden ser verbales. El personal designado y que representa a la Sala de Control debe estar involucrado en las etapas de revisión, aprobación y comunicación de la gestión del cambio de emergencia, incluyendo la etapa de implementación. La gestión del cambio de emergencia debe formalizarse y aprobarse de acuerdo con los procesos y estándares aplicables a situaciones normales tan pronto como sea posible.

A su vez, el proceso de notificación a los controladores debe ser formalizado lo antes posible.

Las situaciones de gestión del cambio de emergencia incluyen los siguientes ejemplos:

- Reducciones de presión (presión de trabajo, MAOP, etc.);
- Fugas;
- Tomas ilícitas;
- Desastres naturales;
- Cambios operativos no previstos;
- Situaciones relacionadas con la seguridad;
- Fallas de equipos críticos.

8.3.6 Monitoreo de rendimiento

El servicio responsable por las operaciones de la Sala de Control debe monitorear el desempeño de los procesos de gestión de cambios relacionados con la misma, a través de la herramienta analítica definida por la empresa para ese objetivo.

La “Metodología y Herramienta de Autoevaluación en Seguridad de Procesos” desarrollada por ARPEL (Publicación ARPEL n°MP02-2018, Agosto 2018) lista Indicadores Recomendados para realizar este seguimiento, en su Anexo II, Elemento M. Manejo del Cambio.

Por ejemplo, un indicador clave para monitorear el desempeño es el Porcentaje de Cambios Realizados en el Plazo definido en el SGC (o PRCP), cuya meta es 100%.

$$\text{PRCP} = (1 - (\text{Total de Cambios Pendientes} / \text{Total de Cambios Abiertos})) * 100$$

8.3.7 Notificación y entrenamiento

Tanto los controladores como el personal involucrado en el proceso de Gestión de Cambio deben estar capacitados en el procedimiento de gestión de cambio y las herramientas usadas para tal fin.

Los controladores deben ser notificados de los cambios a implementarse y deben estar entrenados para la nueva condición de operación. Esta notificación y entrenamiento debe contemplar un registro de su ejecución.

Tal entrenamiento puede consistir en una instrucción formal en el aula, visitas de campo, entrenamiento en sistemas informatizados, u otro método que sea determinado por las Operadoras de ductos.

9 EXPERIENCIA OPERATIVA

9.1 Requisitos básicos para Controladores.

Los requisitos básicos que el Controlador deberá conocer para poder desempeñar su función están detallados en el capítulo 10. Entrenamiento y calificación.

9.2 Retroalimentación de situaciones operativas

Cada Operadora debe garantizar que las lecciones aprendidas y las buenas prácticas de sus experiencias operativas se hayan incorporado de forma adecuada, y cuando sea aplicable, en la gestión de los procedimientos relativos al centro de control.

Temas a considerar:

Cada uno de los siguientes elementos puede ser beneficioso para incorporar a partir de las lecciones aprendidas:

- Desarrollo de métodos para analizar y corregir eventos relevantes, evidenciando las lecciones aprendidas.
- Desarrollo del método de compartir nuevos métodos y experiencias entre los grupos / equipos de salas de control.
- Determinación de estrategias para mitigar la repetición de ocurrencias;
- Evaluación crítica de las acciones oriundas de la Sala de Control, identificando si fueron factores contribuyentes de un evento y corrigiendo las deficiencias relacionadas con los siguientes ítems:
 - Fatiga del controlador.
 - Equipo de campo
 - La operación de cualquier dispositivo de alivio.
 - Fallas o cambios de los equipos de campo.
 - Actuación de cualquier sistema de alivio o dispositivos de seguridad.
 - Procedimientos inadecuados;
 - Entrenamiento inadecuado.
 - Configuración o desempeño del sistema SCADA.
 - Proceso de gestión del cambio inadecuado o incompleto;

Otros tópicos a ser considerados en las lecciones aprendidas pueden incluir:

- Incidentes o cuasi-accidentes.
- Eventos de terceros.
- Registros de auditorías.
- Eventos considerados relevantes.
- Eventos identificados a través de verificación del “log” de alarmas y eventos.

- Revisión del histórico de “logs” de alarmas.
- Otras fuentes de experiencia operacional.
- Eventos ocurridos en la industria.

Se deberá incluir las lecciones aprendidas que surjan de las salas de control en el programa de capacitación requerido por esta sección.

Se recomienda el uso de software específico para el registro y análisis de fallas. Las fallas registradas que se encuadren en determinados criterios de relevancia serán analizadas según el procedimiento de investigación de cada Operadora. Los criterios de relevancia también deben mencionarse en dicho procedimiento.

Representantes del equipo de Salas de Control deben ser invitados y participar de forma efectiva de los análisis de fallas realizados por el equipo investigador. El proceso de análisis de las fallas debe considerar los aspectos involucrando las actividades bajo responsabilidad de la sala de control y sus controladores, evaluando sus posibles contribuciones en los eventos.

Los informes de análisis de accidentes en ductos deben ser conocidos por el equipo de la Sala de Control.

Los incidentes analizados por el equipo investigador, cuasi incidentes, fallas de otros sectores de la empresa y de terceros, anomalías de HSE, eventos provenientes de auditorías operacionales y cualquier otro incidente que sea de interés para mitigar la reincidencia, deben ser divulgados de forma sistemática a los equipos. Esta divulgación puede ocurrir por correo electrónico y/o a través del Reporte de Incidente (formato a criterio de cada compañía).

Las principales lecciones aprendidas y eventos relacionados con la Sala de Control deben también ser presentados en las reuniones presenciales con los grupos de turno, realizadas a intervalos máximos de seis meses.

10 ENTRENAMIENTO Y CALIFICACIÓN

10.1 Lineamientos generales

En la operación de los sistemas de transporte de hidrocarburos y sus derivados se deben desarrollar actividades de alto riesgo debido a las sustancias peligrosas que se transportan y los riesgos que éstas representan para la integridad de las personas, el medio ambiente o las instalaciones.

Garantizar el conocimiento y las competencias del personal que opera los sistemas de transporte, ayuda a disminuir en buena medida la probabilidad de ocurrencia de incidentes o accidentes que pudieran causar pérdidas de contención primaria de materiales peligrosos.

Adicionalmente, contar con procesos de calificación estandarizados, permiten a los propietarios de ductos y sus Operadoras, establecer un punto de referencia importante para definir los niveles de competencia y habilidad que se requiere, para la ejecución de las operaciones de los ductos.

La calificación de los Controladores de Salas de Control genera los siguientes beneficios, tanto para los propietarios de los ductos, como para las empresas operadoras y su personal:

- Mejoran la imagen corporativa, tanto a nivel nacional como internacional - Reconocimiento internacional.
- Afianzan el cumplimiento de requisitos que generan una ventaja competitiva al momento de participar por potenciales negocios de transporte por ductos a nivel nacional e internacional.
- Fortalecen las prioridades en la ejecución de las actividades asociadas con la operación de ductos:
 - Seguridad de las personas
 - Protección al medio ambiente
 - Seguridad de las instalaciones
 - Satisfacción de los clientes internos y externos
 - Efectividad en la operación
- Afianzan la calidad en la ejecución del servicio de transporte.
- Motivan y comprometen al personal de operaciones que participa en los procesos de Calificación, como consecuencia de los planes de desarrollo estructurados para la mejora de sus habilidades y competencias.
- Estandarizan bajo una referencia internacional que mejora la productividad y por ende aumenta la rentabilidad del negocio.

De la misma manera, es importante tener en cuenta que los programas de calificación de los controladores de ductos apuntan a garantizar sus competencias para llevar a cabo las tareas calificadas que hayan sido establecidas por cada compañía y se basan en lo definido en las normas ASME B31Q y API RP 1161.

Lo anteriormente mencionado implica que el programa de Calificación de Controladores de Salas de Control, es un proceso complementario que tiene como objetivo final garantizar la ejecución de manera segura de las tareas calificadas que están relacionadas con las distintas actividades que se llevan a cabo en la operación de ductos.

La compañía operadora debe definir roles y responsabilidades para la administración, la gestión e implementación consistente del programa de calificación de controladores. Dichas responsabilidades deben ser claramente establecidas en un programa escrito y comunicadas a las personas impactadas. Las responsabilidades asociadas con dicho programa deberían incluir como mínimo lo siguiente:

- Gestión central y supervisión del programa
- Capacitación
- Gestión de las calificaciones

Es una buena práctica que la compañía considere el desarrollo de procesos para la revisión periódica del programa escrito y la implementación de un programa de auditoría. La compañía debe determinar el proceso para incorporar mejoras al programa basadas en los hallazgos.

El propósito de una revisión periódica del programa es asegurar que cumpla con las exigencias normativas y mejorarlo de manera continua.

La Operadora tiene la flexibilidad de estructurar la revisión de manera formal o informal como se considere necesario y debe documentar los resultados y modificaciones realizadas, si corresponde.

10.1.1 Contenido del programa escrito

El programa escrito debe contener como mínimo lo siguiente:

- El objetivo y alcance del proceso de entrenamiento, capacitación, calificación y certificación.
- Un plan de capacitación y entrenamiento que establezca responsabilidades para las actividades de formación, y que como mínimo contenga:
 - Programas de capacitación y entrenamiento.
 - Lista de tareas aplicables a la calificación.
 - Responsables y plazos.
- Una metodología y definición de responsabilidades:
 - El equipo calificador debe establecer en el procedimiento, una metodología para la evaluación que acredite el cumplimiento de los requisitos para validar la idoneidad de la calificación de las tareas, mediante, pruebas de conocimiento, pruebas de simulador, pruebas de evaluación práctica (desempeño).
 - Se debería disponer de documentación que acredite el cumplimiento del postulante a los requisitos de competencias necesarias en el proceso de calificación por tareas: registros de entrenamiento, registros de evaluación práctica, registros de aptitud

física, fisiológica y psicológica, registros de evaluación escrita (test), registros de historial de desempeño, registros de competencias académicas.

- El equipo calificador y el postulante deben contar con la documentación técnica necesaria del sistema de transporte y en donde se establezca mínimamente: especificaciones de diseño del sistema de transporte, contexto operacional del sistema de transporte; manuales, procedimientos e instructivos de operación del sistema de transporte, funciones del cargo (perfil del puesto de operador de campo o remoto), banco de preguntas basado en las especificaciones técnicas y operativas del sistema de transporte.
- *Documentación externa:* el procedimiento debe hacer referencia a la norma o las normas adoptadas para el proceso: ASME B31Q (Calificación del Personal de Ductos), API RP 1161 (Prácticas Recomendadas para Calificación de Operadores de Ductos), módulos de capacitación NCCER aplicables a las tareas a calificar, guías de ARPEL, listado de normas, leyes y reglamentos del marco legal, comercial y regulatorio que apliquen al proceso.

10.1.2 Etapas del programa de calificación

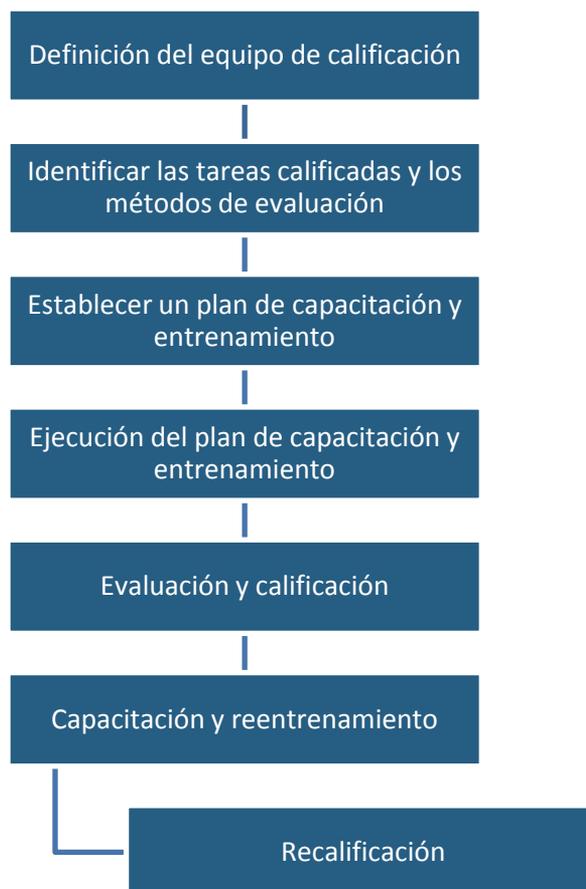


Figura 10-1. Etapas del programa de calificación

10.2 Identificación de tareas

A partir de una recopilación y análisis de tareas que se llevan a cabo en las instalaciones de ductos, la compañía operadora debe proceder a identificar y documentar aquellas que comprometen la seguridad e integridad de los ductos y que podrían considerarse como tareas calificadas si cumplen otros requisitos indicados en este apartado.

Una tarea calificada es una actividad identificada por la compañía, que cumple con los siguientes 4 criterios:

1. Debe ser realizada sobre las instalaciones del sistema de ductos.

El lugar donde se ejecuta una tarea define si corresponde considerarse como tarea calificada o no. Por ejemplo, una prueba o calibración de un componente removido de la instalación y que se lleva a cabo en un taller, no se considera tarea calificada. Por el contrario, si la misma tarea se lleva a cabo en el componente montado en la instalación, si se considera una tarea calificada.

2. Es una tarea de operación o mantenimiento.

Si bien las normas de referencias no describen formalmente qué es una tarea de operación o mantenimiento, para su identificación se tendrán en cuenta las definiciones de operación (arranque, parada, monitoreo de dispositivos o sistemas de control) y mantenimiento, definido como la acción que tiene por objeto mantener o restaurar un activo físico para cumplir su función prevista.

3. Debe ser realizada como respuesta a los requerimientos de la regulación vigente.

La compañía operadora debe revisar toda la regulación local y sus propios estándares para asegurarse que todos los requerimientos están siendo considerados.

4. Afecta la operación o integridad del sistema de tuberías.

Si una tarea se realiza en forma incorrecta, podría afectar negativamente las operaciones o la integridad de las personas, el medio ambiente o la infraestructura durante o después de la ejecución. Las operaciones incluyen todas las acciones adoptadas para facilitar el almacenamiento o transporte de hidrocarburos y sus derivados a través de una tubería regulada. La integridad se refiere a la aptitud de las tuberías para operar de manera segura y soportar los esfuerzos que impone la operación.

Basta que uno solo de estos criterios no se cumpla para que la tarea analizada no corresponda ser una tarea calificada.

10.2.1 Otras consideraciones

- El programa de calificación debe utilizar un proceso metódico para determinar las tareas calificadas. Los procesos más utilizados están basados en el conocimiento de un grupo de expertos en el tema y/o en árboles de fallas.
- El programa escrito de la compañía debe identificar el método que usa para determinar si una tarea es calificada o no. También debe identificar cómo son agregadas las tareas al programa o eliminadas de él.
- Al evaluar el efecto sobre la operación, se debe considerar si una ejecución incorrecta de la tarea podría causar que fueran excedidos los límites de diseño de la tubería.
- Al evaluar si una tarea puede afectar la integridad de una tubería, se debe tener en cuenta si la ejecución incorrecta pudiera hacer que la tubería resulte inadecuada para operar a su máxima presión operativa admisible, aunque ese efecto no fuera inmediato.
- La realización de la tarea no necesariamente debe incluir contacto con la tubería para que dicha tarea sea considerada una tarea calificada.

10.2.2 Agrupación de tareas

Con las tareas calificadas identificadas, la compañía deberá agrupar una lista de tareas con la descripción de los procesos utilizados para su identificación. Las tareas calificadas típicas se pueden consultar en los listados de las normas API RP 1161 y ASME B31Q.

Cuando se finalice la agrupación de tareas se deberán realizar el desarrollo de cada. Una buena práctica es seguir el desarrollo de la tarea según lo indicado en la API RP 1161.

A continuación, se presenta el contenido mínimo recomendado de tareas operativas a considerar en el programa de calificación.

N° de tarea	Temas
1	Lazos de control y monitoreo de variables críticas (Presión, caudal, comunicación, densidad)
2	Puesta en marcha y parada de ducto (operación de equipos)
3	Lanzamiento y recepción de scrapers
4	Seguridad de procesos, sistemas de defensa contra incendio
5	Operaciones de válvulas de bloqueo
6	Sistema de detección de fuga
7	Custody Transfer: Sistema de medición, calibración, toma de muestras. Documentación de batches
8	Pruebas de estanqueidad de ductos
9	Inspección de traza de ductos
10	Procesos de planta: alineación de válvulas para cambios de batch y calibraciones, procesos particulares, etc.

Tabla 10-1. Contenido mínimo sugerido de tareas operativas

10.2.3 Condiciones Anormales de Operación (CAO's)

Las personas calificadas deberán poder reconocer y reaccionar adecuadamente ante las condiciones anormales de operación que se puedan presentar durante el desarrollo de las tareas.

A modo de ejemplo, una persona que ha sido calificada para realizar la tarea de detección de fuga debe ser capaz de detectar y reaccionar adecuadamente ante un escape peligroso de gas. De igual manera, una persona calificada para monitorear parámetros operativos como presión, caudal, temperatura, debe ser capaz de reconocer y reaccionar adecuadamente ante una presión anormal de operación.

La compañía tiene flexibilidad en la determinación de los métodos para asegurar que el personal calificado pueda reconocer y reaccionar correctamente frente a una CAO.

Estos métodos pueden incluir, pero sin limitación, lo siguiente:

- Desarrollar una evaluación independiente de las CAO's.
- Incorporar las CAO's dentro de la evaluación de tareas calificadas.
- Revisar las CAO's en reuniones previas al desarrollo de la tarea, en caso de que sea programada, y documentar revisiones.
- Revisar las CAO's en reuniones periódicas y documentar revisiones.
- Una combinación de todas las anteriores.

La compañía debe identificar las condiciones que deben ser reconocidas por una persona que ejecute una tarea calificada.

Ejemplos de CAO's se presentan en el capítulo 13.

10.3 Capacitación y entrenamiento

La capacitación y el entrenamiento son los actos de facilitar el aprendizaje, el desarrollo y la mejora de los conocimientos y habilidades del personal nuevo y del existente.

Los ejemplos de cuándo la capacitación puede ser apropiada incluyen, entre otros, los siguientes:

- Calificación inicial
- Personas que ya estaban trabajando en la organización pero que son asignadas por primera vez para ejecutar una tarea calificada (sea por transferencia o por promoción)
- Suspensión o descalificación
- Revisiones de políticas y procedimientos
- Cambios en herramientas, equipos o tecnología
- Evaluación fallida

- Corrección de problemas en el desempeño de una persona (por ejemplo, desempeño que contribuyó a un accidente/incidente, etc.)

Cabe destacar que la capacitación por sí misma no es un factor determinante para tener en cuenta en el proceso de evaluación. Registros de asistencia, certificados de completamiento, etc., que provienen de los cursos de capacitación, no son registros de evaluación y no pueden ser utilizados como documentación clave para calificar una persona para cualquier tarea calificada.

Solo los registros con los resultados de los exámenes escritos/orales/prácticos y observaciones sobre la ejecución de la tarea, serán tenidos en cuenta para el proceso de evaluación.

El proceso de capacitación, entrenamiento y calificación debe cumplir las siguientes etapas:

- Disponer de un programa integral de formación con detalle de temas, tiempos y responsable
- Asignación de tutor
- Ejecución de la formación teórica y práctica: maniobras en campo y uso de simuladores
- Calificación
- Reentrenamiento

10.3.1 Programa integral de formación

Previo al inicio del proceso de capacitación y entrenamiento de un ingresante al puesto de controlador, se debe disponer de un programa escrito que incluya los temas, el responsable de otorgar o guiar la capacitación y el tiempo estimado.

El tutor designado, el cual tiene que tener probada formación en la operación de conductos y ser o haber sido supervisor de sala de control de ductos, será el encargado de guiar todo el proceso de formación y entrenamiento, y dar conformidad del cumplimiento del programa.

Los métodos de capacitación deberían incluir, entre otros, los siguientes:

- material teórico
- instructor o tutor que acompañe el proceso de capacitación y entrenamiento
- entrenamiento basado en computadora (SCADA)
- uso de simuladores
- simulacros
- autoestudio

La capacitación se realizará en forma teórica y práctica, explicando el alcance de las responsabilidades, los datos técnicos de los conductos, la comunicación con las estaciones de bombeo en caso que no sean completamente teleoperadas, la coordinación, teleoperación y análisis de las operaciones a través de las distintas pantallas del SCADA, basados en el manual operativo y los distintos manuales de los sistemas soportes.

Requerimientos mínimos de formación sugeridos
Roles y responsabilidades
Fluidodinámica
Datos técnicos de ductos
Visitas en campo
Operación SCADA (tareas mencionadas en el punto 10.2.2)
Atención de condiciones anormales de operación
Contingencias
Interacción con el público según procedimientos y políticas de la compañía
Partes diarios e indicadores operativos
Cambio de turno
Mitigación de la fatiga
Gestión de alarmas
Gestión del cambio
Experiencia operativa

Tabla 10-2. Requerimientos mínimos de formación sugeridos

A continuación, se incluye una ampliación de los puntos relacionados con la operación de un ducto.

10.3.1.1 Fluidodinámica y datos técnicos de ductos

Para monitorear, controlar y responder de forma apropiada durante la operación del ducto, el Controlador deberá conocer los siguientes conceptos:

- Presión
- Densidad
- Viscosidad
- Temperatura
- Parámetros de diseño del ducto y de los equipos
- Separación de columna
- Tensión de vapor
- Cavitación
- Hidráulica del ducto

10.3.1.2 Monitoreo de operaciones de ductos

El monitoreo de operación del ducto corresponde al seguimiento constante de los parámetros operativos del proceso. Estos parámetros operativos son los enunciados en el punto anterior. Este monitoreo permite anticiparse a cualquier desvío, y así evitar una posible situación de alarma.

10.3.1.3 Operación en Condición normal y anormal

Cuando el sistema de ductos es operado dentro de los parámetros de diseño del mismo, se considera que la condición de operación es *NORMAL*. En esta situación el controlador debe:

- Realizar el arranque y paro de equipos
- Ajustar los parámetros operativos del sistema
- Cumplir con la programación de bombeo
- Realizar los controles y reportes operativos
- Registrar las novedades acontecidas en el turno
- Atender las alarmas que se presenten durante la operación
- Ajustar el bombeo o la compresión para realizar las tareas de mantenimiento en equipos y sobre el ducto

En el caso que surja un evento que no pueda ser controlado y genere un desvío de los parámetros de diseño, la operación se considera *ANORMAL*. En esta situación el controlador debe:

- Identificar el desvío
- Realizar las maniobras operativas para minimizar riesgos en la estructura del sistema y posible impacto ambiental
- Activar el Plan Ante Contingencia en caso que corresponda (ver párrafo siguiente)
- Realizar las maniobras operativas para normalizar la condición de operación
- Informar al personal definido en el rol de llamadas
- Documentar todo lo acontecido

10.3.1.4 Respuesta ante una Contingencia

Como se mencionó en el punto anterior, una situación anormal puede derivar en la activación del Plan Ante Contingencia. De esta manera el controlador deberá:

- Implementar una metodología de acciones operativas/administrativas para responder ante una contingencia de forma oportuna, adecuada y efectiva.
- Seguir las acciones derivadas del desarrollo de simulacros, los tiempos de respuesta, las operaciones de control de emergencia, las actividades de prevención, los medios y los recursos establecidos para las situaciones de emergencia identificadas.

10.3.1.5 Operación manual de instalaciones (experiencia de campo)

El controlador deberá tener experiencia de campo para dimensionar la operación una vez que se encuentre en la sala de control operando de manera remota, como así también debe realizar la recorrida de la traza del ducto, tener identificados accesos a Plantas, válvulas de bloqueo, franja de seguridad.

10.3.1.6 Manejo del simulador

El uso del simulador es recomendable dado que le permite al controlador optimizar las operaciones y mejorar el rendimiento de las mismas. El controlador podrá:

- Realizar un análisis previo de maniobras que no son frecuentes

- Realizar simulaciones que permiten entrenarse en la operación
- Realizar simulaciones para nuevas condiciones de operación, estimación de caudales, consumo de energía
- Simular condiciones en las cuales equipos se encuentran trabajando sobre el ducto

10.3.1.7 Seguimiento de variables off-line (Variaciones Patrimoniales/Terceros)

El seguimiento off-line de presiones nos da una mejor apreciación de posibles variaciones no operativas que no detecte el sistema instalado para la detección de fugas. A estos análisis se debe sumar el análisis off-line del sistema de detección de fugas y el control volumétrico.

10.3.2 Re-entrenamiento

Un supervisor calificado que debe ser evaluado ya sea porque se cumplió el período de validez o por cualquiera de las causas descritas en los puntos 10.4 y 10.5. Previo a la evaluación debe contar con todo el material teórico y debe tener a disposición el uso de los simuladores. En caso de que se desaprobe algún tema particular, deberá capacitarse y entrenar en dicho punto siendo supervisado por un tutor para la ejecución de dicha tarea hasta que sea nuevamente evaluado.

10.4 Proceso de calificación

Es el proceso que permite a un evaluador comprobar si el controlador reúne las competencias necesarias para ejecutar una tarea calificada, y si tiene las habilidades para reconocer y reaccionar ante condiciones anormales de operación que pueden surgir durante la ejecución de la tarea. Es responsabilidad de la compañía operadora, la elección del método que considere más apropiado para evaluar una persona.

La compañía debe estar en condiciones de demostrar que la evaluación aceptada para cada tarea calificada mide el conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes, requeridos para la ejecución segura de la tarea.

La calificación está dirigida a:

- Personal ingresante.
- Persona que regresa luego de una enfermedad prolongada (criterio a definir por la empresa; se sugiere 6 meses).
- Persona que haya participado de un incidente operativo de alto potencial.
- Cuando la planta donde se desempeña haya tenido una obra o actualización tecnológica.
- Cuando cambien procedimientos de trabajo que involucren las tareas listadas.
- Personal desaprobado (ver particularidades en 10.4.4).

10.4.1 Evaluador

Es el responsable de evaluar y calificar a las personas para realizar las tareas calificadas. Debe tener el conocimiento requerido, por capacitación o experiencia, para determinar que una persona es apta para:

- Realizar tareas calificadas
- Reconocer condiciones anormales de operación que puedan aparecer o ser observadas durante la ejecución de esas tareas, y reaccionar ante ellas.

El equipo de calificación tiene las siguientes responsabilidades:

- Seleccionar los controladores que se requieran para ejecutar la operación, realizar las evaluaciones técnicas y test psicológicos a los candidatos a contratar o ser promovidos.
- Entrenar, evaluar y calificar a los controladores seleccionados.
- Liderar o participar en las investigaciones de todos los incidentes en que estén involucrados los controladores.

Cualquier integrante del equipo puede asumir uno o más roles y responsabilidades, dependiendo de las directrices de la compañía operadora.

El equipo se debe reunir con una periodicidad preestablecida para seguimiento del programa o cuando ocurra un incidente operacional. La compañía debe oficializar el equipo directivo del programa y darle los recursos necesarios para que pueda desarrollar el programa.

Se pueden utilizar los servicios de terceros para calificar al personal que realice tareas calificadas siempre que el equipo evaluador contratado responda al criterio indicado en este párrafo. También es posible seleccionar personal idóneo dentro de la compañía que tenga la experiencia suficiente para calificar a los controladores.

La generación y gestión de los registros que fundamentan el conocimiento de un evaluador es una buena práctica.

10.4.2 Método de evaluación

La compañía deberá suministrar al personal a calificar todo el material de estudio necesario para asegurar una correcta capacitación.

- Manuales operativos
- Cursos específicos dictados por terceros o personal propio de la compañía.
- Normas API
- Manuales técnicos de equipos e instalaciones
- Bibliografía técnica

- Procedimientos particulares de operaciones y seguridad
- Requisitos legales
- Lecciones aprendidas de incidentes de alto potencial
- Lecciones aprendidas de simulacros de emergencias operativas

Una vez capacitado y entrenado el personal en función de lo descrito en el punto 10.3, el mismo estará en condiciones de ser evaluado. Para esta instancia la compañía deberá confeccionar un cuestionario basado en la API RP 1161.

10.4.3 Tipo de evaluación

- *Examen escrito:*

El mismo debe ser tan objetivo como sea posible. Las preguntas formuladas en estos exámenes deben estar expresadas de manera de no inducir al controlador examinado hacia una respuesta determinada. Las preguntas deben estar basadas en el material de estudio entregado al controlador y puede ser con preguntas a desarrollar o con múltiples opciones.

El examen se considera aprobado teniendo un porcentaje determinado de las respuestas correctas. Valor recomendado: 70%.

- *Examen en campo:*

El mismo debe contar con preguntas puntuales referidas a maniobras operativas anormales, identificación de situaciones y variables críticas, interpretación y reconocimiento de alarmas en sistema SCADA, operación de sistemas de protección de seguridad, funcionamiento de sistemas alternativos de energía eléctrica y/o comunicaciones, respuesta ante contingencias, etc. Las mismas son respondidas en forma oral y pueden usarse simuladores para evaluar el desempeño ante determinadas situaciones y maniobras predefinidas.

El examen se considera aprobado teniendo un porcentaje determinado de las respuestas correctas. Valor recomendado: 90%.

Queda a criterio de la compañía aplicar la metodología de preguntas claves pasa/no pasa para ambos exámenes. Dichas preguntas deben ser respondidas correctamente sin excepción. En caso de que no responda correctamente alguna, desaprueba el examen.

El evaluador tiene la posibilidad de repreguntar en el campo algún ítem que considere que no fue interpretado correctamente en el examen escrito.

La compañía debe definir y controlar el tiempo de vigencia de las evaluaciones y el número de intentos que tendrá disponibles el controlador en caso de no aprobar las evaluaciones respectivas.

10.4.4 Resultados de la evaluación

Dentro del proceso de calificación de controladores pueden surgir dos casos:

- *El controlador aprueba las evaluaciones de conocimiento y habilidades:*

En este caso se emitan los documentos que validen que el controlador está calificado para ejecutar su trabajo.

- *El controlador no aprueba las evaluaciones de conocimientos y/o habilidades y perfil:*

Para el caso en que el controlador no apruebe las evaluaciones de conocimientos, la compañía debe realizar un plan de capacitación y se vuelve a evaluar; la compañía debe especificar cuántas oportunidades se dan al controlador para ser recalificado; durante este período el controlador no debe realizar tareas calificadas hasta pasar el proceso de recalificación.

Se sugiere que todo el personal de operaciones debe ser reevaluado cada 3 años y si desapueba la evaluación, debería reevaluarse en un plazo no superior a los 3 meses.

10.5 Particularidades

10.5.1 Personal no calificado

La normativa vigente permite, bajo ciertas circunstancias, que personas no calificadas ejecuten tareas calificadas, ya sea porque desaprobó la evaluación, o se encuentre participando del programa de capacitación, o cuando ejecutan las tareas formando parte de un equipo de trabajo. Sin embargo, en toda circunstancia, el personal no calificado podrá ejecutar tareas calificadas si se reúnen las siguientes condiciones:

- Que una persona calificada sea asignada para dirigirlo y controlarlo durante la realización de la tarea calificada.
- Que una persona calificada sea capaz de tomar medidas correctivas inmediatas, si fuera necesario. Se debe entender que la persona calificada está en el lugar de trabajo y a unos pocos metros de las personas no calificadas.
- La supervisión desde una locación remota no es aceptable. Si una persona calificada, que está observando o dirigiendo el trabajo de una persona no calificada, necesita alejarse del sitio, el trabajo se debe detener hasta tanto la persona calificada regrese.

La compañía debe limitar el número de personas controladas por cada persona calificada, basándose en la habilidad del controlador para actuar ante los errores que pudieran ocurrir durante la realización de la tarea por parte de los no calificados. A tales efectos debe tener en cuenta factores como los siguientes:

- Complejidad de la tarea
- Consecuencia de una realización incorrecta de la tarea
- Habilidad de la persona que realiza el control
- Conocimiento y habilidades de los individuos controlados

No todas las tareas calificadas pueden ser realizadas por individuos no calificados, ni aunque fueran controlados por personal calificado. Si un error en la realización de la tarea pudiera acarrear peligro porque el controlador no tuviera suficiente tiempo para responder, la Operadora no debe permitir que personal no calificado realice la tarea calificada.

10.5.2 Desempeño que contribuye a un incidente

Si hay una razón para creer que el desempeño de una persona en una tarea calificada contribuyó a un incidente (incidente/accidente/cuasi accidente - definiciones de acuerdo con la política de la compañía) debe realizarse una revisión de su calificación para realizar esa tarea calificada.

Algunos errores en el desempeño pueden no resultar de una capacitación insuficiente, sino atribuibles a factores emocionales. En estos casos la compañía puede decidir que la reevaluación no sea necesaria.

Si la compañía concluye que la reevaluación es necesaria, debe determinar si existe una deficiencia en la evaluación usada para la calificación reciente. De ser así puede requerir, a su vez, reevaluar la calificación de otros individuos que fueron calificados para la tarea calificada involucrada en el incidente y hacer los ajustes apropiados al proceso de evaluación. La compañía debe considerar también si un entrenamiento adicional sería apropiado previo a la reevaluación.

10.5.3 Causa razonable para verificar la calificación

Si existe una razón fundada para inferir que una persona ya no es apta para realizar una tarea calificada, debe revisarse su calificación. Las siguientes circunstancias pueden ser algunas de las que motiven cuestionamientos respecto de la aptitud de una persona para realizar una tarea calificada:

- Lesión o limitación física
- Procedimiento rara vez o casi nunca utilizado por la persona
- Declaración documentada de la persona u otros respecto a su desempeño en la realización de la tarea calificada
- Desempeño insatisfactorio documentado en la tarea calificada
- Accidente / incidente /cuasi accidente
- Inactividad prolongada en la realización de la tarea calificada
- Resultado de evaluaciones que la compañía realice respecto de tareas calificadas.

10.5.4 Proceso para determinar si existe causa razonable

Una investigación se iniciará para determinar si existe causa razonable para evaluar la calificación de una persona para ejecutar la tarea calificada en cuestión.

Si, como resultado de la revisión, la compañía concluye que la persona no es apta pero se pretende que continúe realizando la tarea, ésta debe ser reevaluada de acuerdo con el programa de calificación, considerando también si es recomendable una capacitación previa a la reevaluación.

Cumplido lo anterior, si la persona ya no es apta para realizar la tarea calificada, la compañía debe dejar de asignarle dicha tarea.

10.5.5 Revisión del programa de calificación

Cuando se determina que una persona deja de ser calificada para ejecutar una tarea calificada o luego de un mal desempeño que contribuyó a un incidente, la compañía debe revisar adicionalmente lo siguiente:

- El programa de calificación
- La lista de tareas calificadas
- Los métodos de evaluación
- Las credenciales del evaluador
- Los intervalos de evaluación
- Procedimientos de operación y mantenimiento si fuese necesario

11 CARGA DE TRABAJO

11.1 Generalidades

Este capítulo describe por qué y cómo se mide la carga de trabajo del controlador, y analiza la relación entre la carga de trabajo cognitiva y la fatiga. Existen calificaciones de carga de trabajo:

- Demanda física, mental y tiempo.
- Esfuerzo, frustración y performance.

Los controladores son responsables de la operación, el monitoreo y el control de operaciones de alto riesgo. Asimismo, los controladores, tienen capacidades y limitaciones humanas.

La actividad general incluye cualquier actividad que se requiera del controlador. Según la compañía operadora, puede incluir, sin limitarse a: operaciones de tuberías; manejo de alarmas SCADA; cambio de turno; saludo y respuesta a visitantes; tareas administrativas; solicitudes improvisadas; llamadas telefónicas; faxes u otras actividades como monitoreo de informes meteorológicos y de noticias; capacitación; verificación de los sistemas de seguridad y video vigilancia; uso de Internet e interacción con colegas, supervisores y gerentes.

El controlador debe ser capaz de describir el nivel de actividad de cada consola, incluyendo qué consola tiene la mayor actividad y cuál tiene la menor, en el caso que la Sala de Control cuente con múltiples consolas. Para operaciones continuas, el controlador debe ser capaz de describir las diferencias en el nivel de actividad durante los días de la semana / los fines de semana, y durante los turnos de día / noche. La medición de la carga de trabajo se debe realizar durante todos los períodos de tiempo, temporadas y turnos para tener en cuenta las variaciones en las demandas generales de los controladores.

Si se agregan activos significativos o puntos SCADA, el controlador debe contabilizar este cambio en la próxima revisión de la carga de trabajo. Si se incorporan otras actividades no relacionadas con la operación de la tubería, debe asegurarse de que estas actividades no influyan sobre la seguridad de la operación.

Se debe disponer de un programa o procedimiento para determinar si el controlador tiene tiempo suficiente para analizar y reaccionar a las alarmas entrantes. Se deben realizar mediciones de las respuestas del controlador asociadas con el manejo de las alarmas, como la frecuencia de alarmas recibidas por consola. Se hace el análisis de actividad incrementada como resultado de fallas, cuasi-accidentes, errores, experiencia operativa o lecciones aprendidas y cómo se relacionan con el volumen de trabajo.

Los controladores deben identificar el umbral de carga de trabajo que llevaría a agregar controladores y / o consolas. Los controladores deben documentar los resultados del análisis de la carga de trabajo

y documentar la cantidad de controladores y consolas necesarias para administrar la carga de trabajo de seguridad.

Los controladores pueden identificar prácticas relevantes de administración de alarmas consultando estándares aplicables de la industria tales como los emitidos por la International Society of Automation (ISA).

Se recomienda monitorear el contenido y el volumen de la actividad general que se dirige y se requiere de cada controlador de manera periódica, periodo a definir por cada empresa, para garantizar que los controladores tengan tiempo suficiente para analizar y reaccionar a las alarmas entrantes. Las deficiencias identificadas deben ser registradas y tratadas en un tiempo máximo a definir por cada empresa.

11.2 Tareas a considerar

Las revisiones deben identificar la necesidad de hacer ajustes a medida que aumenta la carga de trabajo. Las inspecciones deben incluir discusiones sobre cualquier cambio en el número de consolas en el último periodo, y si el controlador tiene planes para cambiar la carga de trabajo en cualquier consola.

11.2.1 Comandos y controles

- *Apertura de válvulas:* el accionamiento mecánico de las diferentes válvulas existentes en los sistemas (ductos y estaciones), son maniobrados de acuerdo a las necesidades propias de las operaciones, y en coordinación con el personal de campo puede ser manipulado directamente o a control remoto, a través del sistema Scada.
- *Set point:* punto de ajuste de los equipos de medición y operación (bombas, compresores y válvulas reguladoras)
- *Operación remota de válvulas de bloqueo,* que se encuentran a lo largo del ducto. Por ejemplo, Emergency Shut Down Valve (ESDV), Shut Down Valve (SDV), Remotely Operated Valve (ROV).
- *Pressure Control Valve (PCV):* son válvulas reguladoras en los diferentes puntos de recepción y entrega.
- *Activación de llamada de emergencia:* son las que se activa desde sala de control, cuando el controlador se encuentra en campo, para poder comunicarnos en una emergencia.

11.2.2 Observación, seguimiento y análisis de las operaciones de los ductos

Para oleoductos, poliductos y gasoductos.

- Monitoreo permanente de los parámetros operativos normales establecidos de cada instalación de los sistemas de ductos, o sus tramos u equipos (caudales, presiones de succión y descargas, temperaturas, etc.), garantizando la operación segura de los sistemas.

- Programa de transporte: seguimiento al cumplimiento diario y notificación de cualquier desviación al personal correspondiente.
- Notificación a las autoridades y jefaturas si corresponde, sobre las desviaciones detectadas, de una operación anormal (suceso, emergencia y crisis).
- Disponibilidad del sistema: ducto, equipos e instalaciones (tanques de recepción), etc., de acuerdo a las condiciones establecidas.
- Monitoreo continuo de la calidad de los productos de acuerdo a los términos y condiciones aplicables.
- Análisis constante de las variables, como presión, temperatura y flujo, para detectar filtraciones o derrames de líquidos y fugas de gas.

11.2.3 Comunicaciones: cara a cara, teléfono, radio, etc.

Para la coordinación e interacción con los clientes y estaciones de los ductos, se utilizan los siguientes equipos:

- *Teléfono corporativo fijo*: que cada estación cuenta en las instalaciones, con sonoras audiovisuales.
- *Teléfonos corporativos móviles*: se utiliza con mayor frecuencia los celulares por la atención inmediata y permanente a esta herramienta de trabajo.
- Servicios de internet:
 - *Correos*: otro medio de comunicación, para garantizar la seguridad y continuidad operativa de los ductos.
 - *Chat empresarial*: herramienta de fácil acceso y utilización; con ello se llega y se interactúa con mayor frecuencia y queda registrado como histórico.
- *Teléfono Satelital*: para atención de emergencias en lugares de difícil acceso o en sitios que aún no llegó señal para celular.
- *Radio de banda corrida o de otra tecnología*: se coordina por este medio con las estaciones que cuentan con este sistema de comunicación.

11.2.4 Confirmación y respuesta de las alarmas

- *Alarmas sonoras y visuales.*

Una vez recibida las alarmas, independientemente cual sea su implicancia, en la sala de control, se procede a dar solución y se realiza el seguimiento respectivo, para evitar que afecte a la continuidad y seguridad operativa.

- *Alarmas colores visuales.*

Una vez recibida las alarmas, se analiza si el color de la válvula cumple con la norma API RP 1165, de apertura, cierre, transitorio, invalida y error, ON, OFF; Se procede a dar solución y se realiza el seguimiento respectivo.

- *Máxima Presión de Operación Admisible (MAOP).*

Ante cualquier desvío a las máximas presiones, inmediatamente se toma acción y se procede a las correcciones respectivas para evitar problemas posteriores que puedan afectar a la disponibilidad de los sistemas.

- *Máxima Presión de Operación (MOP).*

Los parámetros operativos de cada sistema deben ser enmarcados dentro de lo establecido en MOP, lo contrario pudiendo acarrear dificultades en las operaciones.

- *Calidad de producto.*

El control de la calidad de los diferentes productos es importante y tiene que estar dentro de los rangos establecidos por el ente regulador.

- *Parámetros operativos.*

- Presiones, Temperatura, Caudal.
- Calidad

Son factores muy importantes para la continuidad y seguridad operativa de un sistema, las mismas deben estar en los rangos establecidos. Desvíos probablemente acarrearán dificultades que puede afectar a la imagen de la empresa.

- *Cromatografía en línea:* se controla en los puntos de entrega. La composición debe estar dentro los rangos establecidos y cualquier desvío debe ser comunicado para tomar acciones correctivas.
- *Detección de derrames/fugas:* para detectar cualquier derrame o fuga en los sistemas, se debe contar con un sistema de detección de variaciones de flujo. Éste permite que se active una alerta para poder monitorear el sector y tomar acción inmediata.
- *Sistema Online del sistema de ductos:* para realizar el seguimiento en tiempo real de las presiones, stock, seguimiento de PIG's, etc. Éste permite que se active una alerta para poder monitorear el sector y tomar acción inmediata.

11.2.5 Tareas administrativas

- Controla y coordina las operaciones de los Sistemas de Ductos, con el fin de cumplir con las normativas y contratos comerciales.
- Coordina y ejecuta acciones iniciales para la atención de sucesos, emergencias y paros no programados.
- Coordina con personal de la empresa y clientes externos, contratistas y otros las operaciones, el mantenimiento, intervenciones y la atención de sus solicitudes.
- Recomienda a las otras áreas en la ejecución de sus trabajos, para no afectar la disponibilidad de los sistemas y el cumplimiento de la programación.

- Maneja situaciones de peligro, amenazas externas, evacuaciones, para asegurar la continuidad del control operativo desde el Centro de Control de Contingencia y coordina su disponibilidad.
- Administra incidentes y emergencias, asegurando la atención oportuna de problemas en estaciones y ductos; realizando cálculos hidráulicos, análisis de bases de datos, cálculo del perfil de productos en los sistemas.
- Aporta con su experiencia en la elaboración de estudios HazOp de proyectos nuevos o adecuaciones en los sistemas.
- Elaboración de parte diarios
- Capacitación permanente, con las visitas a las estaciones de los sistemas y a cursos convocados por la Gerencia de Recursos Humanos.
- Responsable del cumplimiento del programa de transporte de hidrocarburos líquidos y control de calidad de acuerdo a los Términos y Condiciones Generales del Servicio de Transporte de Hidrocarburos Líquidos.
- Elaboración de formulario de cambio de turno.
- Llenado de la lista de verificación, de inspección de la Sala de Control y del Centro de Control de Contingencia.
- Detecta fallas o desviaciones operativas que afecten a la disponibilidad de los Sistemas de Transporte, ejecutando acciones que se requieran.
- Atenciones a solicitudes sobre históricos de variables operativas a los diferentes departamentos de la empresa.
- Administración de fondo fijo, para alimentación del personal de la Sala de control.
- Elaboración del perfil en los ductos en los cuales se manejan diferentes productos.
- Elaboración de la bitácora de los trabajos de línea o de emergencias.
- Transmisión de información por medios determinados por cada empresa, a los jefes de las diferentes actividades operativas que se realiza.

11.3 Medición de la Carga de Trabajo

Se recomienda elaborar un proceso sistemático relativo a la medición y al ajuste de la carga de trabajo.

Se debe contar con indicadores claves de seguimiento de la Carga de Trabajo, considerando los distintos puntos a continuación:

- Supervisión y Monitoreo
- Respuestas a Eventos de Emergencia
- Respuestas a Eventos Anormales
- Roturas y/o Interrupciones
- Comunicaciones en general: internas, externas, estaciones, teléfonos fijos, móviles, radio, chat, etc.
- Interacciones cara a cara
- Registro de Alarmas
- Lecciones aprendidas

- Tareas administrativas

Se recomienda elaborar hojas de cálculo para apoyar el proceso de medición de la carga de trabajo y emitir gráficos con los resultados de la medición de la carga de trabajo relativa a cada consola.

A continuación, se muestra un ejemplo de flujograma de proceso de medición de carga de trabajo:



Figura 11-1. Flujograma de proceso de medición de la carga de trabajo

12 GESTIÓN DE ALARMAS

12.1 Introducción

El objetivo de este capítulo es reflejar conceptos importantes a tener en cuenta para una correcta Gestión de Alarmas dentro de una Sala de Control, siguiendo los lineamientos establecidos por la Norma ISA 18.2: *Management of Alarm Systems for the Process Industries*. En ese sentido es que se abordaran en forma conceptual los siguientes temas: definiciones básicas, principios, procesos y directrices para el diseño, implementación, operación, mantenimiento y administración de sistemas de alarmas. Definir los objetivos de desempeño del sistema de alarmas y describir las prácticas de trabajo clave, funciones y responsabilidades. Este documento proporciona una guía para un enfoque coherente para la administración de alarmas y define cómo deberían encararse las actividades del ciclo de vida de administración de alarmas.

Lo mencionado en este capítulo en ningún momento intenta remplazar a la Norma citada y cada Operador deberá ser responsable de alinear su sistema de gestión de alarmas a lo allí establecido. Este documento tiene como objetivo resumir los conceptos más importantes y colaborar como punto de entrada para el entendimiento del tema y su posterior ejecución.

12.2 Definición de alarma

Para que una alarma sea considerada como tal deberá cumplir con la definición y criterios específicos que se describen a continuación:

- 1) *Una alarma es un medio audible y/o visible de indicación.*

Debe haber una indicación de la alarma. Un límite de alarma se puede configurar para generar acciones de control o registro de datos, pero si este límite no es indicado audible o visiblemente, no debe ser considerado una alarma.

- 2) *Al controlador*

La indicación debe dirigirse al controlador como una alarma, no para proporcionar información a un ingeniero, técnico de mantenimiento o gerente.

- 3) *De un mal funcionamiento de equipo, desviación del proceso o condición anormal.*

La alarma debe indicar un problema o situación inesperada, no una condición normal de proceso o evento operacional esperado. Por ejemplo, una bomba fue detenida por la lógica del sistema de control, una válvula fue cerrada por algún controlador desde el HMI.

- 4) *Requiere una respuesta oportuna.*

Debe haber una respuesta del controlador definida para corregir la condición anormal y devolver el proceso a un estado deseado (seguro y productivo). Si el controlador no necesita

realizar una acción correctiva, como la apertura de una válvula o el paro de una bomba, entonces el estado no debe ser una alarma. Reconocer la alarma o registrar una medición no se considera una respuesta del controlador, ya que no corrige la situación anormal. Una notificación que no está asociada a una respuesta del controlador debería estar definida como una alerta o un mensaje. Típicamente las respuestas del controlador a una alarma incluyen:

- Solicitar al operador de campo cerrar una Válvula.
- Cambiar el ajuste (Set Point) o salida de un instrumento de control.
- Arrancar una bomba de respaldo.

12.3 Principios para el diseño de alarmas

A continuación se listan los principios básicos que deben aplicarse en todos los diseños y configuraciones de alarmas:

- *Cada alarma deberá notificar (advertir), informar y orientar.*

La información presentada al controlador debería ofrecer una indicación de qué ha ido mal, y también, por qué ha ocurrido.

- *Cada alarma presentada al controlador debe ser relevante y única.*

Las alarmas deben diseñarse para que ameriten la acción del controlador en todos los estados de la planta y las condiciones de funcionamiento en que se muestran. Cada alarma configurada será inequívoca y no duplicada con otras alarmas. Las alarmas múltiples no deben ser anunciadas para un solo problema / evento que requieren la misma acción del controlador.

- *Cada alarma debe tener una respuesta definida (requerida).*

Si no hay asociada una acción del controlador, entonces la condición no debe ser configurada como una alarma.

- *Se debe permitir un tiempo adecuado para que el controlador pueda analizar la situación y llevar a cabo una respuesta definida.*

El tiempo de respuesta del controlador incluye el tiempo para diagnosticar el problema y realizar las acciones correctivas. Una respuesta típica podría incluir el análisis del problema, dejar la sala de control, entrar en contacto con otro personal y llevar a cabo la tarea manual (como el cierre de una válvula manual).

- *Las alarmas deben diseñarse explícitamente para tomar en cuenta las limitaciones humanas.*

La cantidad (volumen) y velocidad (flujo) de alarmas deben ser presentadas al controlador de manera que pueda responder con eficacia a todas las alarmas, así como realizar sus otras funciones.

Además, las alarmas deberán cumplir con las siguientes características:

- *Oportuna*: no mucho tiempo antes de que cualquier respuesta sea necesaria o demasiado tarde para hacer nada.
- *Prioridad*: indicando la importancia para el controlador para resolver el problema.
- *Comprensible*: tener un mensaje claro y fácil de entender.
- *Diagnóstico*: identificar el problema que se ha producido.
- *Aconsejar*: indicar de la acción a tomar.
- *Concentrarse*: llamar la atención sobre las cuestiones más importantes.
- *Relevante*: Que no tenga bajo valor operacional.
- *Única*: Sin duplicar a otra alarma.

12.4 Gestión del ciclo de vida de alarmas

El concepto de Ciclo de Vida que introduce la Norma intenta transmitir que la administración de alarmas es una actividad *continua que nunca termina*. El proceso de trabajo para la administración eficaz de alarmas está definido por un ciclo de vida de gestión de alarmas, tal y como se describe en la norma ISA-18.2.

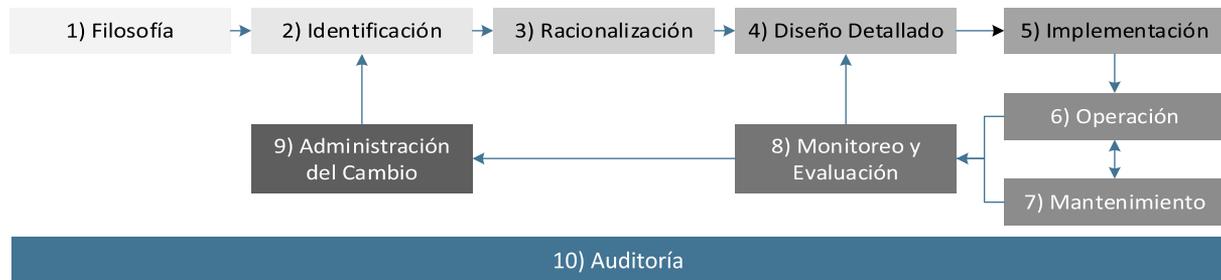


Figura 12-1. Ciclo de vida del sistema de gestión de alarmas

A continuación se incluye una tabla descriptiva de cada una de las etapas del ciclo de vida de un sistema de gestión de alarmas, detallando la actividad, los requerimientos de entrada y el resultado final que se espera para cada una de las etapas:

Etapa	Actividad	Entradas	Salidas
Filosofía	Define los procesos para la administración de alarmas y la especificación de requisitos del sistema de alarmas.	Metas/objetivos corporativos en la administración del riesgo, mejores prácticas de la industria, buenas prácticas de ingeniería, normas de administración de alarmas.	Filosofía de alarmas y especificación de requisitos del sistema de alarmas.
Identificación	Determinar alarmas potenciales.	Base de datos de alarmas existentes, límites operativos críticos, límites de parámetros clave del proceso, PHA / informe LOPA, investigaciones de incidentes, P&IDs, instrucciones de procedimientos, especificaciones de requisitos de seguridad, etc.	Lista de alarmas potenciales.
Racionalización	Documentación, clasificación, priorización y racionalización.	Filosofía de alarmas y la de alarmas potenciales.	Base de datos maestra de alarmas, requisitos de diseño de alarmas.
Diseño Detallado	Diseño básico de alarmas, diseño del HMI y diseño avanzado de alarmas	Base de datos maestra de alarmas, requisitos de diseño de alarmas.	Diseño completo de alarmas.
Implementación	Instalar alarmas, pruebas iniciales y entrenamiento inicial.	Diseño completo de alarmas y base de datos maestra de alarmas.	Alarmas operacionales, procedimientos de respuesta ante alarmas.
Operación	El controlador responde a las alarmas, entrenamiento continuo.	Alarmas operacionales, procedimientos de atención y respuesta ante alarmas.	Datos de eventos de alarmas.
Mantenimiento	Inspección, reparación y reemplazo, pruebas periódicas, verificación de inhibiciones, forzados y recurrencia.	Informes de monitoreo de alarmas, filosofía de alarmas, procedimientos de inspección y prueba.	Datos de confiabilidad de alarmas.
Monitoreo y Evaluación	Monitoreo de datos alarmas e informar el desempeño.	Datos de confiabilidad de alarmas y filosofía de alarmas.	Reportes de monitoreo de alarmas, cambios propuestos.
Administración del Cambio	Proceso para autorizar las adiciones, modificaciones y eliminaciones de alarmas.	Filosofía de alarmas, cambios propuestos.	Autorización de cambios en alarmas.
Auditoría	Auditoría periódica de los procesos de administración de alarmas, en particular las alarmas críticas	Normas, filosofía de alarmas y protocolo de auditoría	Recomendaciones para la mejora

Tabla 12-1. Descripción de cada etapa del ciclo de vida del sistema de gestión de alarmas

Más allá de la importancia del cumplimiento de cada etapa para obtener un sistema de gestión exitoso, resulta de trascendencia destacar que en la etapa de Monitoreo radica una de las claves del proceso continuo. Ésta es la etapa que considera poner a prueba el funcionamiento del sistema frente a las definiciones establecidas en la Filosofía de Alarmas (Etapa 1) mediante el uso de indicadores claves (KPI's). Como referencia se pueden tomar los indicadores mencionados en la norma ISA 18.2.

12.5 Roles y responsabilidades

Las actividades de administración de alarmas deben ser realizadas por personas entrenadas y competentes. El personal técnico clave, que tiene la propiedad y responsabilidad general de las alarmas, se someterá a capacitación (o evaluación de la competencia) en todos los aspectos relevantes del diseño y administración de los sistemas de alarmas, tal como se define en el documento clave de Filosofía de Alarmas que cada Operador deberá realizar. La responsabilidad de la gestión completa del Ciclo de Vida de Alarmas recaerá sobre el llamado “Líder de Alarmas”, quien a su vez será el encargado de involucrar a personal de distintos sectores de acuerdo a la etapa del ciclo en la que se encuentre. Entre ellas podemos mencionar:

- Controlador
- Supervisor Operaciones
- Gerente de Operaciones
- Ingeniero de Proceso
- Ingeniero de Control
- Ing. de Seguridad
- Gerente de Ingeniería
- Inspector Instrumentación
- Supervisor Mantenimiento
- Representante HSE
- Coordinador Entrenamiento
- Gerente de Planta
- Recursos Humanos
- Auditoria

13 ATENCIÓN DE CONDICIONES ANORMALES DE OPERACIÓN

13.1 Generalidades

Las Condiciones Anormales de Operación (CAO's) son aquellas situaciones operativas que pueden indicar el mal funcionamiento de un elemento del sistema o la variación de las condiciones de operación consideradas normales, y que pueden en determinado caso, exceder el límite de diseño y/o resultar en un peligro para las personas, la infraestructura o el medio ambiente.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo para la determinación si una condición es anormal:

DIAGRAMA DE FLUJO PARA DETERMINAR SI UNA CONDICIÓN ES ANOMAL

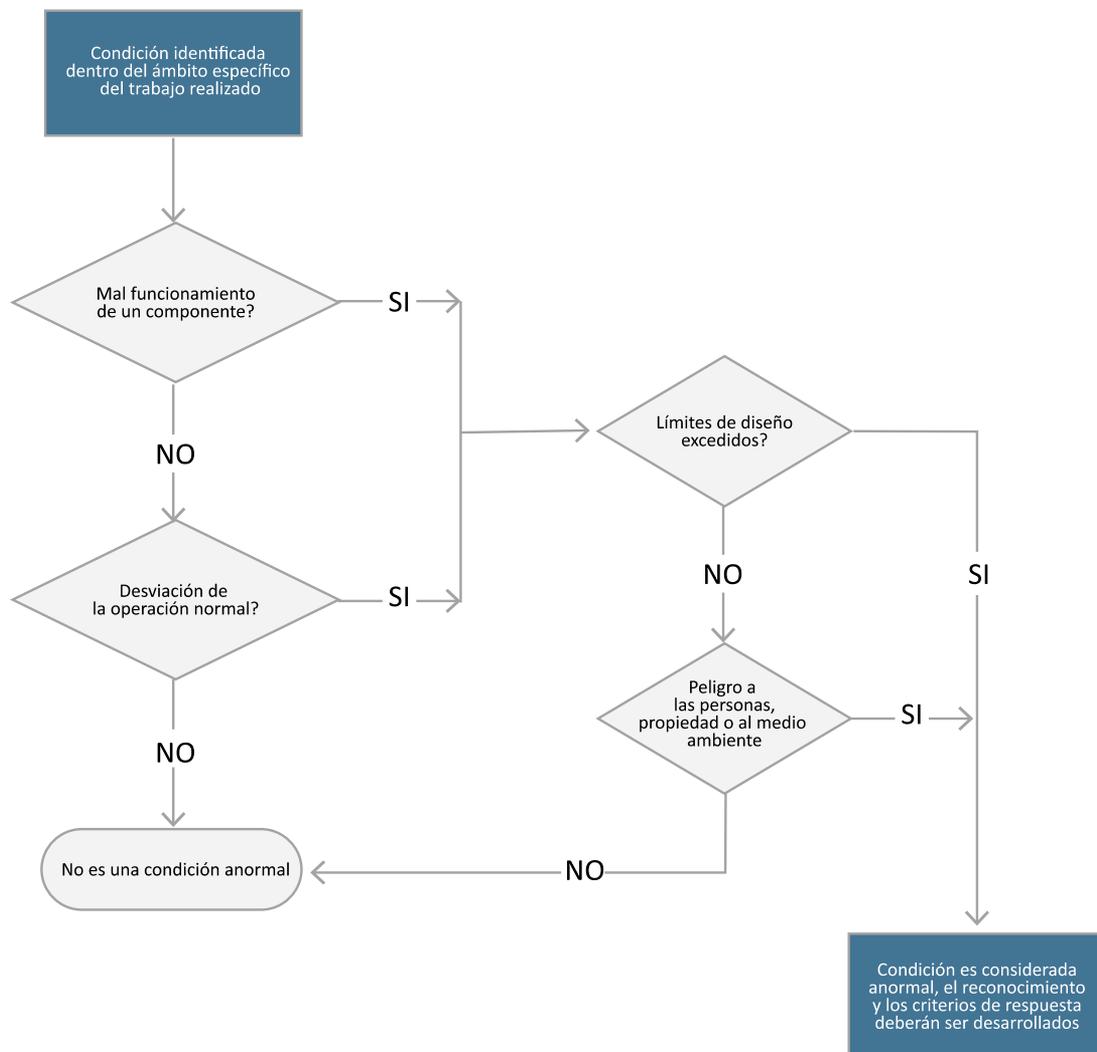


Figura 13-1. Diagrama de flujo - Reconocimiento de condiciones de Anormales.

13.2 Roles y Responsabilidades

La empresa operadora deberá identificar todos los escenarios posibles de condición anormal que puedan presentarse en su sistema de transporte por ductos y terminales. Asimismo, la empresa deberá contar con procedimientos estandarizados de operación que definan las acciones necesarias a ejecutar por parte de los controladores para atender de manera segura y eficiente cada escenario de condición anormal identificado, algunos ejemplos de CAO's son:

- Fuga y/o sospecha de fuga
- Incendio y/o explosión
- Afectaciones significativas a la integridad del ducto o estaciones por tema de desastres naturales.
- Obstrucción por cierre de válvulas o herramientas de inspección interna.
- Fallas en el suministro de energía.
- Pérdida Total de comunicación SCADA.
- Perdida de comunicación con estaciones de bombeo, compresión y regulación.
- Bloqueos en puntos de inyección y entregas.
- Emergencia en Sala de control Principal.
- No disponibilidad de los sistemas de seguridad del ducto y de estaciones
- Daños estructurales significativos en los sistemas de soportes y anclajes de los ductos.

13.3 Procedimientos para atender CAO's

Estos procedimientos deben contar, como mínimo, con los siguientes puntos a fin de asegurar una respuesta adecuada ante las condiciones anormales presentadas:

- Plan de Comunicaciones Internas y Externas (llamadas telefónicas, notificaciones por correos, etc.)
- Identificación y análisis de los parámetros operativos críticos.
- Acciones directas sobre el sistema de transporte mediante el uso del SCADA (cierre de válvulas, arranque y/o paro de equipos, ajustes de set points, entre otros).
- Generación de registros correspondientes por fallas, etc.
- Lineamientos de seguridad de acuerdo al plan de contingencias de cada empresa operadora.

Los procedimientos de atención a CAO's deben ser revisado periódicamente, el periodo será definido según las normas aplicadas por la empresa operadora, a fin de verificar que se encuentren actualizados a las condiciones reales de operación. Se recomienda no exceder los 15 meses desde la última revisión, como lo indicado en la DOT/PHMSA 49 CFR Parts 192 - §192.631 y 49 CFR Parts 195 - §195.446.

13.4 Entrenamiento de CAO's para Nuevos Controladores

La empresa operadora deberá incluir en sus programas o planes de entrenamiento de nuevos controladores, la instrucción y/o capacitación para la adecuada atención de cada uno de los escenarios de condiciones anormales identificados. Asimismo, deberá verificar la eficacia del aprendizaje mediante herramientas que así lo permitan, tales como softwares de simulación modelo – entrenamiento online y offline y/o ejercicios de escritorio.

Los planes de entrenamiento para nuevos controladores deben ser actualizados periódicamente, periodo a definir por cada empresa. Se recomienda no exceder los 24 meses calendario. Asimismo, de identificarse una nueva condición anormal se deberá actualizar el plan correspondiente.

13.5 Reentrenamiento de CAO's para Controladores

La empresa operadora deberá desarrollar un programa o plan de reentrenamiento de controladores de Sala de Control que permita mantener actualizado al controlador en relación al conocimiento y acciones directas para la atención de cada una de las condiciones anormales identificadas. Asimismo, deberá verificar la eficacia del entrenamiento mediante herramientas que así lo permitan, tales como softwares de simulación modelo – entrenamiento online y offline y/o ejercicios de escritorio.

Los planes de reentrenamiento de los controladores deben ser actualizados periódicamente, periodo a definir por cada empresa. Se recomienda no exceder los 24 meses calendario para la actualización y la ejecución de estos planes. Asimismo, de identificarse una nueva condición anormal se deberá actualizar el plan correspondiente.

13.6 Registro

Los planes o programas de entrenamiento y reentrenamiento de los controladores de Sala de Control deberán contar con un registro virtual o físico de su planificación y ejecución. En dichos documentos se deberá indicar: fecha, hora, firma del capacitador, título y horas de capacitación. Asimismo, se deberá dejar constancia que el controlador respondió de manera satisfactoria a las pruebas determinadas para dicho entrenamiento.

14 ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

14.1 Cumplimiento de la Guía

Con el objetivo de evaluar el cumplimiento de la Guía en la organización, se recomienda que cada Operadora elabore un plan de acción específico para esa finalidad. Este plan debe incluir las acciones, los responsables y plazos, con las descripciones detalladas de cada actividad.

Se recomienda formar un grupo de trabajo que elabore este plan y que evalúe el cumplimiento. El grupo de trabajo es responsable de la implementación y de la continuidad del proceso de cumplimiento a la Guía.

Para monitorear el cumplimiento, se debe definir como mínimo un indicador clave (o KPI) para cada capítulo de Guía, además del indicador general de cumplimiento, cuya meta debe ser 100% al final del proceso. Se recomienda acompañamiento de la progresión del cumplimiento con un gráfico tipo "radar", con graduación máxima en 100%.

También corresponde al grupo de trabajo definir una estrategia que defina las prioridades de implantación de los ítems de la Guía y elaborar un cronograma previendo la progresión del cumplimiento. Las desviaciones al plan deben ser analizadas y acciones correctivas, propuestas.

Se sugiere establecer una metodología que permita medir cada ítem de los capítulos de la Guía.

Los requisitos primarios de puntuación se definen de la siguiente forma:

- Puntuación 100: el requisito es atendido, documentado y es parte de la cultura de la compañía;
- Puntuación 75: el requisito es claro y se documenta pero no se realiza de forma consistente;
- Puntuación 50: el requisito es parcialmente atendido pero no está suficientemente documentado;
- Puntuación 25: el requisito generalmente no es atendido y sólo parcialmente documentado;
- Puntuación 1: el requisito no es atendido ni documentado.

Después de alcanzar el cumplimiento total, validado por un proceso de auditoría, empieza la etapa de mantenimiento y de mejora continua, con auditorías periódicas, periodo a definir por cada empresa. Los informes de auditorías deben revisar los procedimientos, verificar el estado del entrenamiento del personal de Sala de Control y proponer mejoras usando las lecciones aprendidas de experiencia operativa anterior.

14.2 Ciber Seguridad

14.2.1 Introducción a la Ciber Seguridad

Considerando el incremento de eventos de Seguridad en los últimos años sobre los sistemas automáticos de control, y el elevado riesgo al que cualquier tipo de instalación industrial está expuesto, y más precisamente en el sector de petróleo y gas, es que se resuelve incluir dentro de esta Guía, fundamentos de Ciberseguridad que deberían ser seguidos en pos de gestionar en forma adecuada los riesgos asociados con esta problemática. Para ello se toma como referencia lo establecido por la Norma Internacional *ISA/IEC-62443: Security for Industrial Automation Control Systems*.

14.2.2 Conceptos Importantes

14.2.2.1 Ciber Seguridad

Se define como todas aquellas medidas tendientes a proteger un Sistema Automático de Control Industrial contra accesos no autorizados o ataques.

14.2.2.2 Sistema Automático de Control Industrial (IACS)

Es el conjunto de personas, hardware, software y políticas involucradas en la operación de un proceso industrial que pueden resultar afectadas en su seguridad o confiabilidad.

La arquitectura de los sistemas propuesta por la norma ISA-95 sobre integración entre sistemas empresariales y de control propone un modelo denominado *“Purdue Enterprise Reference Architecture”*, que establece 5 niveles lógicos bajo los cuales se agruparán en segmentos de red elementos de la arquitectura con funciones diferenciadas, tal y como se puede ver en la figura 14.1. Esta propuesta de segmentación facilita el diseño de estrategias de seguridad adoptando medidas específicas a cada nivel y estableciendo mecanismos seguros para el flujo de información entre ellos.

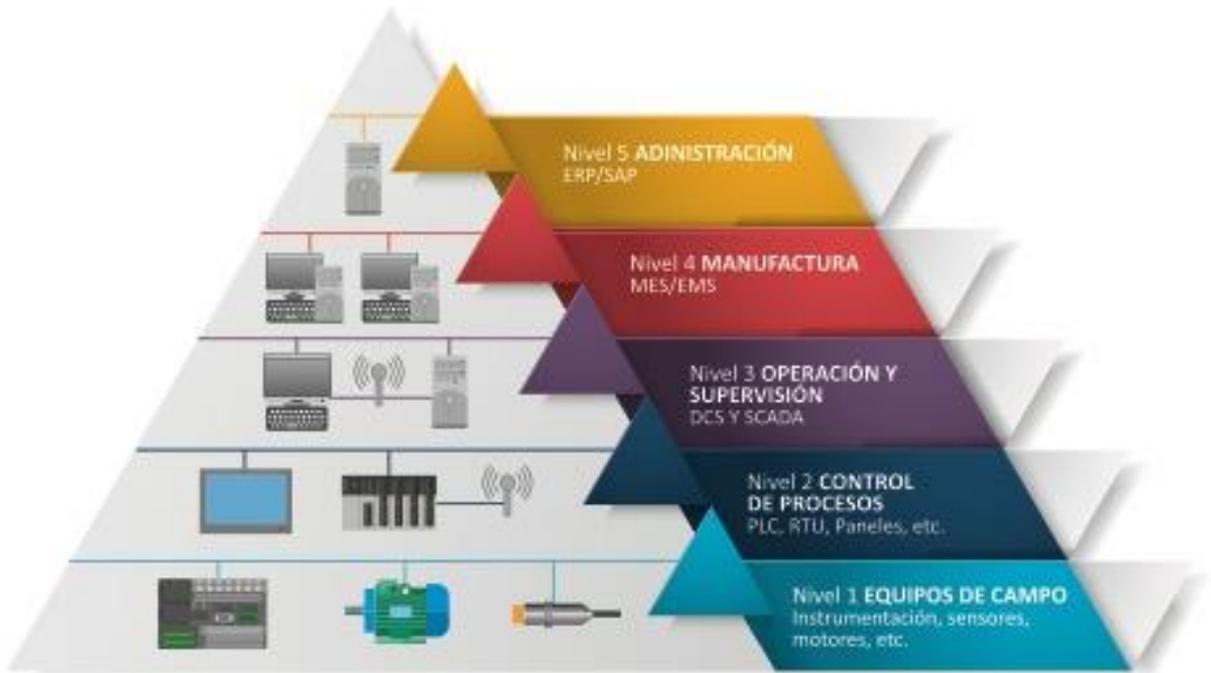


Figura 14-1. Integración de los Sistemas de Control y Empresarial

14.2.2.3 Diferencias entre IT y OT

A continuación se describen los principales aspectos diferenciadores entre los mundos del IT y OT con el objetivo de entender que, a pesar de tener elementos en común y de deber convivir, existen características particulares en cada uno de ellos.

- *Priorización de características:*



Figura 14-2. Ranking de prioridades de IT vs OT

- **Riesgo:**

Cuando se evalúa el riesgo de la afectación de un elemento del mundo de OT (Control Industrial) su impacto tiene consecuencias directas sobre las personas, medio ambiente e instalaciones -con el consecuente daño reputacional y financiero asociado- debido a su rol principal de asegurar la operación del proceso dentro de los límites permitidos. En el caso de los dispositivos que conforman el mundo de IT (Empresarial) esto no ocurre porque su función no tiene relación con el control del proceso si no únicamente con el manejo y almacenamiento de información.

La figura 14.3 representa la dependencia directa de los sistemas automáticos de control de cualquier proceso industrial y cómo la afectación de estos puede desencadenar en un evento de riesgo sobre las personas, el medio ambiente y las instalaciones.

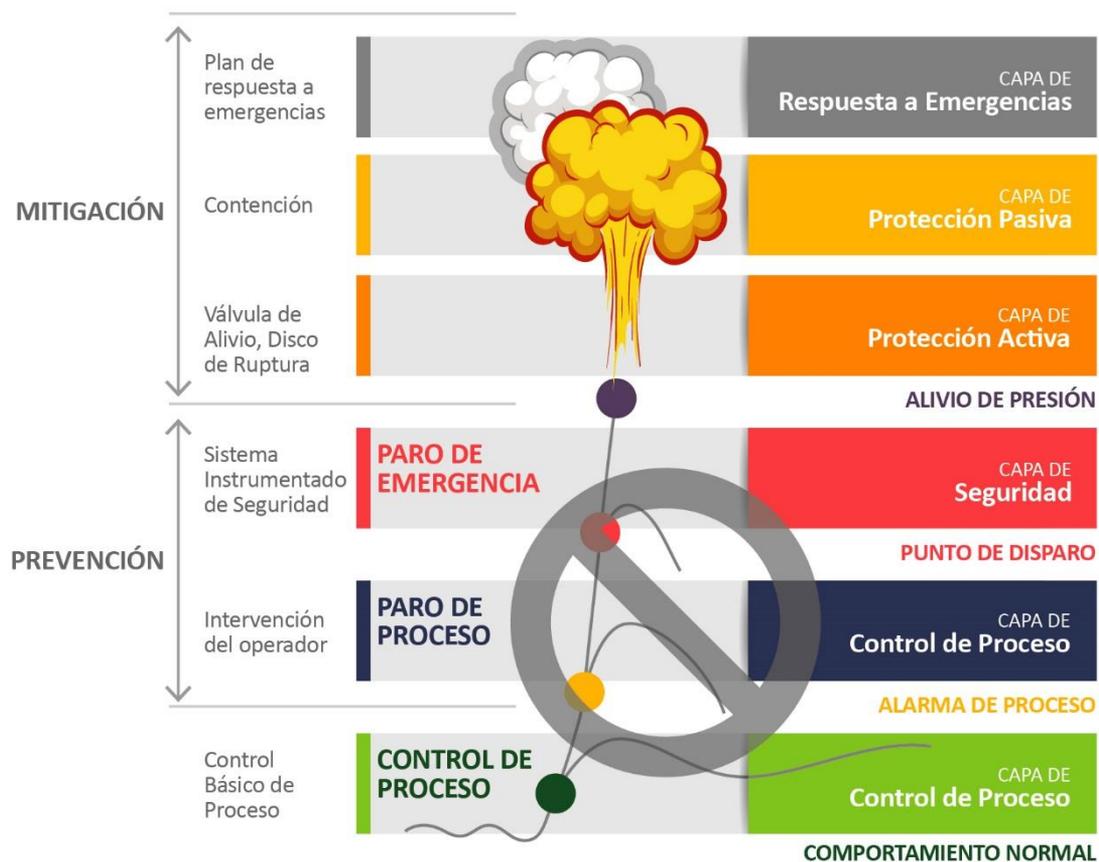


Figura 14-3. Capas de protección de un proceso industrial

14.2.2.4 Ciber Riesgo

El Ciber Riesgo es el resultado de la ecuación: Amenaza \times Vulnerabilidad \times Consecuencia, donde:
Amenaza \times Vulnerabilidad = Probabilidad de ocurrencia.

Para la representación gráfica del Ciber Riesgo generalmente se utiliza una Matriz de Riesgo definida por cada empresa. La determinación del ciber riesgo puede ser cuantitativa o cualitativa.

14.2.2.5 Amenaza

Una amenaza es un evento con el potencial de afectar a un Sistema Automático de Control Industrial (IACS) mediante un acceso no autorizado o un ataque. Los eventos más conocidos se manifiestan como: *Malware, Hacking, Crimeware, Fraud y Ransomware*. Los vectores más destacados de las amenazas son los siguientes:

- *Spoofing*: Tomar la identidad de otro usuario o dispositivo.
- *Tampering*: Cambios no autorizados a programas, configuraciones o información.
- *Information Disclosure*: redireccionamiento de datos no autorizados.
- *Denial of Service*: bloqueo o retraso del flujo de información

14.2.2.6 Vulnerabilidad

Vulnerabilidad es cualquier debilidad o falla en el diseño, implementación u operación de un sistema que podría ser explotado por una amenaza para comprometer al mismo. Las vulnerabilidades podrían ser de los siguientes tipos:

- Políticas y procedimientos
- Arquitectura y Diseño
- Configuración y Mantenimiento
- Físicas
- Software
- Comunicación y redes

14.2.2.7 Medidas de prevención

Las medidas de prevención (o countermeasures) son todas aquellas barreras que pueden establecerse para reducir la probabilidad de ocurrencia de un evento mediante el bloqueo de una amenaza y de esta forma reducir el riesgo. Las categorías más comunes de medidas de prevención son las siguientes:

- *Controles de Acceso Lógico*: sistemas de logueo, controladores de dominio, etc.
- *Controles de Acceso Físico*: cerraduras, sistemas de acceso, etc.
- *Control de Flujo de Datos*: Firewalls, routers, switches, etc.
- *Control de Integridad de Datos*: encriptación, VPN, etc.
- *Sistemas de Detección*: antivirus, detección de intrusos, etc.

- *Políticas y procedimientos;*
- *Hardening:* desinstalación de aplicaciones innecesarias, deshabilitación de puertos no utilizados, etc.

14.3 Comunicaciones

Como ya se ha mencionado anteriormente la redundancia comunicacional es muy importante dentro de la gestión de una sala de control. Esto comprende:

- Comunicaciones SCADA
- Comunicaciones interpersonales

14.3.1 Comunicaciones SCADA

Todas las estaciones remotas (plantas compresoras, RTU de ductos, estaciones de medición, etc.) que envíen datos, y a la inversa, hacia la sala de control deben tener una vía de comunicación confiable y en lo posible, duplicada y/o triplicada; o hasta el nivel de redundancia que la empresa transportista dictamine.

Esto constituye un factor estratégico que busca intensificar, y repetir la información para asegurar que el mensaje a transmitir llegue con un alto grado de confiabilidad.

Algunos ejemplos de comunicaciones a adoptar podrían ser:

- Fibra óptica
- Red satelital
- Red terrestre
- Red de microondas

Por ejemplo, una alternativa para mantener la integridad de la red, es tener un canal satelital de respaldo en su extremo, que cierre la red en forma de anillo. Esto permite que las comunicaciones lleguen al Centro de Control por los canales satelitales de respaldo en el caso que no puedan hacerlo por la red terrestre.

Se recomienda tener un procedimiento operativo entre la sala de control y los referentes de SCADA para poder definir los “SCAN” a las remotas, con el objeto de preparar al sistema SCADA, para que tenga la máxima eficiencia de scanning, con la infraestructura de comunicaciones existente.

En dicho procedimiento se pueden asignar o agrupar las distintas remotas en un conjunto de distintas prioridades, y de esta manera asignarles un peso de decisión o valoración a cada conjunto de prioridades.

Como ya se mencionó en el 6.4.4 Condiciones anormales durante pérdida de comunicaciones, es importante establecer un procedimiento operativo para que el controlador luego de la debida capacitación y entrenamiento pueda operar el ducto en esta condición anormal.

A modo de ejemplo mencionamos dos grandes escenarios que debería contemplar dicho procedimiento:

- *Corte parcial de una estación o de un grupo de estaciones intermedias:*
Para dicho escenario es importante determinar qué acciones deberá ejercer el controlador, indicando categorización de las “No reply”, acciones, responsabilidades, avisos y registro de lo acontecido.
- *Falta de respuesta de Instalaciones Operativas:*
En este escenario, es necesario determinar los pasos a seguir para asegurar la continuidad de la operación del sistema de transporte, en forma segura y efectiva, mediante la operación manual de las instalaciones, en caso de no disponer de sistema SCADA. Cada empresa determinará el grado de alcance y forma de determinar cómo y cuándo lanzar este procedimiento. A modo de ejemplo, enumeramos las siguientes recomendaciones:
 - Retirar personal de campo trabajando sobre el ducto, con condiciones restringidas dentro de la zona afectada por el corte. A partir de ese momento y mientras dure la emergencia, la responsabilidad sobre las presiones máximas a mantener la tiene el personal de la zona afectada.
 - Dar aviso al personal o a la guardia de las instalaciones remotamente controladas, afectadas por el corte, y requerirles que operen las instalaciones en Local. A partir de ese momento y mientras dure la emergencia, la responsabilidad sobre las instalaciones corresponderá al personal de la zona afectada. Los valores de los parámetros operativos a mantener serán definidos y comunicados por la Sala de Control a cada persona que esté operando la instalación en forma local.
 - Dar aviso al personal de Comunicaciones, SCADA, Mediciones según el tipo de falla que se trate.
 - Iniciada la Operación Manual, el personal de las zonas afectadas debe informar los datos que sean requeridos por la Sala de Control, correspondientes a las instalaciones a su cargo. La frecuencia de transmisión de los datos debe estar previamente establecida en el procedimiento Operación Manual pero puede ser modificada por el Controlador de la Sala de Control si lo considera conveniente.
 - Se recomienda iniciar la transmisión de datos en forma ordenada desde cabecera hasta el otro extremo del ducto.
 - En caso que la falla sea de comunicación y el sistema SCADA esté habilitado, se efectuará la carga sobrescribiendo los datos en las variables correspondientes del sistema SCADA; de esa forma queda la información disponible para los registros históricos y reportes. Si se dificultara la carga directa en el sistema SCADA por la

cantidad de estaciones con las comunicaciones cortadas, se podrán utilizar planillas de registro.

14.3.2 Comunicaciones Interpersonales

Con el mismo objetivo que las comunicaciones SCADA, se buscan tener distintos medios de comunicaciones interpersonales de modo de asegurar la comunicación entre la sala de control y los distintos actores del campo.

A modo de ejemplo se pueden enumerar:

- Telefonía fija de línea
- VHF
- Telefonía Celular
- Internet (mensajería, video llamadas, llamadas, etc.)
- Telefonía satelital

Es aconsejable que cada una de ellas cuente con un plan de mantenimiento y testeado periódico de modo de asegurar su funcionalidad.

También es importante destacar que la información transmitida desde la sala de control es de gran importancia a nivel de seguridad de las instalaciones, las personas y el medioambiente, por lo cual cada empresa deberá determinar si las conversaciones deben ser grabadas. Esta guía aconseja que así se haga.

Y por último se aconseja que se determine que medios de comunicación están autorizados para ingresar en áreas clasificadas del campo.

14.4 Protección patrimonial

Con el objeto de prevenir accidentes o daños, por el acceso, intencional o no, de terceros a zonas peligrosas y disminuir la posibilidad de robo o vandalismo y/o las consecuencias de acciones de terceros sobre las instalaciones de las empresas, es importante poder determinar cómo se realizará la protección patrimonial de las facilidades.

Cada compañía realizara un mapeo de riesgo y en función de ello determinara cual es la mejor opción de protección de sus instalaciones. Se puede optar por ejemplo con 2 grandes grupos:

- *Tercerización total:* Contratar empresa privada y darle la total responsabilidad por el total de las instalaciones de la compañía.
- *Tercerización parcial:* Con empresas de seguridad privada en algunos puntos importantes y/o riesgosos, y los demás puntos atenderlos desde la sala de control. Por ejemplo, con sensores de movimiento, alarma de puerta abierta, cámaras, etc.

Cada empresa determinará qué modelo le conviene más en función de sus características. Se debe tener un documento aclarando la opción elegida y donde se aclare el alcance y responsabilidad de cada actor, en especial del controlador de la sala de control.



MEJORES PRACTICAS

Guía de Gestión de Salas de Control de Ductos y Terminales



ASOCIACIÓN REGIONAL DE EMPRESAS DEL SECTOR
PETRÓLEO, GAS Y BIOCOMBUSTIBLES
EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE.

ARPEL es una asociación sin fines de lucro que nuclea a empresas e instituciones del sector petróleo, gas y biocombustibles en Latinoamérica y el Caribe. Fue fundada en 1965 como un vehículo de cooperación y asistencia recíproca entre empresas del sector, con el propósito principal de contribuir activamente a la integración y crecimiento competitivo de la industria y al desarrollo energético sostenible en la región.

Actualmente sus socios representan un alto porcentaje de las actividades del upstream y downstream en América Latina y el Caribe e incluyen a empresas operadoras nacionales e internacionales, proveedoras de tecnología, bienes y servicios para la cadena de valor, y a instituciones nacionales e internacionales del sector.



Sede Regional:

Av. Luis A. de Herrera 1248. WTC. Torre 2. Piso 7. Of. 717.

CP 11300. Montevideo, Uruguay

Tel: (+598) 2623-6993 • info@arpel.org.uy

www.arpel.org