



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: SIMCOT

TESIS

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA

VEGA AGUILAR SANDRA

DIRECTOR DE TESIS: I.Q. DELFINO GALICIA RAMIREZ



CIUDAD DE MÉXICO 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES "ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR
PRESENTE.**

Comunico a usted que al alumno(a) **Vega Aguilar Sandra**, con número de cuenta **30518618-6** de la carrera **Ingeniería Química**, se le ha fijado el día **13** del mes de **Abril** de **2018** a las **17:00 horas** para presentar su examen profesional, que tendrá lugar en la sala de exámenes profesionales del Campus II de esta Facultad, con el siguiente jurado:

PRESIDENTE	I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
VOCAL	I.Q. DELFINO GALICIA RAMÍREZ
SECRETARIO	M. EN I. CRESENCIANO ECHAVARRIETA ALBITER
SUPLENTE	I.Q. JUAN ÁNGEL LUGO MALDONADO
SUPLENTE	DR. FRANCISCO VIDAL CABALLERO DOMÍNGUEZ

Dominga Ortiz Bautista

[Firma]

[Firma]

El título de la tesis que se presenta es: "Análisis de Criticidad: SIMCOT".

Opción de Titulación: Convencional

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México, D. F. a 07 de Marzo de 2018.

[Firma]
DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NUÑEZ
DIRECTOR

RECIBÍ:
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES
Y DE GRADO

DE ESTUDIOS SUPERIORES
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES "ZARAGOZA"
DIRECCIÓN

Vo.Bo.

Dominga Ortiz Bautista
I.Q. DOMINGA ORTIZ BAUTISTA
JEFA DE LA CARRERA DE I.Q.

DEDICATORIA.

A MI PADRE MARGARITO E.

Oración de un padre.

Dame Señor, un hijo
que sea lo bastante fuerte para saber cuando es débil,
y lo bastante valeroso para enfrentarse a sí mismo cuando sienta miedo.

Un hijo que sea orgulloso e inflexible en la derrota,
y humilde y magnánimo en la victoria.

Dame un hijo que nunca doble la espalda cuando deba erguir el pecho.

Un hijo que sepa conocerte a Ti...
y conocerse a sí mismo, que es la piedra fundamental del conocimiento.

Condúcelo, te lo ruego, no por el camino cómodo y fácil,
sino por el camino áspero, agujoneado por las dificultades y los retos.
Y ahí, déjalo aprender a sostenerse firme en la tempestad,
cuyos ideales sean altos.

Un hijo que se denomine a sí mismo antes que pretenda dominar a los demás;
un hijo que avance hacia el futuro,
pero nunca se olvide del pasado.

Y después de que todo eso sea de él,
agrégale, te lo suplico, suficiente sentido del humor,
de modo que pueda ser siempre serio,
pero que no se tome a sí mismo demasiado en serio.

Dale humildad,
para que pueda recordar siempre la sencillez de la verdadera grandeza.
la imparcialidad de la verdadera sabiduría
y la mansedumbre de la verdadera fuerza.

Entonces, yo, su padre, me atreveré a murmurar:

¡No he vivido en vano!

Douglas MacArthur

AGRADECIMIENTOS

A Dios, me ha dado tantas oportunidades de vida, ha sido testigo de cada paso y él solo sabe a donde llegare...

A mis padres Margarito Eleuterio Vega Rojas y Ma Bertha Aguilar Vázquez, por su sacrificio y esfuerzo, a pesar de las dificultades y problemas agradezco cada momento de apoyo y convivencia a su lado.

A mis hermanas Perla y Diana, mis compañeras de vida. Son parte de mi alegría.

A mi tía Rafaela Vega e hijas Areli, Guadalupe y Juventina, mi otra parte de familia, ha sabido apoyarme y saber que aparte de mis padres no estoy sola.

A mi Asesor de tesis y Maestro Delfino Galicia, ha sido toda una institución y ejemplo a seguir. Agradezco infinitamente su paciencia, su enseñanza, su sencillez y sabiduría. El apoyo y constancia para la terminación de tesis; a parte de toda su sabiduría otorgada desde que me encontraba en la carrera y terminación de esta.

A mi amigo Juan Antonio Ramos Enríquez por su apoyo incondicional, su honestidad y sensatez, él me ha apoyado mucho en la elaboración de esta tesis. Gracias infinitas amigo.

A mi primo Juan Carlos Rojas, su apoyo, consejos y amistad.

A mi amiga Ana Bertha Sánchez Morales, la universidad fue tan bonita con ella.

A las personas que me apoyaron y ayudaron en la Terminal de Almacenamiento y despacho AÑIL. Ana Montes de Oca, Ing. Fernando Saucedo, Ing. Tomás Carrillo, Ing. Moisés Salas, Ing. Ruben Gonzales, Ing. Noé Lina. Especialista Instrumentista Ricardo Flores, Especialista Instrumentista José Luis Luqueño.

Realmente estoy agradecida a la TAD AÑIL de PEMEX, por la gente que conocí ahí, en las bellas instalaciones, lo que me enseñaron, sus amistades... siempre la veré como mi segunda casa, un lugar que me gusta y el cual siempre me traerá buenos recuerdos.

Al Ing. Ricardo Enríquez Ortiz, un gran amigo, maestro y excelente persona, he aprendido tanto de él, agradezco mucho sus consejos, enseñanzas de vida y formación laboral, también su gran aportación y presión para la elaboración de este trabajo. A él siempre le adjudicare mi formación laboral, y le estaré agradecida por todos sus consejos de por vida.

Al Ing. José Omar Zaragoza Díaz De León, por su apoyo, sus enseñanzas, y dedicación, agradezco a él, sin su apoyo incondicional e inigualable, sin su ayuda no hubiera podido concluir y realizar esta tesis.

Al Lic. Felipe Espinoza Pérez, por su gran amistad, y enseñanza. Gracias por enseñarme tanto.

Al Ing. Hugo Eduardo Espinosa Rodríguez, un gran amigo y colega, me ha enseñado que la lealtad, el compromiso, humildad y la sencillez existen en plenitud.

Al Ing. Fernando Da Silva Queiroga, I.Q especialista de Brasil, del cual en poco tiempo aprendi mucho.

A mis amigos de años, compañeros de vida, Ángel Morales Garrido, Ricardo Estrada Palafox, Ivonne Torres Zarate, David Villagrán, Marco Gallardo Reyes, Luis Texocotitla, Anita Sánchez Suarez, Maday Magali Arellanes, Javier Mirón Rivera, Daniela Caloca, Julio Gonzales Vergara, Uriel Espinoza, Carlos Titlán, Jovani Torres, Eduardo Salazar, Oscar Villar, Alfredo Grimaldo.

Agradezco infinitamente a mis sinodales:

I.Q Dominga Ortiz Bautista

M. en I. Cresenciano Echavarrieta Albiter

I.Q Juan Ángel Lugo Maldonado

Dr. Francisco Vidal Caballero Domínguez.

A los que no están, a los que se fueron, a los que me enseñaron parte y formaron y forman parte de mi vida, a los que por sus acciones me han llevado por este camino, por ellos se tomaron decisiones que me han llevado por este camino. A ellos

Gracias

Contenido

Capítulo 1. Confiabilidad Operacional.	16
1.1 Antecedentes.....	16
1.2 Las Catorce Mejores Practicas de Confiabilidad Operativa.....	17
1.2.1 Costos de Mantenimiento y Ciclos de Vida de los Activos.	17
1.2.2 Mantenibilidad.....	19
1.2.3 Capacitación y Certificación de Habilidades	20
1.2.4 Compromiso y Liderazgo.....	21
1.2.5 Orden y Limpieza 5'S.....	21
1.2.6 Plan de Producción	21
1.2.7 Ventanas Operativas	22
1.2.8 Funciones Protectoras Instrumentadas	24
1.2.9 Administración de Libranzas y Reparaciones	26
1.2.10 Administración del Trabajo.....	26
1.2.11 Censo de Equipos y Taxonomía.....	30
1.2.12 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.....	31
1.2.13 Inspección Basada en Riesgo (IBR).....	31
1.12.14 Almacenamiento y Suministro.	32
1.3. Aplicación de la Confiabilidad Operacional.	33
1.3.1 Herramientas de la Confiabilidad Operacional	33
Capítulo 2. Ingeniería de Mantenimiento.	36
2.2 Tipos de Mantenimiento.	37
2.3 Gestión de Base de Datos.	39
2.4 Calculo de la Confiabilidad en el Mantenimiento.....	45
Capítulo 3. Terminal de Almacenamiento Añil. Implementación SIMCOT. 48	
3.1 Localización.....	48
3.2 Criterios de diseño de Instalación con base a características de sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos naturales y meteorológicos adversos.....	49
3.3 Descripción del Proceso	49

3.3.1 Almacenamiento.....	50
3.3.2 Estación de autoconsumo.....	53
3.3.3 Llenado de Autotanques A/T.....	54
3.3.4 Bombeo por carga y descarga.....	57
3.4 SIMCOT.....	59
3.4.1 ANTECEDENTES.....	59
3.4.2 Subsistemas SIMCOT.....	61
3.5 Objetivos SIMCOT.....	61
3.6 Arquitectura General del SIMCOT.....	62
3.7 Niveles de arquitectura.....	64
3.8 Modos de Operación del SIMCOT.....	66
3.8.1 Modo de Operación Automático.....	66
3.8.2 Modo de Operación Local.....	68
3.9 Arquitectura Interfase SIMCOT- SIIC.....	68
3.10 Arquitectura Interfase SIMCOT- POLIDUCTO.....	69
3.11 Arquitectura Interfase SIMCOT- SICCI.....	70
3.12 Interfase de Comunicación SIMCOT-SIIC.....	71
Capítulo 4. Análisis de Criticidad en TAD Añil.....	73
4.1 Criticidad.....	73
4.2 Módulo Mantenimiento de Planta SAP.....	79
Bibliografía.....	117
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	120

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. 1 Costos Directos e Indirectos de Mantenimiento</i>	19
<i>Figura 1. 2 Ventanas Operativas</i>	24
<i>Figura 1. 3 Programa de Mantenimiento Llenaderas. Ejemplo TAR Añil</i>	28
<i>Figura 1. 4 Visualización de Plan de Mantenimiento IW41 TAR</i>	29
<i>Figura 3. 1 Diagrama: Detalle del Equipo dentro de tubos</i>	51
<i>Figura 3. 2 Diagrama de Bloques de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Añil</i>	54
<i>Figura 3. 3 Diagrama: ejemplo de posición llenado de autotanques</i>	55
<i>Figura 3. 4 Diagrama: ejemplo de casa de bombas</i>	57
<i>Figura 3. 5 Ilustración Pirámide Automatización Aplicada a SIMCOT</i>	63
<i>Figura 3. 6 Arquitectura General SIMCOT</i>	64
<i>Figura 4. 1 Matriz de Criticidad</i>	74
<i>Figura 4. 2 Posiciones SIMCOT</i>	81
<i>Figura 4. 3 AST Diagrama</i>	86
<i>Figura 4. 4 Llenado correcto de la O.T.</i>	88
<i>Figura 4. 5 Mantenimiento Preventivo Gráfica 2015</i>	93
<i>Figura 4. 6 Ordenes de Mantenimiento Predictivo 2015</i>	95
<i>Figura 4. 7 Gráfica Mantenimiento Correctivo 2015</i>	97
<i>Figura 4. 8 Matriz de Criticidad PEP</i>	99
<i>Figura 4. 9 Gráfica Criticidad Llenaderas</i>	104
<i>Figura 4. 10 Gráfica Criticidad descargadera añil</i>	107
<i>Figura 4. 11 Criticidad Bombas de proceso añil</i>	109
<i>Figura 4. 12 Visualización de O.T SIMCOT</i>	112

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. 1 Clasificación de Costos de Mantenimiento</i>	18
<i>Tabla 2. 1 Indicadores de Desempeño de Equipo. Indicadores cuya finalidad es controlar y evaluar el comportamiento de los equipos</i>	43
<i>Tabla 2. 2 Categoría de la Probabilidad de Detección</i>	45
<i>Tabla 3. 1 Tabla de tanques de Almacenamiento TAR Añil</i>	51
<i>Tabla 3. 2 Tabla: Detalle del equipo de tubos guías</i>	52
<i>Tabla 3. 3 Tabla: ejemplo de posición llenado de autotanques</i>	56
<i>Tabla 3. 4 Tabla ejemplo de casa de bombas</i>	56
<i>Tabla 3. 5 Bombas Proceso especificaciones</i>	58

<i>Tabla 3. 6 Tabla Subsistemas Básicos</i>	60
<i>Tabla 3. 7 Tabla Sistemas y Subsistemas de Valor Agregado</i>	61
<i>Tabla 4. 1 Tabla Categoría de las Frecuencias de Ocurrencia</i>	75
<i>Tabla 4. 2 Tabla Categoría de Impactos</i>	76
<i>Tabla 4. 3 Tabla Equipo Montado en SAP SIMCOT</i>	82
<i>Tabla 4. 4 Formato 651-21220-IEO-001-F1</i>	86
<i>Tabla 4. 5 Tabla de Ordenes de Mantenimiento</i>	92
<i>Tabla 4. 6 Tabla Ordenes Mantenimiento Predictivo</i>	94
<i>Tabla 4. 7 Tabla ordenes de Mantenimiento Correctivo</i>	96
<i>Tabla 4. 8 Tabla Categoría de las Frecuencias de Ocurrencia</i>	98
<i>Tabla 4. 9 Tabla criticidad llenaderas Añil</i>	104
<i>Tabla 4. 10 Tabla Criticidad descargadera</i>	106
<i>Tabla 4. 11 Criticidad bombas de proceso añil</i>	108
<i>Tabla 4. 12 Tabla de criticidad SIMCOT añil</i>	110
<i>Tabla 4. 13 Gráfica de criticidad SIMCOT</i>	110

Resumen

El SIMCOT Sistema Integral de Medición y Control de Operación en Terminales pertenece a los Sistemas de Automatización de Terminales (TAS de sus siglas en inglés Terminal Automation System) integrada en las Terminales de Almacenamiento y Despacho de PEMEX.

Es un proceso que tiene como objetivo automatizar ciertos procesos manuales como el monitoreo, rastreo, facturación de una Terminal. Se utiliza para automatizar, medir, registrar y reportar todas las transferencias e intercambios durante todo el movimiento del producto en la Terminal.

El SIMCOT proporciona monitoreo, control y administración de todo el proceso de manejo del producto desde la recepción, hasta su almacenamiento en tanques y distribución. Combinando el control automático y las funciones administrativas de negocios.

Manualmente la planificación, ejecución y registro de los movimientos puede tener un gran impacto en la rentabilidad de la terminal. Los errores producen, condiciones de trabajo inseguras, pérdidas de materiales y energía, contaminación. Cualquiera de estos factores pueden contribuir a mayores costos de operación, pérdida de ingresos. Con el objetivo de mejorar la productividad Industrial, el proceso de mejoramiento continuo, nuevas tecnologías, metodología y herramientas de diagnóstico se utilizará la Confiabilidad Operacional en perspectiva del Mantenimiento.

La Confiabilidad en mantenimiento requiere de herramientas y capacitación en; Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM-TPO-TPM), monitoreo de equipos que en este caso se realizará con Sistemas, Aplicaciones y Productos en el procesamiento de datos SAP, Análisis de Criticidad (AC), Análisis Causa Raíz (ACR), Análisis de Incertidumbre, Inspección Basada en Riesgo (IBR), Costo del Ciclo de Vida, Gerencia de la Información (a cargo de altos mandos y jefes de áreas de departamentos), optimización Costo-Riesgo-Beneficio, Análisis de Fallas y Solución de Problemas. Involucrando objetivos y metas de la empresa y obtener soluciones integrales, sistemáticos basados en Visión y Misión de la Empresa.

El presente trabajo de tesis, se basa en la teoría de Confiabilidad Operacional, haciendo estudio de las estrategias básicas de implementación, así como elementos, políticas, para generar una nueva cultura, optimizar programas, minimizar costo de operación y mantenimiento. Llevando implícita la capacidad de la instalación (Proceso, tecnología), para el cumplimiento de su función y/o propósito, que se espera, dentro de sus límites de diseño.

Introducción.

El Sistema Integral de Medición y Control de Operación en Terminales tiene como objetivo automatizar algunos procesos manuales en toda la Terminal, desde la recepción hasta el despacho del producto. El SIMCOT automatiza, registra, mide y reporta todas las transferencias e intercambios durante el movimiento del producto dentro de la terminal.

El SIMCOT combina el control automático y las funciones de administración de negocios, dando una solución integrada, modular, abierta y escalable que ayuda a garantizar operaciones seguras, administración óptima así como maximizar los beneficios de la terminal y reducir costos de producción.

El SIMCOT abarca varios subsistemas para la operación automática, entre los que destacan estos tres niveles básicos:

- i. Nivel de campo: Incluye válvulas operadas a distancia, medidores de flujo, válvulas de control, válvulas de bloqueo doble y purga, medidores de temperatura, presión, nivel y puesta de tierra.
- ii. Control y automatización: esta etapa incluye equipos y servidores, estaciones de operación, controladores lógicos programables, impresoras, lectores de tarjeta y sistemas de apagado de emergencia.
- iii. El nivel empresarial y último nivel de la arquitectura, esta encargado del intercambio de datos entre los sistemas de la Empresa: Administración y Gestión.
Cuando se ha completado el pedido, se carga una transacción en los sistemas de administración para su facturación.

La planificación manual, ejecución y registro de movimientos puede tener un impacto de alto impacto en la rentabilidad de la terminal, produciendo condiciones de trabajo inseguras, pérdidas de energía, material, recursos y generar contaminación. Generando una contribución en mayores costos de operación, pérdida de ingresos y confiabilidad de la Terminal. La confiabilidad busca la reducción de estas consecuencias mediante la integración de activos físicos, procesos de producción, y desarrollo del talento humano.

Objetivos

GENERAL

Definir los conceptos generales del Sistema Integral de Medición y Control de Operación de la Terminal Añil (SIMCOT Añil), así como el monitoreo de sus actividades registradas y programadas en Sistemas, Aplicaciones y Productos en el procesamiento de datos SAP en el año 2015.

PARTICULAR

Realizar un levantamiento del estado actual del Sistema Integral de Medición y Control de Operación de la Terminal Añil (SIMCOT Añil)

Evaluar los posibles puntos con alto índice de criticidad mediante la documentación e identificación de fallas registrados por medio de Ordenes de Trabajo (O.T) en el banco de datos (SAP),

Identificar problemas de cierre de ordenes de trabajo O.T en SAP, y en caso de no cumplir con el prerrequisito de registro para la detección de fallas realizar una propuesta para lograr ese objetivo.

Alcance

El desarrollo de esta tesis esta enfocado a identificar las fallas mas probables dentro del Sistema Integral de Medición y Control de Operaciones, en la Terminal de Almacenamiento y Despacho Añil, por medio de la confiabilidad Operacional y Análisis de Criticidad, una de sus herramientas.

El sistema de Automatización de la Terminal es un proceso en el cual un sistema de software de supervisión, automatiza ciertos procesos manuales de la terminal, el SIMCOT se utiliza para automatizar, medir, registrar, y reportar las transferencias e intercambio durante todo el movimiento del producto de la terminal, a su vez el SIMCOT proporciona monitoreo, control y administración de todo el proceso de manejo del producto desde la recepción hasta el almacenamiento en los tanques y su distribución. Combinando el control automático y las funciones administrativas de negocios.

Un Sistema de Automatización de Terminal completo tiene tres niveles básicos:

- i. Nivel de campo: Incluye válvulas de cierre operadas a distancia (Remote operated Shutoff Valves ROSOV), medidores de flujo válvulas de control, válvulas de bloqueo doble y purga (Double Block and Bleed Valves DBBV), medidores de temperatura y presión, medición de nivel y puesta a tierra.
- ii. Control y automatización: esta etapa incluye equipos/ servidores, estaciones de operador, PLC (Controlador Lógico Programable, en inglés PLC Programmable Logic Controller) impresoras, lectores de tarjetas y sistemas de apagado de emergencia.
- iii. Nivel empresarial: Este nivel esta encargado de intercambio de datos entre los sistemas de la Empresa y Gestión. Cuando se completa el pedido, se carga una transacción en los sistemas de administración para su facturación.

Es necesario el monitoreo de las actividades en los niveles de arquitectura del SIMCOT, mediante el registro y planificación de movimiento de actividades por medio de SAP, Confiabilidad Operativa, una de sus herramientas; Análisis de Criticidad por medio de las Órdenes de Trabajo (O.T.) arrojadas en SAP.

Capítulo I. Confiabilidad Operacional

Capítulo 1. Confiabilidad Operacional.

En este capítulo se darán a conocer conceptos básicos de las 14 mejores prácticas de Confiabilidad Operativa y Mantenimiento que se han considerado como base para el presente trabajo de tesis.

1.1 Antecedentes

Con el crecimiento de las empresas a niveles internacionales, el aumento de activos, el incremento de horas de producción también intensifica las horas de trabajo de los equipos. Acrecentando así las fallas y los paros no programados. Buscando mejoras en los costos, productividad, calidad de productos, seguridad ambiental, costos de operación y mantenimiento. Los costos de mantenimiento no tan elevados, una detección temprana de fallas potenciales que puedan interrumpir la producción, y de acciones correctivas planeadas y programadas oportunamente. Evitando prevenir fallas y reducir paradas costosas o la pérdida de los equipos.

Desarrollando así prácticas que permiten mejorar la Confiabilidad, buscando un mantenimiento con dirección a la productividad: con reducciones de costos, una mejor gestión y competencia global. Así también como la adquisición de equipos basado en criterio de ciclo de vida, con una anticipación de problemas y fallas en su integridad mecánica.

La filosofía de las empresas Clase Mundial convergen en cuatro aspectos:

1. Misión y visión de la organización.

En donde se busca la mejora de la calidad del trabajo, manteniendo un nivel de excelencia, los participantes conocen sus funciones, se conoce el proceso y el rol que el personal desempeña, la relación entre las áreas de la organización, tiempos de ejecución y los responsables.

2. Máxima disponibilidad

Niveles de producción que son requeridos con elevados estándares de seguridad.

3. Calidad y rentabilidad de productos.

Los activos deben ser de alta calidad orientado a una relación costo-beneficio que garantice la máxima rentabilidad.

4. Motivación del personal

El personal que labora en la empresa debe de estar motivado e identificado, a si como los clientes con el nivel de servicio y/o gestión que se les brinda.

Las empresas que han logrado alcanzar los cuatro estándares, permanecen al grupo de Clase Mundial, donde se identifica la aplicación de Las Catorce Mejores Practicas.

1.2 Las Catorce Mejores Practicas de Confiabilidad Operativa.

- **Costos de Mantenimiento y Ciclos de Vida de los Activos**
- **Mantenibilidad**
- **Capacitación y Certificación de Habilidades**
- **Compromiso y Liderazgo**
- **Orden y Limpieza 5's**
- **Plan de Producción**
- **Ventanas Operativas**
- **Funciones Protectoras Instrumentadas**
- **Administración de Libranzas y Reparaciones**
- **Administración del Trabajo (Planeación y Programación)**
- **Censo de Equipos y Taxonomía**
- **Mantenimiento Centrado en Confiabilidad**
- **Inspección Basada en Riesgo**
- **Almacenes y Suministro**

1.2.1 Costos de Mantenimiento y Ciclos de Vida de los Activos.

La Confiabilidad Operacional tiene entre sus objetivos operar a base de activos eficientes, seguros y confiables, limitando tiempos de parada que afecte los volúmenes de productividad.

Costos de Mantenimiento

Se define Costo de Mantenimiento como el conjunto de costos directos e indirectos que incurre en la prestación de servicios y/o trabajos que son asignados a través de Ordenes de Trabajo (O.T.) en un periodo determinado de tiempo en el Centro de Trabajo.

Para su cálculo o determinación se muestra en la tabla 1.1

COSTOS DIRECTOS DE MANTENIMIENTO	COSTOS INDIRECTOS DE MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Mano de Obra* • Depreciación* • Indemnizaciones • Adquisiciones • Conservación y Mantenimiento • Horarios pagados a terceros* • Servicios Prestados por otras Instituciones* • Servicio de Transporte • Servicios Auxiliares pagados a terceros* • Seguro Interno del personal* • Arrendamientos* • Viáticos y gastos de viaje* • Seguros y finanzas* • Servicios de intercomunicación* • Fletes* 	<ul style="list-style-type: none"> • Gastos Administrativos • Gastos Corporativos • Pasivo Laboral • Servicio Médico* • Telecomunicaciones*

Tabla 1. 1 Clasificación de Costos de Mantenimiento

Fuente: (PEMEX, 2012)

*Se considera únicamente a personal de Mantenimiento, estudios y servicios para el área como es el caso de depreciaciones.

*Muchas erogaciones en los costos indirectos no necesariamente se ejercen en el área de mantenimiento, ejemplo: costos de reparto.

Las ordenes de trabajo son clasificadas por el tipo de Mantenimiento (Mantenimiento Preventivo, Predictivo, Correctivo Planeado y Correctivo), también se asignan en grupos por clase de actividad, que permite la asignación de recursos, planes integrales, paros de planta, recomendaciones, reaseguros.

Los conceptos de gastos que el área de Mantenimiento pueden ejercer y en el que aparecen los criterios de:

Costos Directos de Mantenimiento. Las ordenes de trabajo generadas en el Centro de Trabajo son la fuente de información para obtener el costo directo, conforme a la planificación y programación de actividades, como

resultado de la aplicación real de los recursos. Así como el material indicado en la misma Orden.

Costos Indirectos de Mantenimiento: son aquellos costos de mano de obra, materiales, refacciones, viáticos, servicios, gastos de operación, telecomunicación y equipos de Mantenimiento que no se puede transferir o imputar a la orden de trabajo de manera directa y que es adjudicada a las instalaciones bajo un esquema de distribución establecido. Fig.1.1



Figura 1. 1 Costos Directos e Indirectos de Mantenimiento

Fuente: (PEMEX, 2012)

Ciclo de Vida de los Activos.

El Ciclo de Vida de los Activos es el tiempo en el cual un activo conserva su capacidad de utilización. El periodo de contabilización inicia desde investigación, diseño, construcción, operación, el mantenimiento, restauración/rehabilitación hasta su disposición final o sustitución.

1.2.2 Mantenibilidad

La Mantabilidad es la habilidad de una planta de proceso, sistema y/o equipo para alcanzar los requerimientos preestablecidos de operación y mantenimiento durante su ciclo de vida; es cuando su corrida operativa y paros programados están acordes a lo preestablecido desde su diseño y construcción

física de la planta, considerando los costos en los que incide operación y mantenimiento.

La Mantenibilidad se ha convertido en un factor crítico en la ecuación de la rentabilidad de toda la empresa, así mismo, con la Mantenibilidad de los activos durante su ciclo de vida, se busca analizar las tareas de operación y mantenimiento, con el propósito de evaluar en relación a la capacidad de alcanzar sus requerimientos para establecer y obtener en tiempos óptimos en relación a costo-beneficio.

El concepto de Mantenibilidad está relacionado con las características de diseño, fabricación e instalación la cual afecta al ítem (equipo), en donde se alcanzan los requerimientos específicos de operación y de mantenimiento. Esta habilidad se mide en términos de duración de tiempos (indicadores) empleados para actividades de Mantenimiento.

Los tiempos de mantenimiento dependen de:

- a) La habilidad para restaurar el servicio de un equipo (facilidad de diagnóstico y accesibilidad de sus partes, etc.).
- b) Contar con los soportes requeridos (personal, entrenamiento, conocimiento, refacciones de repuesto, instalaciones (talleres), manuales, herramientas de trabajo, etc.).

1.2.3 Capacitación y Certificación de Habilidades

La Capacitación y Certificación de Habilidades es una práctica que tiene como objetivo la instrucción y competencia apropiada del personal para la ejecución de actividades y operaciones, fortalecer y consolidar una cultura de la prevención y control de riesgos a través de planificación, ejecución y evaluación de efectividad de la capacitación y certificación de habilidades reconocidas en campo a nivel internacional.

Capacitación: Se denomina Capacitación a la Norma establecida en la Ley Federal del Trabajo que obliga a toda entidad o empresa en proporcionar capacitación y adiestramiento a sus trabajadores, para elevar la producción y productividad, y contribuir al logro de objetos institucionales o empresarial, en donde es necesario que todo el personal participe activamente.

Certificación de Habilidades: La Certificación de habilidades es un documento emitido por una institución acreditada mediante el cual se garantiza

la competencia apropiada, conocimientos requeridos y/o habilidades de una persona que cubre las necesidades y requerimientos del puesto que desempeña.

1.2.4 Compromiso y Liderazgo

El compromiso y liderazgo es a través de un convenio sólido con la confiabilidad, encaminado con esfuerzos y desarrollando una cultura que fortalezca la confiabilidad, mediante la identificación, comprensión, seguimiento y cumplimiento de códigos, estándares, regulaciones, normas y leyes, así como el mejoramiento continuo de la Organización y el involucramiento del personal.

Liderazgo: se define como la capacidad de influenciar en un grupo para alcanzar objetivos comunes en las instituciones.

1.2.5 Orden y Limpieza 5'S

Es una disciplina enfocada hacia el orden y limpieza, tiene como objetivo elevar la calidad de vida de las empresas y organizaciones, en talleres y oficinas, creando un entorno de trabajo ordenado, limpio y seguro, en donde se facilita la realización de tareas. Orientado hacia la calidad total, en el conjunto de procesos estandarizados. Participa todo el personal con el objetivo de obtener satisfacción del cliente y una rentabilidad que garantice continuidad en el mercado, conocida como mejoramiento continuo.

1.2.6 Plan de Producción

El Plan de Producción es una práctica que tiene como objeto, establecer elementos clave, que aseguren el cumplimiento óptimo de los compromisos y metas, así como la rentabilidad del negocio, los requerimientos de los recursos, identificación y evaluación de riesgos inherente al cumplimiento del plan (confiabilidad de las instalaciones, sistemas de seguridad, mantenimientos que requieren paro o disminución de la capacidad y el ciclo de vida de los activos).

A su vez integración de elementos de demanda de productos disponibilidad de materia prima, información técnica de activos, disponibilidad mecánica de activos, estadísticas de fallas de equipos, estudios de simulación y modelos de optimización de procesos y equipos.

El Plan de Producción es el punto de partida del proceso de operación, (ordenado y preciso). El Plan de Producción toma en cuenta los Peligros y Riesgos inherentes de la Planeación (eventualidades, fallas, paros no programados, disminución en la capacidad de producción o transporte, condiciones climatológicas, carencia o disminución de insumos, limitación de recursos o presupuestos, etc.), así mismo toma en cuenta Información de Laboratorio, para comprobar que las materias primas, los productos e insumos empleados cumplan con las especificaciones adecuadas. También se toman en cuenta una serie de elementos de tipo operativo que permiten identificar las necesidades de control de proceso como las Funciones Protectoras o Variables Operativas que deben de ser regulados en un rango óptimo (Ventanas Operativas VO) bajo ciertos criterios de Seguridad.

1.2.7 Ventanas Operativas

Las Ventanas Operativas es una práctica que define parámetros y los niveles dentro de los cuales la operación de un sistema o sistemas pueden mantenerse de forma confiable y segura, permitiendo conocer los márgenes de alarma y límites operativos.

Un elemento clave de la Seguridad del Proceso es mantener la Integridad Mecánica de los Activos, esto se alcanza cuando el activo se desempeña, opera y mantiene como fue especificado en el diseño, minimizando el riesgo al medio ambiente, a la población interna y externa y a otros activos se minimiza y mejora la imagen de la empresa.

Los parámetros de proceso utilizados deben ser medibles y controlables.

- Variables de proceso (presión, temperatura, etc.)
- Variables calculadas (velocidad de corrosión, relación carga/aditivos, etc.).
- Condiciones físicas de equipo (vibración, temperatura, etc.).
- Otros parámetros (tendencia al ensuciamiento, precipitación, etc.).

Las Condiciones Esperadas de Operación (CEO), son valores de las variables de proceso que garantiza una operación estable al estar la operación fuera de estos valores causando inestabilidad, que al mantenerse puede llevar a los equipos o instalaciones fuera de sus Límites Seguro de Operación

(LSO'S). Las variables de proceso deben dentro del área considerada CEO, esto no permite una operación estable.

Los Límites Seguros de Operación (LSO), representan límites seguros en los que un equipo o instalación pueden operar, estos valores deben de ser suministrados en el Paquete de Tecnología del Proceso, en las especificaciones del fabricante de los equipos o en estándares aplicables. Operar fuera de los LSO's puede provocar pérdida de contención o falla de las instalaciones y equipos involucrados.

Dentro de las CEO existe un rango en el que se optimiza la efectividad y la eficiencia de los activos, tomando en cuenta costos, riesgos y beneficios, a este rango se le denomina Ventana Operativa.

Para establecer las VO se requiere jerarquizar los activos (instalaciones y equipos) por su Índice de Paro No Programado (IPNP) y el impacto a la seguridad, al ambiente y económico de sus paros, con fin de determinar el orden en que se empleara las VO, considerando con mayor criticidad aquellos cuyas fallas tienen mayor impacto a la seguridad, al ambiente y económico en la operación de las instalaciones.

Para los activos de mayor criticidad se establecen puntos de control críticos, los cuales son variables de planta y equipos, deben de ser monitoreadas frecuentemente, para garantizar que sean confiables y tengan mejor desempeño.

Se consideran los aspectos de diseño y las condiciones actuales de operación que puedan provocar ineficiencia, ineficacia o la no operación de la instalación.

Se determina los límites de operación de los puntos de control críticos en base a:

- Rangos operativos de acuerdo a manuales de fabricante, normatividad, experiencia y conocimiento local en los límites operacionales de proceso.
- Metas establecidas para las unidades (calidad, consumo de energía, rendimientos y beneficios, etc.).
- Diagrama de flujo de proceso, lista de válvulas de relevo, etc.

- Datos de diseño del proceso, calidad de las alimentaciones, productos intermedios y finales.
- Manuales de diseño y de operación.
- Descripción del sistema de Salvaguarda y Mitigación, Filosofía de Control y Alarmas, lógica de control de Sistemas de control (interlock y paros automáticos), descripciones funcionales de los sistemas de control distribuido.

En la Fig. 1.2, se muestran los rangos operativos, en donde las fallas ocurren rápidamente si se localizan en los límites Alto Crítico, y Crítico Bajo. En el Límite Estándar Alto las fallas ocurren con operaciones sostenidas. La operación se mantiene en un rango seguro en los Límites Objetivo Alto y Bajo, manteniendo condición estable, confiable y rentable.

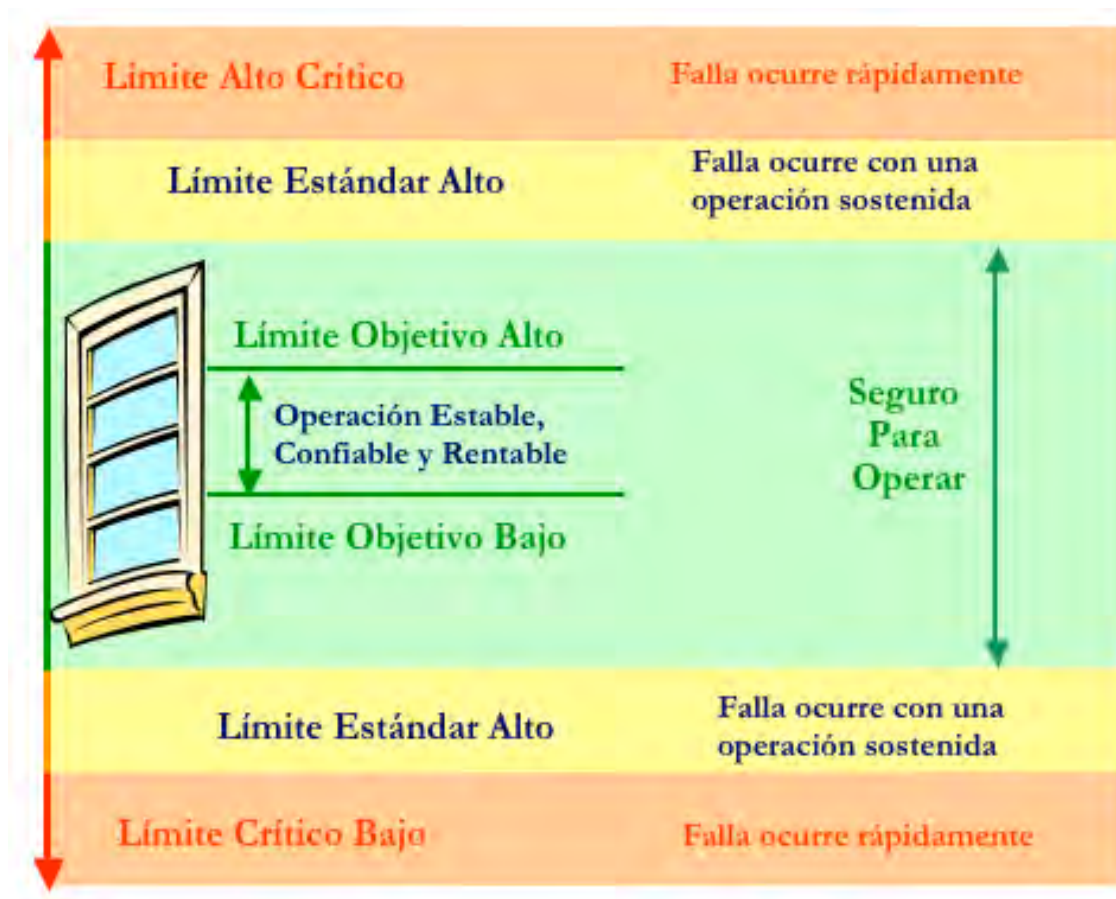


Figura 1. 2 Ventanas Operativas
(PEMEX, 2012)

1.2.8 Funciones Protectoras Instrumentadas

Las Funciones Protectoras Instrumentadas son una función protectora localizada en un sistema de protección instrumentado y provee la reducción de

un riesgo de un evento de peligro identificado por debajo de los criterios de riesgos definidos por las empresas. Reducen riesgos de forma efectiva, confiable y económica durante su ciclo de vida utilizando la metodología establecida en las normas ISA-84.00.01 (IEC61511-1 Mod). Los Sistemas Instrumentados de Seguridad son una combinación de sensores, equipo de lógica, elementos finales y sistemas de soporte que son diseñados para lograr una reducción de riesgo.

Los Sistemas de Protección Instrumentados son los que cuentan Plantas de Proceso, Plantas de Generación Eléctrica y Vapor, Plantas de Suministro y Tratamiento de Aguas, Sistemas de Perforación y Extracción de Petrolíferos, Sistemas de Almacenamiento de Petrolíferos, Estaciones de Compresión y Rebombeo, Barcos, Plantas nucleares, entre otros.

Quedan Incluidos: Sistemas de Alarmas, Sistemas Instrumentados de Protección de Equipos, Sistemas Instrumentados de Seguridad, Sistemas Instrumentados de Protección Ambiental, Sistema de Administración de quemadores, Sistemas de Protección de Alta Integridad, Sistema de Cierre Automático de Pozos Sistemas de Detección de Humo, Gases Tóxicos y Explosivos en Edificios, Sistemas de Detección de Gas y Fuego, Sistemas Instrumentado de Apagado de Reactores, Sistemas Instrumentados de Inundación y Mitigación

Con las FPI se busca:

- Contar con Sistemas Instrumentados de Seguridad acordes al Nivel de Integridad de Seguridad requerido para cada instalación.
- Mantener las instalaciones dentro de los Niveles de Riesgo Aceptables establecidos, mediante un óptimo balance de costos y confiabilidad, a través de la utilización de Sistemas Instrumentados de Seguridad.
- Asegurar que los Sistemas Instrumentados de Seguridad cumplan con su función durante su ciclo de vida.
- Identificar las capas de Protección asociadas a las funciones de Seguridad y establecer las acciones relacionadas a las mismas con el fin de mantener el nivel de seguridad considerado.
- Para llevar a cabo la aplicación de las Funciones Protectoras Instrumentadas en los Centros de Trabajo es necesario:

- Identificar los Sistemas y Definir alcances.
- Contar con información técnica de las plantas, Descripciones de Proceso, DTI'S, DFP's, Reportes de Análisis de Riesgos previos, Programas de Mantenimiento, Diagramas Lógicos de Control, Filosofías de Operación, Matrices causa-efecto de los Sistemas Instrumentados de Seguridad.
- Compromiso, liderazgo, Recursos por parte de las autoridades.

1.2.9 Administración de Libranzas y Reparaciones

El objetivo de libranzas/ reparaciones, es restablecer las condiciones mecánicas y operativas de los activos y asegurar su tiempo remanente acorde a su ciclo de vida dentro de los estándares y reglamento aplicable, a efectos de optimizar la disponibilidad del activo para alcanzar los planes y programas de producción.

Esto se logra a través de coordinación entre planeación, operación, mantenimiento seguridad, suministros finanzas y recursos humanos con un mismo enfoque. Con el soporte de una gestión ordenada conformada por aplicación secuencial a partir de un desarrollo conceptual de la libranza/ reparación, sus diagnósticos físico y operativo, su planeación y programación de actividades para obtener una ejecución exitosa y finalmente con la conclusión del post-paro.

El proceso de Administración de Libranzas/ Reparaciones Mayores debe entenderse como un ciclo en el cual de manera intrínseca se cuenta con etapas predecesoras y sucesoras y que a efectos de obtener resultados esperadas de cada una de ellas, los insumos deben de cumplir requerimientos establecidos, es decir, en cada etapa son los insumos de la siguiente.

1.2.10 Administración del Trabajo

El objetivo de la administración de Trabajo es establecer los pasos para determinar los planes y programas integrales de mantenimiento rutinario, preventivo y predictivo, así como el correctivo planeado durante la etapa operativa de los activos físicos, con el fin de preservar sus funciones y lograr el cumplimiento de las metas establecidas en seguridad, ambiente y protección.

Así como la capacidad de producir con calidad y rentabilidad. Con su aplicación se busca:

- Contar con planes integrales enfocados a preservar las funciones de los activos físicos.
- Mejorar la eficiencia del mantenimiento anticipando las necesidades y evitando los retrasos potenciales en el cumplimiento del trabajo y posibles repeticiones de trabajos.
- Optimizar los costos de mantenimiento
- Mejorar la confiabilidad operacional de los activos, seguridad y protección al ambiente.
- Obtener confianza en el cumplimiento de los planes y programas operativos así como presupuestos acorde a la edad de los activos.

El proceso de Planeación y programación de los trabajos de mantenimiento considera todos los equipos de una empresa y cuya operación confiable es fundamental para el cumplimiento de las metas en materia de rendimiento, eficiencia y producción, con el fin de iniciar el proceso de Administración del Trabajo, Planeación y Programación de Mantenimiento concentrando los esfuerzos en las áreas mas problemáticas, se recomienda iniciar su aplicación bajo la siguiente secuencia:

Primero.- Los sistemas y/o equipos que por su alta tasa de fallas y altas consecuencias están produciendo pérdidas considerables del negocio, problemas de seguridad y/o protección al medio ambiente.

Segundo.- Los sistemas de las plantas o instalaciones existentes que de acuerdo a los Análisis de Riesgo de Proceso sus consecuencias serían altas en caso de falla en los procesos.

Tercero.- Los sistemas existentes que de acuerdo a los análisis de riesgo de proceso, sus consecuencias son altas en caso de falla.

Cuarto.- Los sistemas de las plantas o instalaciones en proceso de diseño y/o construcción, que de acuerdo a los análisis de riesgo sus consecuencias serían altas en caso de falla.

Identificación de Requerimientos de Trabajo e Mantenimiento.

La Planeación y Programación del mantenimiento requiere información base para su proceso, requiere contar con: Censos, Historial de equipos, Planes capturados, despiece de refacciones o artículos que integran a los equipos, aviso de averías, etc., así como de vital importancia contar con un plan de mantenimiento integrado al plan táctico de producción (entre 3 y 5 años). Con una consideración especial al Plan de Mantenimiento del próximo ejercicio ya que implica contar con un nivel máximo disponible de detalle, y sirve de base para el Plan de Producción del año siguiente.

El Programador/ Planificador debe considerar para la identificación de requerimientos, todos los medios actuales a través de los cuales se registran las necesidades de atención a los activos de las instalaciones, estas necesidades deben de estar capturadas en los Sistemas. De esta manera se conoce y jerarquiza los requerimientos solicitados.

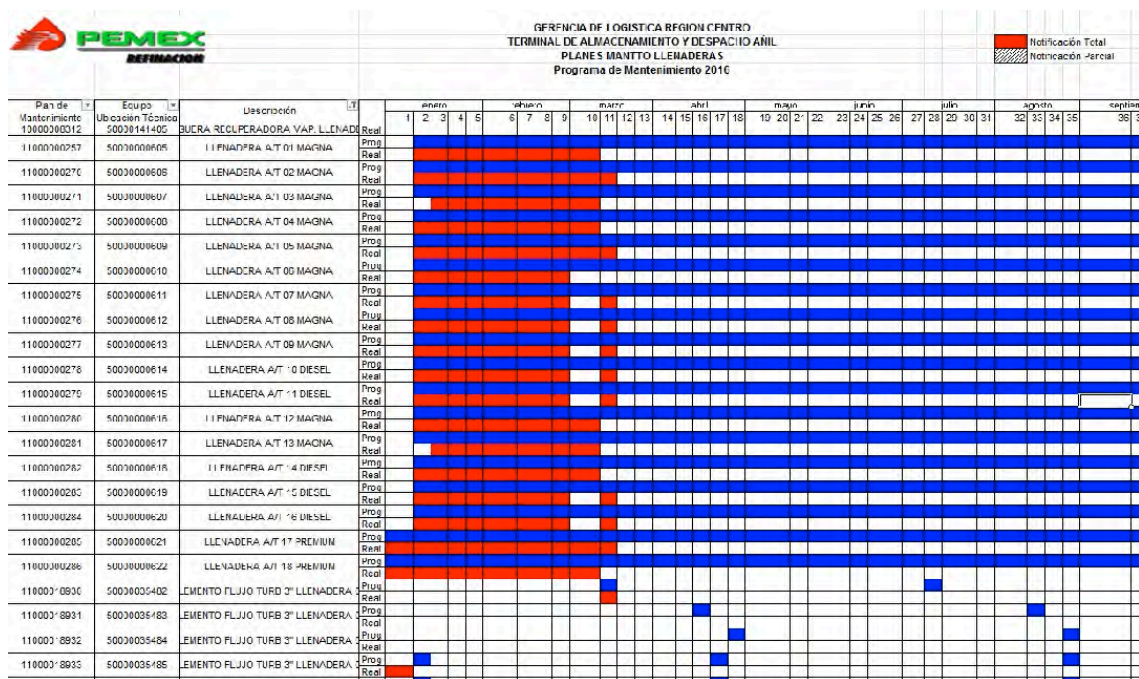


Figura 1.3 Programa de Mantenimiento llenaderas. Ejemplo TAR Añil

Fuente: (SAP ERP, 2016)

Preparación del Plan de Mantenimiento.

El Plan anual de mantenimiento además de incluir atención a las libranzas y reparaciones mayores programadas de plantas, servicios principales y otras instalaciones industriales, contiene la identificación de las actividades necesarias para tener un Plan integral de los activos, entre otros,

debe de contener los recursos para atender el mantenimiento rutinario Mantenimiento Preventivo (MP) y mantenimiento Predictivo (MPd), los rezagos identificados y un estimado para tratar el mantenimiento correctivo planeado.

Fig. 1.3

En otros aspectos, es de suma importancia considerar los resultados obtenidos de la aplicación de los Planes, Programas y presupuestos de los ejercicios anteriores y del presente, estos representan una parte fundamental de la base para el Plan de Mantenimiento y el anteproyecto del presupuesto del próximo ejercicio.

En la figura 1.4 se muestra la visualizacion de un Plan de Mantenimiento por medio de SAP PM (Sistemas, Aplicaciones y Productos en el procesamiento de datos, donde PM es Mantenimiento de Planta.)

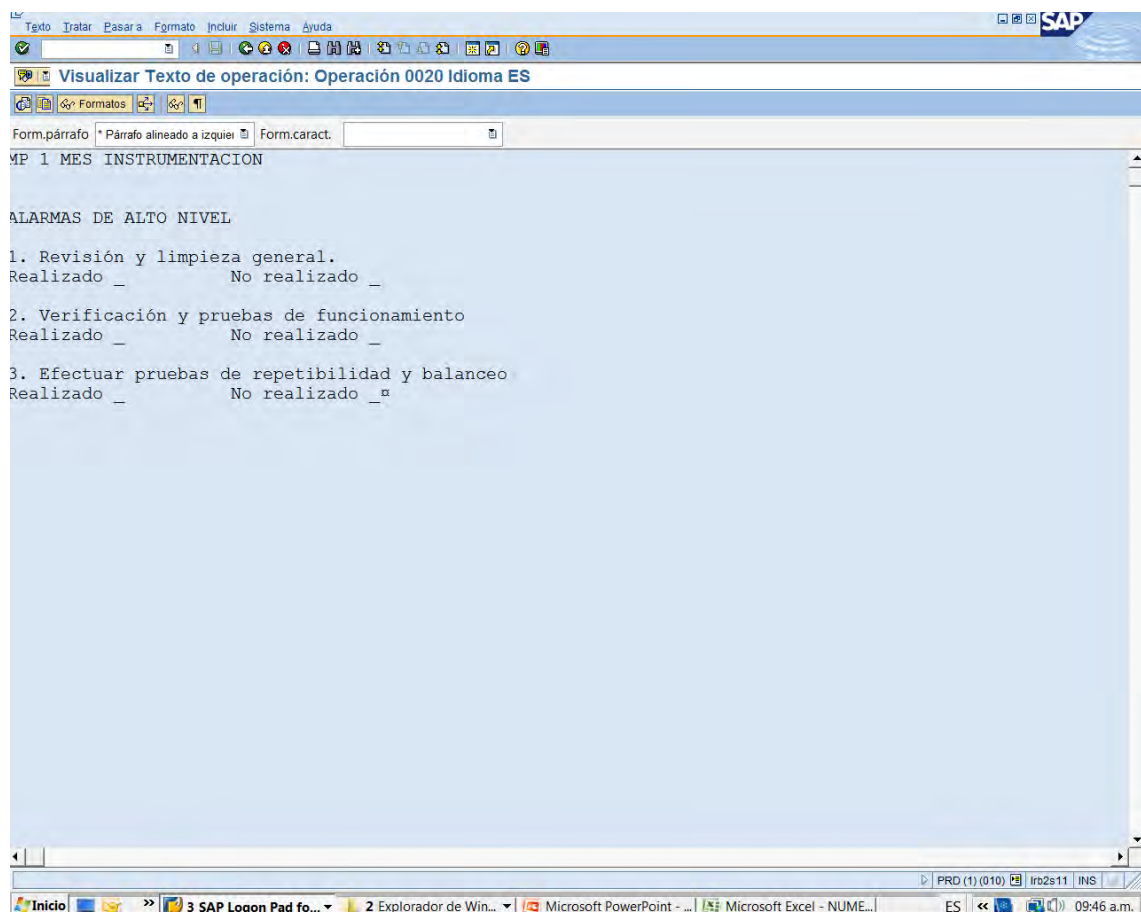


Figura 1. 4 Visualización de Plan de Mantenimiento IW41 TAR

Fuente: (SAP ERP, 2016)

1.2.11 Censo de Equipos y Taxonomía.

El censo de instalaciones de equipos es la relación de los activos de forma sistemática y jerárquica, con los que cuenta un centro de trabajo, dicho censo debe de incluir:

- Especificaciones técnicas
- Características de funcionamiento
- Cuenta contable
- Grado de criticidad
- Código único de identificación como información básica
- Censo bien elaborado que permita realizar la administración correcta de la operación
- Conservación de los activos físicos.

La taxonomía de equipos es una metodología que permite la clasificación ordenada de grupo de familias, incluye las observaciones y actividades relacionadas con dichos grupos; es un elemento clave, como parte de la integridad mecánica que permitirá a la empresa realizar los análisis de datos relacionado con los equipos y nos ayuda a garantizar que el equipo cumpla con las condiciones de funcionamiento para las cuales fueron diseñados. El personal de operación, mantenimiento, seguridad e ingeniería de los centros de trabajo deben de estar familiarizados con el uso y aplicación de la taxonomía de equipos.

La taxonomía de equipos está controlada mediante la administración del proceso de cambio y lineamientos, su principal objetivo de la administración formal del proceso de cambios es garantizar la consistencia de la información de la Taxonomía.

Censo de Instalaciones y equipos

El censo de instalaciones y equipos es la base de información para realizar la gestión de equipos en la empresa. En ellos se debe especificar la necesidad de una asignación de perfil y rol correspondiente a los especialistas que realizan bajas y altas en el sistema.

1.2.12 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

El objetivo principal del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) es determinar los programas de Mantenimiento mas adecuados económicamente viables, para enfocarse en las funciones mas importantes de los sistemas, con aplicación a equipos dinámicos.

La implementación del MCC debe llevar a equipos mas seguros y confiables, reducciones de costos (indirectos y directos), la mejora de calidad del producto, y mayor cumplimiento de las normas de seguridad y del ambiente.

Con la aplicación del MCC se busca:

- Contar con planes integrales enfocados a preservar las funciones de los sistemas.
- Optimizar las tareas de mantenimiento y operación que se aplican a los sistemas como su restauración programada, monitoreo de condiciones: desincorporación programada, detección de fallas etc.
- Eliminar o reducir la probabilidad de ocurrencia de los modos de falla de los sistemas y las causas que lo generan.

El MCC es una metodología cuya aplicación elimina o reduce la probabilidad de ocurrencia de modos y causa de fallas de los sistemas durante su ciclo de vida, mediante la aplicación de tareas a ejecutar por el personal de operación mantenimiento e inspección.

El Plan integral que se obtiene de la aplicación del MCC es un conjunto de tareas la cuales pueden ser predictivas, monitoreo de condición, rediseño, restauración o remplazo, pruebas, hasta su falla, las cuales son efectivas y económicamente viables que agrupadas bajo un plan y programa buscan la conservación de la función de un sistema o equipo durante su ciclo de vida.

1.2.13 Inspección Basada en Riesgo (IBR)

La Inspección Basada en Riesgo es un proceso administrativo y evaluación de riesgo enfocado a la pérdida de contención en equipos sujetos a presión que operan en plantas de proceso, causado por deterioro de material y mantener su integridad. Involucra el priorizar un Programa de inspección, en

donde los componentes de un equipo se inspeccionan y se clasifican de acuerdo al Riesgo.

La metodología considera la frecuencia, nivel de detalle, y tipo de Prueba No Destructiva a aplicar en la inspección proporcionando la combinación óptima de métodos y periodos de inspección, asignando las prioridades y esfuerzos para su correcta administración.

Las aplicaciones Industriales de la Inspección Basada en Riesgo:

- Plantas petroquímicas
- Plantas químicas de especialidad
- Plataformas costa afuera
- Tuberías
- Plantas de pulpa y papel
- Cementeras
- Generación de Energía a partir de combustibles fósiles
- Energía nuclear

Revisión del Plan de Mantenimiento e Inspección

El análisis de riesgo permite identificar los componentes que más influyen en el riesgo de la instalación, al objeto de converger los esfuerzos de inspección, y definir el programa óptimo de inspección, en función de su influencia en el riesgo, determinándose el alcance, la periodicidad y la técnica de mantenimiento.

1.12.14 Almacenamiento y Suministro.

La metodología de Almacenes y Suministros, establece los pasos necesarios para que esta misma área proporcione el soporte efectivo para lograr objetivos y metas del negocio, optimizando costos de producción a través de la disponibilidad en tiempo de los bienes y servicios aplicando metodologías de riesgo- confiabilidad. Con esto se busca:

- Optimizar los costos de producción a través de la disponibilidad en tiempo de los bienes y servicios aplicando metodologías de riesgo- confiabilidad.
- Mejorar la eficacia y eficiencia de los Planes y Programas de Producción

También establece los pasos para un óptimo almacenaje de materiales, refacciones y equipos, que garantice su conservación adecuada evitando desechos y pérdidas de producción, asociadas a deterioro de estos en el almacén o una vez instalados.

El objetivo es establecer las estrategias para adquirir y contratar los bienes y servicios que aseguren la disponibilidad de estos a un óptimo costo. En función de la jerarquización de las actividades, establecidas en los planes y programas, así como a la criticidad y condición de los activos.

1.3. Aplicación de la Confiabilidad Operacional.

La Confiabilidad Operacional suele aplicarse en casos relacionados con:

- Elaboración de planes y programas de mantenimiento e inspección de equipos estáticos y dinámicos.
- Solución de problemas recurrentes en equipos e instalaciones que afectan los costos y efectividad de las operaciones.
- Especificación de las tareas que permiten minimizar riesgos en los procesos, equipos e instalaciones, personal y medio ambiente.
- Establecer alcances y frecuencias óptimas de paradas de las plantas.
- Establecer procedimientos operacionales y prácticas de trabajo seguro.

1.3.1 Herramientas de la Confiabilidad Operacional

Son múltiples las herramientas que sirven a Confiabilidad Operacional con el fin de generar planes estratégicos para lograr la excelencia en las actividades de mantenimiento. A continuación se definirán algunos de los conceptos básicos presentados por PEMEX:

- **Análisis de Criticidad (CA).** Es una técnica que permite jerarquizar sistemas, equipos e instalaciones, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.
- **Análisis de Modos y Efectos de Falla y Criticidad (FMECA).** Es una metodología que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presenta.
- **Análisis Causa Raíz (RCFA o ACR).** Es una técnica sistemática que se aplica con el objetivo de determinar las causas que originan las fallas,

sus impactos y frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas.

- **Inspección Basada en Riesgo (RBI).** Es una técnica que permite definir la probabilidad de falla de un equipo o sistema, y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el ambiente y los procesos.
- **Análisis Costo Riesgo Beneficio (BRCA).** Es una metodología que permite establecer una combinación óptima entre los costos de hacer una actividad y los logros o beneficios que la actividad genera, considerando el riesgo que involucra la realización o no de tal actividad.
- **Costo de Ciclo de Vida (LCC).** El análisis LCC es una metodología que permite elegir entre opciones de inversión o acciones de incremento de la confiabilidad con base en su efecto en el costo total del ciclo de vida de un activo o en servicio.
- **Mantenimiento Productivo Total (TPM).** Es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas. Esto supone:
 - Cero averías
 - Cero tiempos muertos
 - Cero defectos achacables a un mal estado de los equipos
 - Sin pérdidas de rendimiento o de capacidad productiva debidos a estos de los equipos

Capítulo II. Ingeniería De Mantenimiento.

Capítulo 2. Ingeniería de Mantenimiento.

En el presente capítulo se presenta terminos utilizados para Mantenimiento, Tipos de Mantenimiento y su gestión de base de datos.

2.1 Ingeniería de Mantenimiento

La ingeniería del mantenimiento surge como una respuesta a las necesidades por reforzar las actividades de gestión de activos (operación y mantenimiento), con el fin de mejorar si eficiencia operativa y competitividad. Engloba un amplio conjunto de técnicas y metodologías para el correcto diseño de mantenimiento para la mejora continua.

Este proceso aplica a todos los activos que impactan en el proceso productivo y al proceso de mantenimiento en la organización. Inicia con el análisis de desempeño de los activos, evaluación de la efectividad del mantenimiento, búsqueda y aplicación de tecnología de punta y mejores prácticas, terminando con la emisión de recomendaciones de mejora al proceso y/o reemplazo de activos, optimización de planes de mantenimiento y medición del impacto real de las recomendaciones implementadas.

Termino de Mantenimiento.

El lenguaje relacionado con el mantenimiento y la confiabilidad a menudo no es consistente entre las diferentes industrias. En algunas ocasiones varia dentro de las propias organizaciones. Las definiciones seleccionadas se presentan a continuación son las mas comúnmente utilizadas.

- **Mantenimiento:** Las actividades realizadas para retener la función. A menudo hay un amplio significado de toda la extensión de mantenimiento que va desde la retención de la función hasta el departamento que supervisa los servicios de consejería.
- **Reparación:** Las actividades relacionadas con la restauración de la función. La función de reparación a menudo se le llama Mantenimiento Correctivo o Mantenimiento Reactivo. Una buena práctica es evitar utilizar la palabra mantenimiento cuando se está hablando de trabajo de reparación.

“Es importante distinguir entre las dos funciones al realizar un análisis de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) ya que la reparación se da

después de la falla. El enfoque es la identificación de las actividades que reducirán la probabilidad de falla.”

- **Estrategia o (Enfoque) de Mantenimiento:** El resultado del análisis MCC, el plan (actividades) para administrar un activo. Para las organizaciones que utilizan SAP, a esto se le llama Plan de Mantenimiento. Dentro del Estándar MCC de la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE JA1011), el término es Política de Administración de la Falla.
- **Monitoreo de Condiciones:** Las actividades para identificar y realizar las tendencias y condición de materiales. A esta función también se le conoce en la industria como Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento con base en Condiciones, y Mantenimiento por Condiciones.

2.2 Tipos de Mantenimiento.

Los tipos de mantenimiento que se estudian son los siguientes:

- ✚ Mantenimiento Correctivo
- ✚ Mantenimiento Preventivo
- ✚ Mantenimiento Predictivo
- ✚ Mantenimiento Productivo Total

Mantenimiento Correctivo

Es el conjunto de actividades de reparación y sustitución e elementos deteriorados por repuestos que se realiza cuando existe falla. Este sistema resulta aplicable a sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que resulta imposible predecir los fallos y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante tiempo, sin afectaciones a la seguridad.

Como inconvenientes tiene los fallos que pueden presentarse en cualquier momento, fallos no detectados a tiempo, partes o piezas cuyo cambio es de escaso coste, puede causar daños importantes en elementos que se encontraban en buen estado de uso y conservación.

El inconveniente mas relevante de este sistema es que se debe de disponer de un capital importante invertido en piezas de repuesto.

Mantenimiento Preventivo

Es el conjunto de actividades programadas anticipadamente, como inspecciones regulares, pruebas, reparaciones, etc., encaminadas a reducir la frecuencia y el impacto de los fallos del sistema.

La circunstancia que presenta este sistema son cambios innecesarios al alcanzar la vida útil de un elemento se procede a su cambio, encontrándose muchas veces un elemento que utiliza por un tiempo prolongado. Debido a esto pueden presentarse problemas iniciales de operación, cuando se desmonta, y colocan nuevas piezas; al efectuarse pruebas de funcionamiento, aparecen diferencias en la estabilidad, seguridad o regularidad de la marcha.

El coste de inventarios sigue siendo alto, aunque es previsible y permite una mejor gestión.

Es necesario contar con mano de obra especializada e intensiva para periodos cortos, a efecto de liberar el equipo para el servicio lo mas rápido posible.

Otro factor es el mantenimiento no efectuado, si no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los periodos de intervención y se produce degradación del servicio.

La planificación para la aplicación de este sistema consiste:

1. Definir partes o elementos que serán objeto del mantenimiento.
2. Establecer la vida útil de los mismos.
3. Determinar los trabajos que se le realizaran en cada caso.
4. Agrupar los trabajos según la época en la que deban efectuarse las intervenciones.

Mantenimiento Predictivo.

Es el conjunto de actividades de seguimiento y diagnostico continuo de un sistema que permite la intervención correctiva inmediata como consecuencia de a detección de algún síntoma de fallo.

El mantenimiento predictivo se basa en el hecho de que la mayoría de fallos se producen lentamente y previamente, en algunos casos, arrojan indicios evidentes de un futuro fallo, a simple vista o mediante la

monitorización, es decir, bajo la selección, medición de los parámetros relevantes que presenten el buen funcionamiento del equipo analizado,

Tiene la ventaja de que el seguimiento nos permite contar con un registro de la historia de las características en análisis, útil ante los fallos repetitivos, a su vez puede programarse la reparación en algunos casos, junto con la parada programada del equipo y existen menos intervenciones en la mano de obra en mantenimiento.

Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM).

Este sistema esta basado en la generación japonesa “Mantenimiento al primer nivel”, en la que el propio usuario realiza pequeñas tareas de mantenimiento: reglaje, inspección, sustitución de partes, etc., facilitando al jefe de mantenimiento la información necesaria para que luego las otras tareas se puedan realizar mejor y con mayor conocimiento de causa.

- Mantenimiento: Para mantener siempre las instalaciones en buen estado
- Productivo: enfocado a aumentar la productividad
- Total: implica la totalidad del personal, (no solo al servicio de mantenimiento)

Este sistema coloca todos los integrantes de la organización en tarea de ejecutar un programa de mantenimiento preventivo, con el objeto de maximizar la efectividad de los bienes. Centra el programa en el factor humano de toda compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento que deben de ser realizadas en pequeños grupos, mediante una dirección motivadora.

Para el Mantenimiento Productivo Total (TPM) se debe de hablar de los Pequeños Equipos de Trabajo (PET), diferenciado del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad que por su parte plantea la creación de Grupos de Revisión conformados por expertos en el tema. Muchas ocasiones contando con personal calificado no se logra resolver los problemas, debido a la cultura.

2.3 Gestión de Base de Datos.

El objetivo de asegurar la base de datos en avisos y/o ordenes de trabajo (O.T.) utilizados en la gestión de mantenimiento de los activos, es

realizar a través de sistemas oficiales y vigentes en cada organismo, para que sean capturados de manera adecuada y oportuna, con el propósito de contar con información de manera confiable que permita la identificación y matriculación en el sistema de los requerimientos de mantenimiento, así como el registro de actividades desarrolladas y los recursos utilizados para la atención eficiente de los trabajos solicitados. La captura será en forma estandarizada y oportuna, con ella se podrá aplicar técnicas estadísticas para el análisis de confiabilidad, así como generar información que integra indicadores de desempeño, con el soporte de los análisis secunde en la toma de decisiones.

El proceso de la Gestión de Mantenimiento incluye los registros de avisos y/o ordenes de trabajo en los sistemas.

Para la programación de O.T., las áreas de Operación, Inspección, Seguridad y Mantenimiento de los organismos efectúan las siguientes actividades:

Verificación de datos registrados de planeación, y la disponibilidad de recursos.
Corregir la inconsistencia en datos registrados en las O.T., como fecha y horas de trabajo realizadas.

Se registran las fechas reales de ejecución.

Etapas 1 Requisitos previos. Se necesita contar con la infraestructura informática adecuada en los centros de trabajo a su cargo (Software, hardware, red, licenciamiento, etc.). a su vez contar con solución informática que muestre a través de indicadores, la situación real de la gestión de mantenimiento en el organismo. Esta herramienta deberá permitir el desglose por línea de negocio, centro de trabajo, planta y/o instalación y los equipos mantenidos en condiciones favorables al análisis de la información y toma de decisiones.

Etapas 2 Detección de Necesidades Las áreas de la Organización, Operación Seguridad, Inspección y Mantenimiento, detectan necesidades de un requerimiento de mantenimiento el cual deberá registrar en avisos/órdenes de trabajo de los CMMS (Computarizad Maintance Management System, o en español Gestión

de Mantenimiento Asistido por Computadora, es un software para control y administración del mantenimiento).

En esta etapa (si el registro de la información fue correcto) permitirá agilizar la validación de lo solicitado y procede a la generación oportuna de las ordenes de trabajo.

Los avisos y las O. T. deberán respetar las normas señaladas en los procedimientos específicos de los organismos para asegurar que los campos obligatorios, catálogos, reglas de validación y recomendaciones de seguridad sean respetados.

Etapa 3 Planeación. Las áreas de la Organización deben planificar los requerimientos conjuntamente con el área de mantenimiento para programar y registrar las O.T.

Verificando:

- Fechas planeadas de ejecución
- Datos registrados en la planeación
- Planes de mantenimiento
- Operaciones e instrucciones de seguridad de la O.T.
- Determinación de recursos (humanos, materiales y medios auxiliares de fabricación)
- Tiempo de ejecución de actividades
- Personas responsables de su ejecución del trabajo.

Etapa 4 programación. El área de mantenimiento del Organismo programan las O. T. Conforme a la planificación. Verificando:

- Datos registrados en la planeación.
- Disponibilidad de recursos
- Tiempo de ejecución de actividades
- Operaciones e instrucciones de seguridad de la O.T.
- Procedimientos críticos de Seguridad
- Procedimientos específicos

Etapa 5 ejecución. Las áreas de la organización ejecutan físicamente las O. T., completando el ciclo de la orden con los registros reales de ejecución disponible. También se complementan los registros reales de los hallazgos y/o averías, actividades de corrección.

Etapas 6 Evaluación. Las autoridades de Mantenimiento deberán evaluar mensualmente la confiabilidad de los datos registrados en las O.T., asimismo, revisar y asegurar el cumplimiento de aplicación de los procedimientos

Para la gestión del mantenimiento se requiere información actualizada de los equipos y/o instalaciones sujetas a mantenimiento. La identificación de sistemas, equipos y componentes importantes de un proceso industrial desde el inicio de diseño.

La planeación es uno de los procesos de mayor relevancia para lograr una gestión de mantenimiento eficiente. Es importante conocer los objetivos de la organización identificando a los bienes que se les dará mantenimiento, considerando impactos ambientales, sociales y que se puedan generar en la ejecución de mantenimiento.

La planeación consta de las siguientes funciones:

- Definición de tácticas y planes de mantenimiento
- Planificación de sustituciones, modificaciones y mejoras
- Planificación de libranzas y reparaciones mayores
- Planificación del mantenimiento predictivo y preventivo
- Creación de órdenes de mantenimiento para avisos y solicitudes de trabajo.

La planeación requiere de personal capacitado con características que permitan desempeño en forma eficiente, personal con capacidad técnico – analítica, orientación al cliente interno, comunicaron y asertividad, trabajo en equipo, creatividad, emprendedor, proactivo, comprometido y con una experiencia mayor a tres años en ejecución de tareas de mantenimiento.

A su vez deberá existir coordinación, comunicación e información clara y precisa entre las áreas involucradas en la gestión de mantenimiento de manera continua. Esto permitirá ejecutar las actividades de forma eficiente en tiempos estimados, evitando costos imputables a mantenimiento por retrasos y reprogramación de actividades, y mejorar los tiempos de respuesta en caso de emergencia.

Para controlar y evaluar la gestión de Mantenimiento se necesita la implantación y análisis de Indicadores Clave de Desempeño. Tabla 1.2 Solo se harán referencia a los indicadores útiles en el conocimiento del rumbo del proceso y aquellos que están alineados a los objetivos estratégicos.

La meta del proceso de mantenimiento es incrementar la Disponibilidad y la Confiabilidad de los activos físicos de la empresa.

Indicador	Clave	Unidad
Backlog (Lista ordenada de todo trabajo pendiente)	BACK	Semanas
Indice de Horas de Paro no Programado del Equipo	IPNP	Porcentaje
Tiempo Medio Entre Fallas	MTBF	Horas- Equipo
Tiempo Medio Para la Reparacion	MTTR	Horas
Disponibilidad Operacional	%DO	Porcentaje

Tabla 2. 1 Indicadores de Desempeño de Equipo. Indicadores cuya finalidad es controlar y evaluar el comportamiento de los equipos.

Fuente: (PEMEX, 2008)

Selección de las Tareas de Mantenimiento

Las acciones de mantenimiento recaen de una de las dos categorías. Acciones de mantenimiento con base en tiempo de ciclos. Una tercera estrategia de mantenimiento se puede describir de mejor forma como una acción de mantenimiento. Esta estrategia que permite a las maquinas correr hasta la falla.

Con base en Tiempo o Ciclos

- Las tareas tradicionales tales como la lubricación, desecho aquellas acciones tales como el reemplazo de un filtro, y la restauración de objetos desgastados.
- Prueba e Inspección – se hace para encontrar las fallas ocultas.
- Monitoreo de Condiciones – se realiza para identificar y cuantificar la condición del material.

Con base en condiciones

Acciones de mantenimiento de repaso que se llevan al cabo como resultado del Monitoreo de Condiciones o Pruebas e Inspección.

Monitoreo de Condiciones.

El Monitoreo de Condiciones es conocido también como Mantenimiento Predictivo, es el monitoreo continuo o periódico y el diagnóstico del equipo y componentes para predecir las fallas. El mantenimiento con base en tiempos o ciclos puede introducir problemas dentro de las máquinas, o en algunos casos resultado revisión o reemplazo prematuro.

El monitoreo de condiciones es un subconjunto del mantenimiento con base en tiempos y ciclos y está orientado a la predicción. Siempre se prefieren las técnicas de inspección que no son instructivas/ no destructivas, con el fin de evitar la introducción de problemas.

El monitoreo de condiciones por lo general involucra dispositivos de recopilación de datos, análisis de datos y base de datos computacionales para almacenar y crear tendencias de información.

La detección de la falla es más que observar el no- desempeño. El uso del monitoreo de condiciones debe proporcionar cierta visión sobre las condiciones del material en degradación. De la misma manera, algunas condiciones de falla no serán de inmediato aparentes.

de falla no serán de inmediato aparentes. Tabla 2.2

Clasificación		Probabilidad de Detección
10	Muy Baja	Falla Oculta: falla que no es detectable sin una prueba o inspección especial. El inicio de la falla no se puede detectar.
9	Baja	No es posible identificar la falla a través de una actividad rutinaria. El inicio de la falla no se puede identificar.
8	Baja	Es probable que la falla se pueda identificar a través de una actividad rutinaria. El inicio de la falla no se puede detectar
7	Moderada	El inicio de la falla se puede detectar con una anticipación de por lo menos 2 días.
6	Moderada	El inicio de la falla se puede detectar con una anticipación de 2 a 6 días.
5	Moderada	El inicio de la falla se detecta con una anticipación de 7 a 14 días.
4	Alta	El inicio de la falla es detectable con una anticipación de 15 a 29 días.
3	Alta	El inicio de la falla se puede detectar con una anticipación de 1 a 3 meses.
2	Muy Alta	El inicio de la falla se puede detectar con una anticipación de 3 a 6 meses.
1	Muy Alta	El inicio de la falla se puede detectar con una anticipación mayor a 6 meses.

Tabla 2. 2 Categoría de la Probabilidad de Detección.

Fuente: (Society of Automotive engineers. Inc, 1995)

2.4 Cálculo de la Confiabilidad en el Mantenimiento.

Para que la confiabilidad calculada tenga una alta credibilidad, los datos con los cuales se efectúa el cálculo deben de ser creíbles; estos datos no son los registros de los paros de activos. El registro de paros de los activos debe de hacerse de manera parcial y objetiva posible.

El registro de los paros implica: codificación y clasificación; esta última se puede subdividir en propios, ajenos y programados.

- ✚ Los paros propios: son aquellos imputables al equipo.
- ✚ Los paros ajenos: son paros no imputables al equipo pero que causan paradas del equipo, ejemplo, falta de energía externa.
- ✚ Los programados son aquellos que están establecidos en el programa de mantenimiento anual.

Dentro de la división anterior, es necesario clasificarlos por especialidad: Mantenimiento y Producción, ya que, si se desea calcular la confiabilidad por mantenimiento únicamente, por ejemplo solo se deben tener en cuenta los paros imputables a este.

La codificación permite establecer rápidamente la falla que se imputara al activo sin ambigüedades.

Capítulo III. Terminal de Almacenamiento Añil: Implementación SIMCOT

Capítulo 3. Terminal de Almacenamiento Añil: Implementación SIMCOT.

Este capítulo explica los datos generales de la TAD Añil; la descripción del proceso así como la arquitectura del Sistema Integral de Medición de Operaciones de Terminales (siglas SIMCOT), encargado de proporcionar monitoreo y control a la planta.

3.1 Localización.

La terminal de Almacenamiento y Despacho (TAD) Añil, antes conocida como Terminal de Almacenamiento y Reparto TAR Satélite Oriente, cuyas operaciones iniciaron el 24 de Febrero de 1967, se encuentra ubicada en la parte Este en la Delegación Iztacalco, en la Ciudad de México.

Tiene una superficie de 136,660 m². Los destilados de petróleo que almacena y distribuye los recibe por dos poliductos de 8” y 12”, con los cuales abastece a parte de la zona Centro y zona Oriente del área Metropolitana. También abastece de combustible por un poliducto de 8” a la Terminal de Almacenamiento y Despacho Cuernavaca en el Estado de Morelos, una agencia de ventas que se encuentra en operativo.

La terminal del Almacenamiento y Despacho Añil tiene como principal función la recepción, almacenamiento, despacho y envío de Gasolinas PEMEX Magna, PEMEX Premium y PEMEX Diesel. La terminal recibe un promedio de 57,000 bls/diarios, de ellos, un 60% corresponden a gasolina Pemex Magna, un 16% a Pemex Diesel y un 24% a gasolina Pemex Premium. Estos se almacenan en 5 tanques cuya capacidad operativa es de 158,343 bls y una capacidad de almacenamiento total de diseño de 235,000 bls.

Las ventas diarias de la Terminal de Almacenamiento y Distribución Añil, son de 45,000 bls., correspondiendo a la gasolina Pemex Premium el 5.5%, a la gasolina Pemex Magna el 80.5% y a Pemex Diesel el 15%, así mismo, la terminal dispone de instalaciones y equipo necesario para satisfacer el movimiento de productos. (Comisión Reguladora de Energía, 2015)

3.2 Criterios de diseño de Instalación con base a características de sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos naturales y meteorológicos adversos.

La Terminal de Almacenamiento y Reparto Añil, en el momento de su creación, realizó la búsqueda y la disponibilidad de un terreno para ubicarse en la parte Este de la Ciudad de México, para que de manera estratégica pudiera abastecer la Zona Oriente del Valle de México y realizar el envío de productos a la Terminal de Almacenamiento y Reparto Cuernavaca, en el Estado de Morelos; además se consideraron otros criterios como la ausencia de centros poblacionales cercanos, existencias de vías de acceso y la existencia adecuada en la dotación de diferentes servicios tales como agua, luz y drenaje.

El principal problema que enfrentaba actualmente la TAR Añil es el fenómeno de hundimientos diferenciales, que son un fenómeno que afecta a toda los terrenos ubicados en la zona lacustre del Ex lago de Texcoco, en gran parte a la Ciudad de México y la Zona Metropolitana del Oriente, debido entre otros factores, a la incesante sobreexplotación de los recursos hidrológicos subterráneos y sus distintos acuíferos, a tal grado que ha sido necesario hacer modificaciones significativas en tanques y tuberías para contrarrestar tales efectos negativos por los hundimientos y poder seguir operando.

En cuanto a los fenómenos meteorológicos adversos, se contempló que sus efectos resultaban mínimos y no causaban daño a las instalaciones de la Terminal, por lo que se concluye que hasta el momento estos eventos no han sido significativos ni representan riesgo alguno.

3.3 Descripción del Proceso

La terminal dispone de ubicaciones técnicas y equipo para satisfacer la demanda de productos requeridos. Los procesos que se realizan en la TAD Añil (Fig. 3.2 diagrama de bloques) se describen a continuación:

Recibo de productos.

Esta operación se realiza con base a un procedimiento de recibo y medición que se encuentra en el Sistema de Aseguramiento de Calidad ISO 91-2.

El recibo de los productos petrolíferos se realiza por lotes, a través de dos poliductos, 8" y 12". Los poliductos provienen de la Terminal de Almacenamiento y Despacho Azcapotzalco.

El poliducto de 8" esta designado para recibir Diesel. Las Gasolinas Magna Y Premium se reciben por el poliducto de 12", aunque en ocasiones, la gasolina Magna se recibe también por el poliducto de 8".

Al final de cada poliducto se encuentra una trampa de diablos, cuya función es recibir los diablos que son enviados desde la TAD Azcapotzalco para la limpieza de los ductos. Estas trampas tienen la capacidad de recibir émbolos instrumentados, cuyo propósito es medir los espesores de los ductos. Los émbolos, son atrapados por los receptores de diablos. El fluido es enviado al paquete de medición donde se llevan a cabo las siguientes funciones:

Filtrado.

Se hace pasar el fluido por un filtro tipo canasta, para eliminar las partículas de mayor tamaño que pudieran contener los hidrocarburos, con finalidad de no dañar la instrumentación, ni tener lecturas incorrectas de medición. El poliducto de 8" cuenta con un filtro de operación y otro de relevo; el poliducto de 12", con un filtro y un BY PASS.

Medición de Flujo.

Se lleva a cabo con un medidor tipo "turbina", tiene una compensación por densidad y temperatura.

Control de presión.

La protección del sistema por alta presión, se encuentra integrado por una válvula de control de presión, la cual regula la presión para que el producto llegue al tanque de almacenamiento.

3.3.1 Almacenamiento.

Los productos petrolíferos manejados, son almacenados en 5 Tanques Verticales Atmosféricos con membrana flotante interna de aluminio, y un tanque destinado a almacenar el producto contaminado. (tabla 3.1)

Tanque	Producto que almacena	Capacidad nominal BLS	Bombas conectadas
Tanque TV-2	PEMEX Premium	55,000	BH-1, BH-2, y BH-R
Tanque TV-3	PEMEX Diesel	35,000	BV-5, BV-6, BH-3, BV-R y BH-R
Tanque TV-4	PEMEX Diesel	30,000	BV-5, BV-6, BH-3, BV-R y BH-R
Tanque TV-6	Producto que no cumple estándares	6,000	
Tanque TV-8	PEMEX Magna	55,000	BV-1, BV-2, BV-3, BV-4 y BV-R
Tanque TV-10	PEMEX Magna	55,000	BV-1, BV-2, BV-3, BV-4 y BV-R

Tabla 3. 1 Tabla de tanques de Almacenamiento TAR Añil
Fuente: *Elaboración propia con datos del ERA TAR Añil 2015-*

El almacenamiento de productos cuenta con un sistema de medición y control constituido básicamente por medidores de nivel, temperatura y sistema redundante de alarma (sonora y luminosa) Fig. 3.1, Tabla 3.2

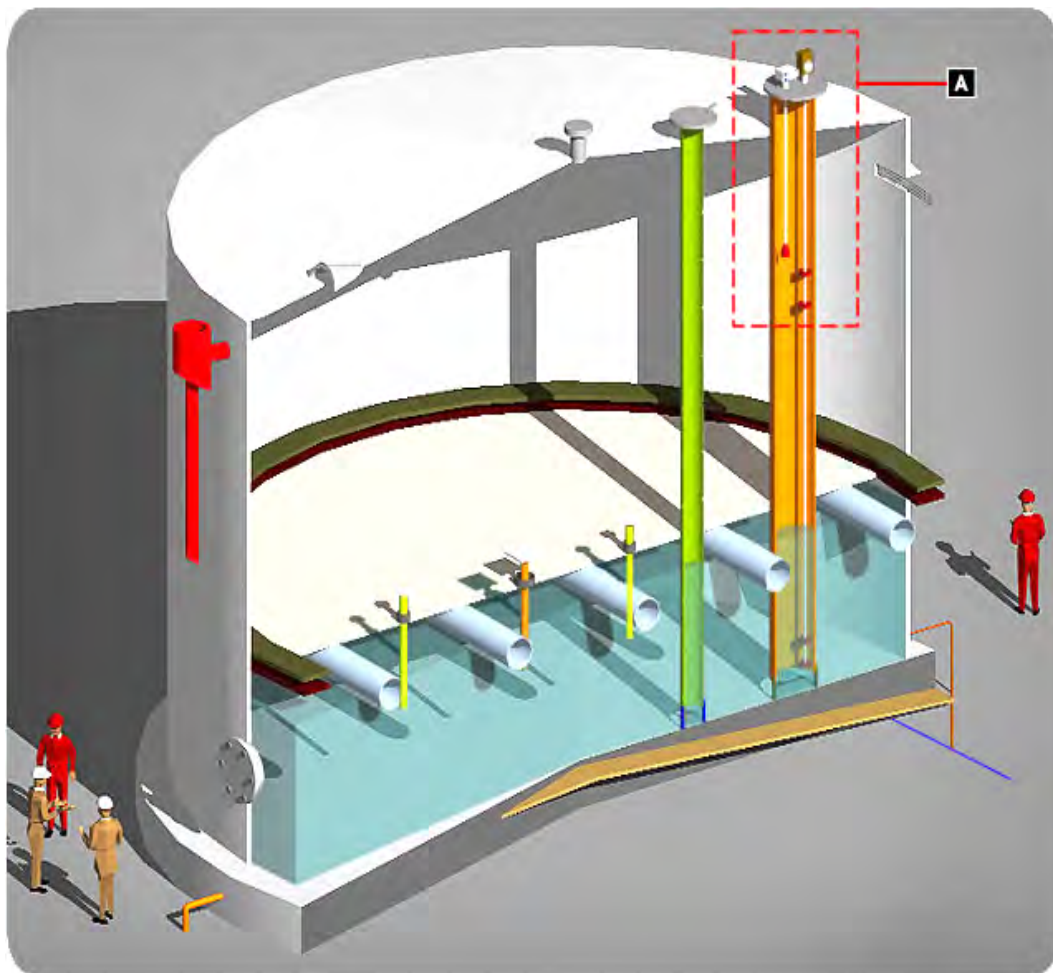


Figura 3. 1 Diagrama: Detalle del Equipo dentro de tubos

Fuente: (Subdirección de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Sistema de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Área de Sistemas de Medición y Automatización., 2011)

Etiqueta en el diagrama	Instrumento
A	Indicador de nivel y temperatura telemedición de tanques

Tabla 3. 2 Tabla: Detalle del equipo de tubos guías

Fuente: (Subdirección de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Sistema de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Área de Sistemas de Medición y Automatización., 2011)

Información primaria.

El Subsistema de Telemedición obtiene como información primaria los NIVELES de producto, agua y TEMPERATURA de producto de cada tanque de almacenamiento.

Para la operación de modo automático, esta información de niveles y temperaturas es enviada directamente hasta el Subsistema de Control Supervisorio.

El volumen natural y corregido a 20°C (de acuerdo al estándar actual ISO 91-2 de cada tanque de almacenamiento) se debe calcular en los servidores de aplicación, los valores de niveles de producto, agua y temperatura se desplegarán también en el monitor de la Unidad de Control Local (UCL) y en el indicador multipunto.

Este subsistema puede operar en modo local ya que cada uno de los tanques de almacenamiento de producto tiene un indicador local a pie de tanque para el despliegue de nivel de producto, nivel de agua y temperatura.

La UCL concentradora de la información de todos los tanques de almacenamiento debe calcular el volumen natural de producto en cada tanque de la siguiente forma:

- La UCL de tanques, contará con un monitor para el despliegue de gráficos de tanques de almacenamiento, de la misma forma que los descritos en las pantallas de tanques del subsistema de control supervisorio.
- Estos gráficos serán desarrollados por medio del software Interfase Hombre Máquina (siglas en inglés HMI) instalado en dicha UCL.

- La UCL calcula el volumen al natural y corregido a 20°C (ISO 91-2) de cada tanque de almacenamiento, de acuerdo a las tablas ingresadas en el sistema de control supervisorio de las cuales se replicarán automáticamente cada vez que sean actualizadas en el sistema de control supervisorio. La densidad a utilizar por la UCL será la ingresada en forma manual en el sistema de control supervisorio.

3.3.2 Estación de autoconsumo.

La TAR Añil cuenta con una Estación de autoconsumo. Esta Estación, tiene como función principal recibir y suministrar el combustible PEMEX Diésel a los autotanques que distribuyen el producto a las gasolineras propiedad de PEMEX. La Estación de autoconsumo se encuentra conformada por un dispensario totalmente automatizado, el cual es utilizado para el abastecimiento. La techumbre de la estación está construida con estructura de acero y lámina, soportado con columnas de concreto. El piso es de concreto hidráulico y cuenta con trincheras para captación de derrames, las cuales se conectan a una fosa de captación de drenaje aceitoso, las instalaciones en el área son a prueba de explosión. Esta estación se abastece de la línea del cabezal de PEMEX Diesel que va al área de llenaderas a través de una línea de 3" de Ø.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO AÑIL

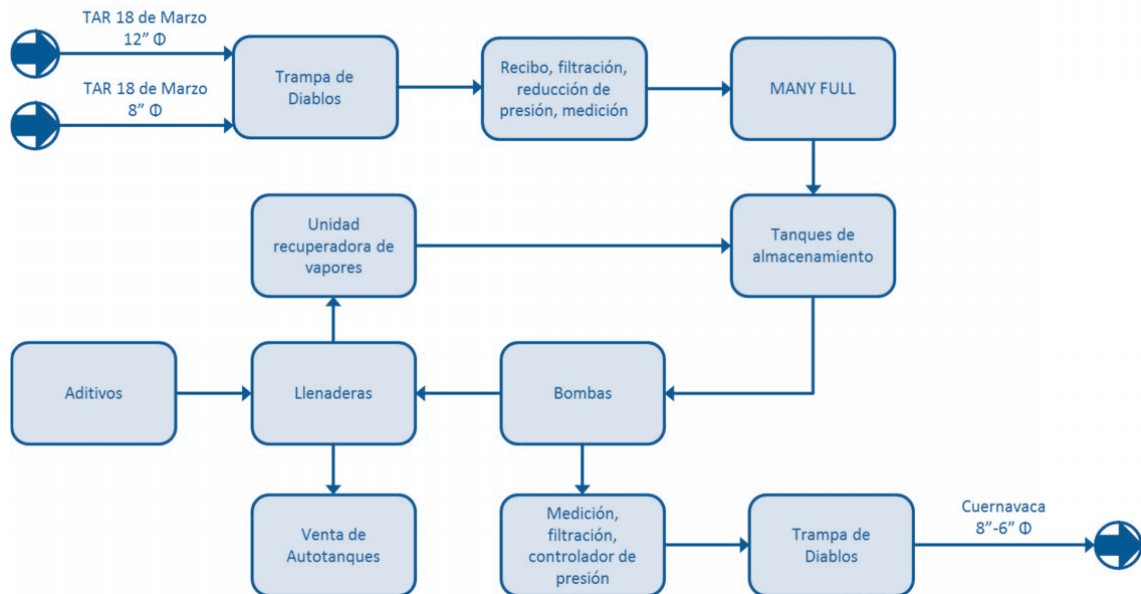


Figura 3. 2 Diagrama de Bloques de la Terminal de Almacenamiento y Reparto Añil
Fuente: (PEMEX REFINACIÓN, 2000)

3.3.3 Llenado de Autotanques A/T

El llenado de AT se lleva a cabo por medio de llenaderas de la TAR, la cual agrupa las posiciones de carga en islas de llenado, ubicadas en una nave dentro de la TAR.

Todas las posiciones de llenado cuentan con la instrumentación para la medición del producto y temperatura, así como para el control de la carga de producto, en lo que se denomina patín de medición el cual se conforma de válvula de bloqueo, filtro, medidor de flujo, Válvula Operada por Solenoides (VOS), sensor de temperatura, unidad de control local, monitor de prevención de sobrellenado y detector de conexión a tierra.

El equipo encargado de controlar la carga y registrar todas las variables del patín de medición en cada posición de llenado se denomina UCL o predeterminado de llenado (preset).

Todas las UCL's están conectadas en red Ethernet del SIMCOT. La interfase de comunicación para el intercambio de datos con los servidores de aplicación.

La UCL recibe un número de operación válido para la carga de producto, ya sea generado por SIMCOT o por medio de la interfase de comunicación con Sistema Integral de Información Comercial (SIIC)

Una vez iniciada la carga, la unidad de control local se encarga de registrar en tiempo real la información primaria de la operación, mostrando en su pantalla el volumen cargado al natural y el volumen restante de carga tomando en cuenta el volumen programado. También la información de la operación y los volúmenes de carga son mostrados en línea la carga se muestra en la HMI.

Una vez terminada la carga, la información operativa de la misma se almacena en la memoria de la UCL y se transmite a la base de datos históricos del SIMCOT para almacenarse como una operación terminada. Fig. 3.3, tabla 3.3.

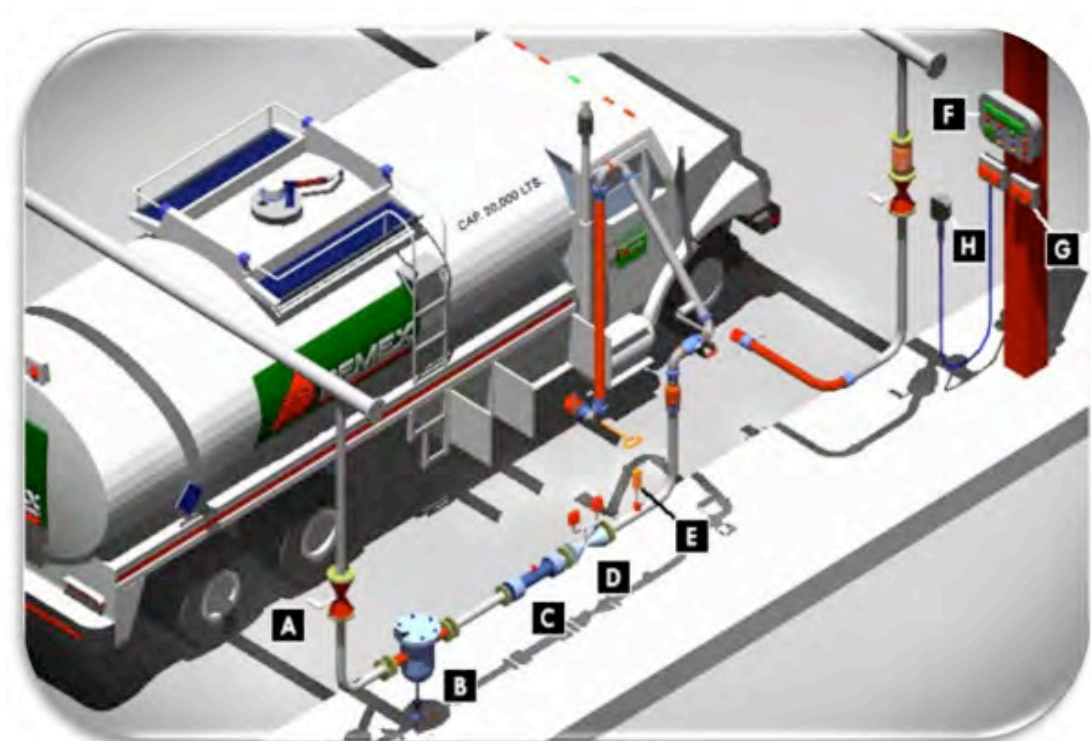


Figura 3. 3 Diagrama: ejemplo de posición llenado de autotanques

Fuente: (Subdirección de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Sistema de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Área de Sistemas de Medición y Automatización., 2011)

Etiqueta	Instrumento
A	Válvula de bloqueo
B	Filtro tipo canasta
C	Medidor de flujo (turbina)
D	Válvula electrohidráulica operada por solenoide VOS
E	Elemento de temperatura RTD
F	Unidad de Control Local
G	Monitor Óptico de Prevención de Sobrellenado
H	Detector de conexión a tierra.

Tabla 3.3 Tabla: ejemplo de posición llenado de autotanques

Fuente: (Subdirección de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Sistema de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Área de Sistemas de Medición y Automatización., 2011)

- **PEMEX PREMIUM**

El Tanque de Almacenamiento de Gasolina PEMEX Premium TV-2, esta conectado a un cabezal de succión, donde dos bombas de operación (BH-1 y BH-2) y una de relevo ((BH-R), localizadas en casa de bombas, succionan la gasolina y la envían a un cabezal común para la distribución a los A/T.

- **PEMEX Magna**

Los Tanques de Almacenamiento TV-8 y TV-10, están conectados a un cabezal de succión, en donde cuatro bombas en operación (B-1, BV-2, BV-3 y BV-4) y una de relevo (BV-R), localizada en casa de bombas, succionan la gasolina y la envían a un cabezal común, para la distribución.

- **PEMEX Diesel.**

Los tanques de almacenamiento TV-3 y TV-4, están conectados a un cabezal de succión, en donde las bombas de llenado de A/T, tres en operación (BV-5, BV-6, BH-3) y dos de relevo (BV-R y BH-R), localizados en casa de bombas succionan el destilado y lo envían a un cabezal común a disposición.

Tabla 3.4, Fig. 3.4

Etiqueta en el diagrama	Instrumento	Especificación
A	¹ Bomba	-
B	¹ Botonera a pie de bomba	-

Tabla 3.4 Tabla ejemplo de casa de bombas.

Fuente: (Subdirección de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Sistema de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Área de Sistemas de Medición y Automatización., 2011)

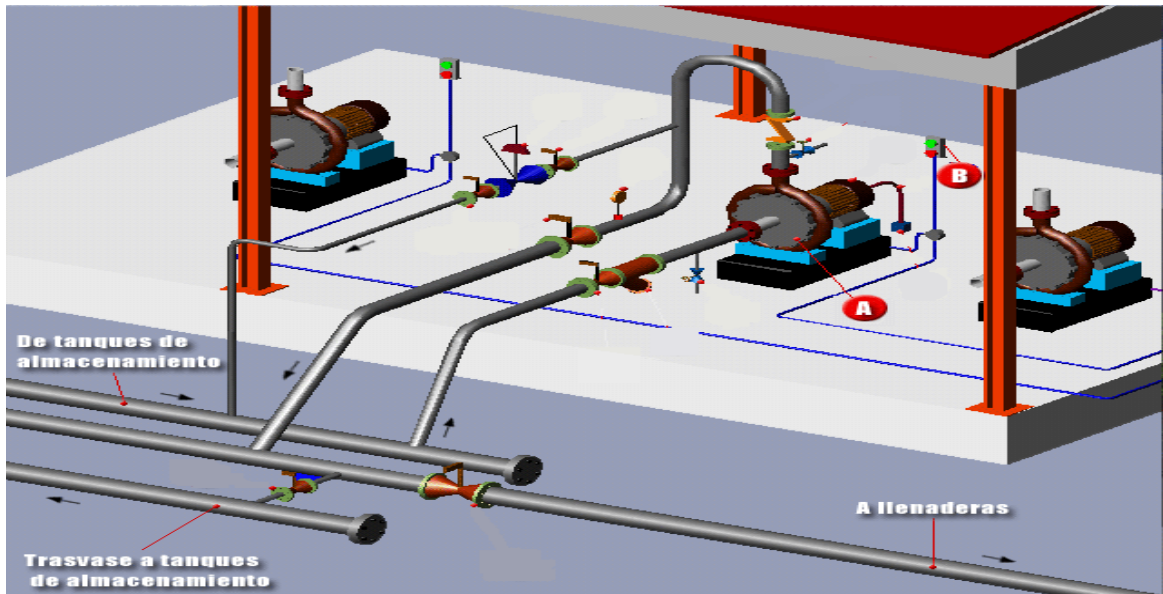


Figura 3. 4 Diagrama: ejemplo de casa de bombas..

Fuente: (Subdirección de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Sistema de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Área de Sistemas de Medición y Automatización., 2011)

3.3.4 Bombeo por carga y descarga.

Una vez que el autotanke haya cumplido con los requerimientos necesarios para iniciar una carga o descarga de producto y las validaciones previas hayan sido exitosas para realizar una CARGA AUTORIZADA, la UCL enviará la señal de requerimiento de bomba y considerando el equipo de bombeo existente en la TAR, se actuará de cualquiera de las dos formas que se mencionan a continuación.

- Si existe una bomba por posición de carga, la señal de requerimiento de bomba se enviará directamente de la UCL al arrancador estático de la misma, sin utilizar el Controlador de Planta.
- Si existe más de una bomba por posición de carga (cabezal común), la señal de requerimiento de bomba se enviará al Controlador de Planta, el cual a su vez se encargará de arrancar la bomba correspondiente, considerando el equilibrio de operación en horas de las bombas involucradas en el arreglo.

El sistema registrará en sus eventos el arranque y paro de las bombas y generará un reporte de “Horas de trabajo por bomba”, en donde se indicará el número de horas de servicio por cada bomba durante la fecha especificada del usuario.

Existen dos tipos de bombas de proceso, Bombas Verticales (BV) y Bombas Horizontales (BH). Tabla 3.5

Bombas	Especificación	Características	Posición que alimenta
BH-1 BH-2	Centrifuga, Horizontal. Producto: gasolina PEMEX Premium En operación.	Gasto: 400GPM Presión de descarga: 2.5 kg/cm ² . Potencia del motor: 25 HP. Horas de operación al mes: 468	17 y 18
BH-R BH-3	Centrifuga, Horizontal. Producto: gasolina PEMEX Diesel En operación	Gasto: 400GPM Presión de descarga: 2.5 kg/cm ² . Potencia del motor: 20 HP. Horas de operación al mes: 468	10 y 11
BV-1 BV-2 BV-3 BV-4 BV-R	Centrifuga, Vertical. Producto: gasolina PEMEX Magna. En operación	Gasto 600 GPM Presión de descarga: 3 kg/cm ² . Potencia del motor: 60 HP. Horas de operación al mes: 468	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12 y 13.
BV-5 BV-6	Centrifuga, Vertical. Producto: gasolina PEMEX Diesel En operación	Gasto 600 GPM Presión de descarga: 3 kg/cm ² . Potencia del motor: 60 HP. Horas de operación al mes: 468	10, 11, 14, 15 y 16,

Tabla 3. 5 Bombas Proceso especificaciones.

Fuente: Elaboración propia con datos del Especificación Técnico Funcional SIMCOT-III Rev. 1

3.4 SIMCOT

3.4.1 ANTECEDENTES

El Sistema Integral de Medición, Control y Operación en Terminales (SIMCOT), su proceso pertenece a la TAD que proporciona monitoreo control y administración de todo el proceso de manejo del producto, es una solución integral, modular, abierta y escalable, que garantiza la operación segura y estable, administración óptima y maximización del beneficio de la terminal, así como reducción de costos de producción, tiene como finalidad un control sobre las variables de recibo, almacenamiento y distribución de los productos, manteniendo así rangos de operación óptimas y ventanas operativas deseadas. Se encuentra conformada por una serie de subsistemas de medición y control para la automatización de las operaciones de una Terminal de Almacenamiento y Despacho (TAD). En donde se busca facilitar el control de las Operación en cada una de las Terminales.

Todos los subsistemas están integrados entre si para operaciones eficientes. Tabla 3.6

Subsistema	Función
Telemedición de tanques de almacenamiento	Controlar la medición de producto en el almacenamiento en tanques a partir de las variables de nivel de producto, nivel de agua y temperatura.
Carga de producto	Medir y controlar las operaciones de carga de producto en la TAR realizadas por autotanque y carrotanque.
Descarga de producto	Medir y controlar las operaciones de descarga de producto en la TAR realizadas por autotanque y carrotanque.
Bombeo	Controlar el arranque y paro en modo automático del equipo de bombeo de producto, administrando equilibradamente su operación.
Válvulas Operadas Eléctricamente	Controlar la operación remota de las válvulas operadas eléctricamente.
Control de acceso vehicular	Controlar y registrar el acceso y salida de los vehículos en la TAR.
Control de planta	Recibir las señales de equipos e instrumentos instalados en campo para su interpretación de acuerdo a la lógica establecida y envío al sistema de control supervisorio.
Control supervisorio	Representar gráficamente y controlar las operaciones de todos los Subsistemas del SIMCOT, almacenando la información operativa y proporcionando las consultas y reportes requeridos.
Respaldo de energía	Proporcionar la energía de respaldo para el funcionamiento del SIMCOT en caso de interrupción de la energía eléctrica principal.

Tabla 3. 6 Tabla Subsistemas Básicos

Fuente: (Integradores de Tecnología, 2013)

El SIMCOT es un sistema de control (no de control distribuido) basado en la captura de señales de instrumentos y equipos localizados en campo con servidores de aplicación y datos (en el cual reside el software de control supervisorio) para llevar a cabo la Interfase Hombre Maquina HMI, guardando los datos mas relevantes en un servidor de datos redundante.

El SIMCOT después de su instalación en los años 80's en la TAD Añil, se mantuvo sin actualización hasta el año 1997, y la ultima realizada en el año 2013. En donde su actualización fue en la arquitectura, hardware, software, especificaciones técnicas de equipos e instrumentos, para la puesta de operación, documentación y capacitación al personal y entrega de equipos al entonces Subdirección de Almacenamiento y Reparto de Pemex Refinación (Ahora Logística).

3.4.2 Subsistemas SIMCOT

La medición del activo en la TAD es la esencia del SIMCOT, pero existen subsistemas que no están asociados a la medición, necesarios para el adecuado control de las operaciones en el centro de trabajo.

Lista de subsistemas básicos para cumplir con la filosofía de operación del SIMCOT:

Subsistemas básicos:

A su vez tiene también interfaces de comunicación con los siguientes sistemas y subsistemas que fortalecen el control de operaciones pero que no son parte indispensable para la filosofía de control del SIMCOT. Tabla 3.7

Subsistema	Función
SICCI Sistema Integral de Control Contraincendios (Interfase SIMCOT-SICCI)	Prevenir y en su caso atacar oportunamente cualquier siniestro por fuego a través el monitoreo mediante detectores y alarmas sectoriales.
Subsistema de Monitoreo de Poliducto (Interfase SIMCOT- Sistema de medición de poliducto)	Monitorear el recibo y envío de producto por poliducto a través de la interfase con el Sistema de Control Supervisorio de Poliducto previamente instalado y operando en la TAR.

Tabla 3. 7 Tabla Sistemas y Subsistemas de Valor Agregado

Fuente: (Integradores de Tecnología, 2013)

3.5 Objetivos SIMCOT

Los objetivos del SIMCOT en las Terminales de Almacenamiento y Despacho son:

1. Medir eficientemente el movimiento de productos manejados en la TAD.
2. Realizar las transacciones de medición de volumen de productos y control de operaciones en la TAD.
3. Monitorear y controlar las condiciones de operación y seguridad del movimiento de productos de la TAD en tiempo real.

4. Contar con equipo e instrumentos de mejor calidad y tecnología de punta para la transferencia de custodia de productos destilados del petróleo.
5. Registrar las transacciones operativas de las TAD's en una base de datos eficiente, segura y confiable que pueda servir de insumos a los portales operativos del Intranet.
6. Generar la documentación oficial en línea para la transferencia de custodia del producto.
7. Elaborar en forma automática el reporte de balance de productos manejados en la TAD al natural y corregidos por temperatura a 20°C.
8. Garantizar la integridad y seguridad del personal y las instalaciones de estos centros de trabajo, por medio de la oportuna detección y en su caso detección de fuego a través del Sistema de Seguridad y Contra Incendio.
9. Realizar el paro ordenado de la operación de la TAD, a través de la implementación del Paro de Emergencia Automático entre los sistemas SIMCOT y el de Seguridad Contra incendios, así como aviso prioritario de "Paro de Emergencia" al Sistema de Poliducto.
10. Transferir y obtener información hacia y desde el sistema SCADA de Ductos Local y Sistemas centralizados de nivel gerencial para efectos de monitoreo y consulta de información.
11. Apoyar permanentemente al combate al mercado ilícito de combustibles a través de la notificación en línea y registro en base de datos de las alarmas operativas y de seguridad que puedan prevenir actos ilícitos.

3.6 Arquitectura General del SIMCOT

Arquitectura general

Los subsistemas del Sistema Integral de Medición, Control y Operación en Terminales de Almacenamiento y Despacho (SIMCOT), se integran a través de una red de comunicaciones de niveles de automatización.

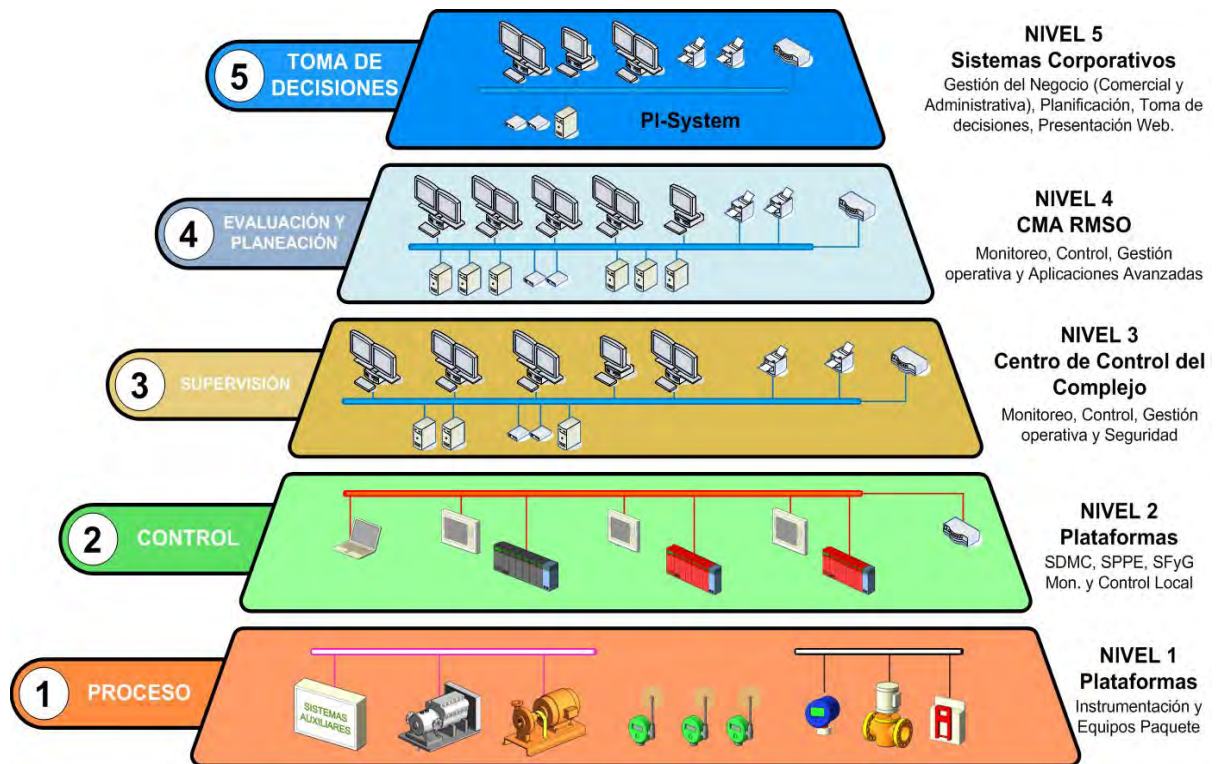


Figura 3. 5 Ilustración Pirámide Automatización Aplicada a SIMCOT

Fuente: (Integradores de Tecnología, 2013)

El SIMCOT está diseñado para automatizar y controlar los procesos de medición en el recibo, almacenamiento y distribución de los productos de la Terminal, considerando a su vez los diversos subsistemas auxiliares necesarios para apoyar las funciones operativas y de seguridad de la TAD.

En el diagrama 3.5 se observa la arquitectura general del SIMCOT, la cual tiene cuatro niveles de arquitectura, los tres primeros niveles son físicos y se ubican en las instalaciones de la Terminal; el cuarto nivel es un nivel lógico y corresponde a la interconectividad del SIMCOT para el recibo/envío de información a través de la red de Intranet de Pemex.

La comunicación de los instrumentos y equipos de campo hacia el Servidor de aplicación puede ser a través de lazos de comunicación hacia Unidades de Control Local (UCL's).

La transferencia de información de los equipos de nivel 1 y 2 hacia los servidores se realiza a través de protocolos de comunicación OPC o MODBUS.

Diagrama 3.6 de arquitectura general.

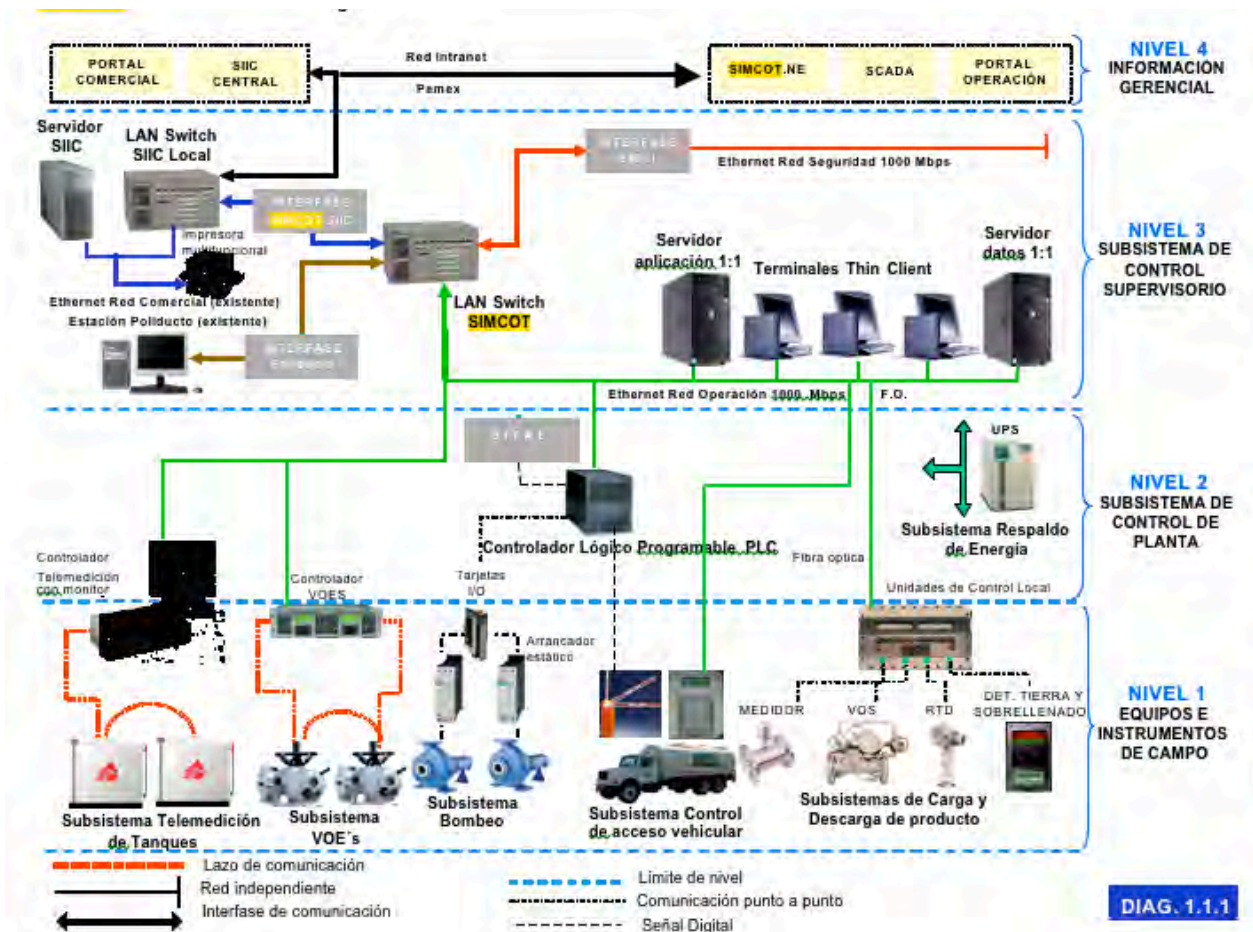


Figura 3.6 Arquitectura General SIMCOT

Fuente: (Integradores de Tecnología, 2013)

3.7 Niveles de arquitectura

Los niveles de Arquitectura del SIMCOT tiene cuatro Niveles de Operación, que se describen a continuación:

NIVEL 1

El nivel 1 esta conformado por todos los instrumentos, equipos y Unidades de Control Local que se desempeñan como elementos primarios en la arquitectura del sistema. Las señales son adquiridas directamente de campo. Sus señales son enviadas a los siguientes niveles (2 y 3) de la arquitectura del sistema.

NIVEL 2

El Nivel 2 esta conformado por un PLC y el subsistema de respaldo de energía, en este nivel se adquieren las señales provenientes del Nivel 1 del control de accesos, bombas de proceso y dependiendo del tipo de subsistema de telemedición se envían señales al Sistema Inalámbrico del Transmisión de Alarmas. La función de este nivel es adquirir e interpretar algunas señales provenientes del Nivel 1 para procesarlas de acuerdo a una lógica programada.

Nivel 3.

El nivel 3 corresponde al Subsistema de Control Supervisorio y esta conformado por las redes de comunicación Ethernet, las cuales son las de operación y la de seguridad, así como los equipos de computo, periféricos e interfaces con otros subsistemas. En este nivel se adquieren señales del Nivel 1 y 2. La función de este nivel es llevar a cabo la supervisión y el control automático de las operaciones de la TAR a través de la Interfase Hombre-Maquina (HMI)

Nivel 4

El Nivel 4 corresponde a la Interfase de comunicación para el intercambio de información a nivel central con otros Sistemas de Información a través de la red Intranet de PEMEX. En este nivel se comparte la información almacenada en el Nivel 3 al SIIC, SCADA- DUCTOS, SAP/R3, y otras aplicaciones a través de interfaces abiertas para compartir información con sistemas de información existentes en PEMEX para la toma de decisiones. La función de este Nivel es de servir como insumo de información de otros sistemas de tipo Gerencial y proporcionar el acceso e información operativa en forma remota para efectos de monitoreo, consulta de información y soporte técnico.

3.8 Modos de Operación del SIMCOT.

Existen dos procedimientos de operación del SIMCOT los cuales dependen directamente de la comunicación entre los diversos niveles de la arquitectura del sistema.

Si existe comunicación entre todos los subsistemas del SIMCOT, desde los instrumentos de campo hasta el subsistema de control supervisorio el modo de operación es automático.

Si no hay comunicación entre el nivel 1 y el nivel 2, entonces el modo de operación es local.

3.8.1 Modo de Operación Automático.

Es el modo normal de operación del SIMCOT, en donde todas las operaciones de la TAR incluidas en el SIMCOT son controladas por el sistema ya que existe comunicación entre todos los niveles de la arquitectura.

Este nivel considera el funcionamiento del Subsistema de Control Supervisorio (SCADA) a través del cual se controlan las operaciones de la TAR.

Debido a la importancia de adquisición y transferencia de información, los servidores de aplicación y datos deben ser redundantes y configurados bajo "Hot Backup" (en español copia de seguridad activa: punto de recuperación tomado en tiempo real sin interrumpir el funcionamiento del equipo) bajo una configuración de disco tipo "shawdowing"(Copia que se registró en la Base de Datos original hasta el último detalle. Inserciones, borrados y actualizaciones realizados en la Base de Datos original están reflejados en la copia Shawdow localizado en la misma computadora). El arreglo de los discos debe considerar la detección y no replicación de errores al disco secundario, mediante el arreglo (RAID 1 siglas de Redundatn Array of Independent Disks, donde se crea copias exactas o espejo de un conjunto de datos en dos o más discos), conveniente para mantener la información actualizada y disponible, deberá implementarse como parte del arreglo la validación de errores y que estos no repliquen en el disco (S) espejo, ya que puede ocasionar una falla generalizada en el conjunto de discos (redundantes), para ello en caso de detectarse un error, el arreglo

será capaz de mantener la funcionalidad de los equipos y la integridad de las operaciones.

La redundancia de los servidores tanto de aplicación como de datos debe realizarse mediante un segundo Servidor independiente con las mismas características que el Servidor Primario. La aplicación de datos deberán tener la facultad de continuar con su operación normal en caso de que uno de los procesadores de cualquier servidor dejara de funcionar, razón por la cual ambos equipos deben de trabajar simultáneamente, no obstante uno de ellos estará funcionando completo mientras el otro esta en modo “standby” esperando convertirse en primario. El servidor de datos redundante actualiza la base de datos del sistema simultáneamente en ambos discos de almacenamiento.

En dado caso que alguno de los servidores no este disponible, las actualizaciones deben ser almacenadas localmente en el disco principal y se enviaran al secundario cuando se restablezca su operación normal.

Puede existir un cambio automático del servidor primario al secundario si se dan alguna de las siguientes circunstancias:

- ✚ **Fallo del servidor primario.** Cualquier falla del servidor primario que cause pérdida de la funcionalidad provoca el cambio automático al servidor que se encuentra en espera; esto aplica tanto al servidor de la aplicación como el servidor de datos.
- ✚ **Fallo de programas.** Todas las funciones críticas de la aplicación son monitoreadas continuamente, si se detecta que alguna función se ha parado o ha llegado a un estado de espera o no responde a mensajes válidos que le han sido enviados, el cambio de servidores ocurre automáticamente.
- ✚ **Fallo Manual.** Ocurrirá un cambio automático de servidor cuando se decida apagar deliberada y manualmente en cualquier momento el servidor primario. Esto puede ocurrir en situaciones donde uno de los servidores sea requerido por razones de mantenimiento; antes de complementarse la función “failover” (modo de funcionamiento de respaldo en el que las funciones de un sistema son asumidos por el

sistema secundario cuando el componente principal no está disponible, ya sea debido a falla o por el tiempo de inactividad programado) de forma manual, el sistema desplegará una ventana, en donde se condicionará al usuario registrar con texto breve, la causa que propicia el cambio y a su vez se registrará como un evento en el módulo propio del sistema; la funcionalidad de “Failover” no estará disponible en las estaciones de trabajo de los operadores.

3.8.2 Modo de Operación Local.

Cuando se pierde la comunicación entre el Nivel 1 y el Nivel 3, es cuando entra este modo de operación, generalmente las Unidades de Control Local por alguna razón no envían la información hacia el servidor primario. En este caso se lleva a cabo localmente mediante los instrumentos de campo apoyados en las UCL para los subsistemas de carga y descarga de producto. Una vez que se restablezca la comunicación con el servidor primario, la información de las operaciones realizadas en modo local en las UCL's se transferirán hacia el servidor primario de manera automática.

En este modo de operación, el Subsistema de medición de taques obtiene el nivel del producto, nivel de agua y temperatura promedio a través de la UCL de telemedición, Indicador Multipunto y el indicador local de los transmisores ubicados en los tanques de almacenamiento.

Las válvulas con actuador eléctrico, serán operadas mediante su UCL (estación maestra de válvulas).

3.9 Arquitectura Interfase SIMCOT- SIIC

EL objetivo de esta Interfase de comunicación es llevar a cabo la documentación en línea: facturación y notas de embarque de los productos de la TAR, así como el registro en línea en la base de datos del SIIC (Sistema Integral de Información Comercial) de las transacciones derivadas de la entrega y recibo de productos (balance).

La información que se comparte en esta interfase es la siguiente:

Del SIIC al SIMCOT

- Orden de carga/ descarga de producto.
- Cancelación de ordenes de carga/ descarga.

Del SIMCOT al SIIC

- Confirmación de carga/ descarga de producto.
- Confirmación de cancelación de ordenes de carga/ descarga
- Movimiento de producto a poliducto
- Traslado entre tanques de almacenamiento
- Volúmenes en tanques de almacenamiento

En caso de que por alguna razón técnica y/o la comunicación se vea interrumpida por alguna causa, que impidiera obtener de su origen la información propia de la interfase con el SIIC, el SIMCOT contará con pantallas de captura protegidas con password para poder realizar el registro manual por excepción de los datos que permitan mantener la información consolidada del recibo, existencias y salidas, teniéndose como objetivo la emisión del balance de productos a 20°C en el SIMCOT.

3.10 Arquitectura Interfase SIMCOT- POLIDUCTO

El objetivo de esta interfase de comunicación es el monitoreo de las condiciones de operación y medición del área de poliducto en donde se ha instalado previamente un sistema de medición con control supervisorio independiente al SIMCOT.

La interfase de comunicación para la adquisición de datos reside en los servidores de aplicación.

La información que se obtiene de esta interfase es la siguiente:

De estación de trabajo a SIMCOT:

- o Estados (abierto o cerrado) de válvulas operadas eléctricamente de los ductos en la entrada, peine de distribución y patín de medición, así como porcentaje de apertura o cierre de válvulas electro-neumáticas de control.
- o Información de lotificación
- o Estado y presión diferencial de filtros

- Estado y probador y válvulas asociadas
- Producto recibiendo/enviando.

De computadores de flujo a SIMCOT con una frecuencia de 2 segundos y cada vez que ocurra un evento de fin de lote:

- Hora, temperatura, presión, densidad, flujo, volumen natural, volumen corregido a 20^aC, factor de medición, número de lote, nombre de producto, medidor, K factor del medidor, temperatura de referencia.

No se contempla la realización o recepción de comandos remotos a equipos de campo por medio de esta interfase. Esta interfase únicamente contempla el monitoreo de las condiciones de las áreas de Poliducto.

En caso de que por alguna razón técnica y/o la comunicación se vea interrumpida por alguna causa, el SIMCOT contará con pantallas propias de la captura protegidas con password y el nivel usuario (captura con la clave de Jefe de Operación y autorización del Superintendente) para poder realizar el registro manual por excepción de los datos que permitían mantener la información consolidada, teniendo como objetivo el balance diario a 20^aC con información real de las Bases de Datos, los registros capturados deben de tener un identificador.

3.11 Arquitectura Interfase SIMCOT- SICCI

El objetivo de esta interfase de comunicación es intercambiar información de las condiciones operativas y de seguridad de la TAR entre SIMCOT y SICCI (Sistema Integral de Control Contra incendios), así como para notificar el PARO DE EMERGENCIA desde cualquiera de los dos sistemas. Para el intercambio de información se denomina interfase SIMCOT-SICCI.

La información que se comparte en esta interfase es la siguiente:

Del SICOT al SICCI

- Información de niveles de tanques
- Alarmas de operación del SIMCOT
- Notificación de paro de emergencia

Del SICCI al SIMCOT

- Alarmas de seguridad del SICCI

- Solicitud de Paro de Emergencia

EL SICCI tiene como objetivo fundamental respaldar las actividades operativas que se desarrollan en la Terminal.

3.12 Interfase de Comunicación SIMCOT-SIIC

El SIMCOT tiene una interfase de comunicación con el sistema administrativo de la Terminal SIIC (Sistema Integral de Información Comercial), misma que tiene como objeto establecer el medio para enviar y recibir transacciones de cada entidad.

SIIC envía las peticiones de carga y descarga de producto al SIMCOT generando ordenes de carga y descarga; SIMCOT a su vez recibe dichos registros y después de procesarlos envía las transacciones terminadas a SIIC para la impresión de documentos oficiales que amparan la salida del producto de la Terminal.

SIMCOT envía también diversas operaciones realizadas en campo a SIIC, tales como los volúmenes de tanques, transferencia entre tanques y movimiento de poliductos, mismos que SIIC utiliza para la generación en automático del balance de productos.

Capítulo IV. Análisis de Criticidad en TAD Añil.

Capítulo 4. Análisis de Criticidad en TAD Añil

En el presente capítulo se definirá Criticidad, y SAP PM. Se presentan el análisis de criticidad obtenido de órdenes de trabajo

4.1 Criticidad

Para identificar los Equipos Críticos, consideran los riesgos que pudieran presentarse en los sistemas, maquinarias, equipos, instalaciones o componentes cuya falla resultaría o contribuiría a una liberación de energía (por ejemplo, fuego o explosión, etc.) capaz de originar una exposición al personal a una cantidad suficiente de sustancias peligrosas, lo cual resultarían en una lesión, un daño irreversible a la salud o la muerte, así como un daño significativo a las instalaciones, impacto al ambiente, pérdida de producción y daños en al instalación.

La Criticidad tiene por objetivo Jerarquizar sistemas, instalaciones y/o equipos, en función de las consecuencias globales derivadas de la frecuencia de las fallas que han ocurrido en los sistemas, instalaciones o equipos en función del tiempo, para direccionar los esfuerzos y recursos, con enfoque a mejorar la Confiabilidad Operacional y rentabilidad del negocio de acuerdo a la realidad actual.

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de falla. Fig. 4.1



Figura 4. 1 Matriz de Criticidad

Fuente: (Petróleos Mexicanos Aprendizaje Virtual) Pag 7

Se requiere la siguiente información:

- Relación de las instalaciones (tipo de instalación)
- Relación de sistema y equipo por instalación (se refiere a diferentes tipos de sistemas y equipos)
- Ubicación (área geográfica, región, localización) y servicio
- Filosofía de Operación de la instalación y equipo
- Diagramas de Flujo de Proceso (DFP)
- Registros disponibles de eventos no deseados o fallas funcionales.
- Frecuencia de ocurrencia de los eventos no deseados o las fallas consideradas en el análisis.
- Registros de los impactos en producción (% pérdida de producción debido a la falla del elemento, equipo, sistema o instalación en estudio, producción diferida y costos relacionados).
- Registros de los impactos en la seguridad de los procesos.

Procedimiento

La Criticidad se determina cuantitativamente:

Probabilidad o Frecuencia de Ocurrencia de una Falla x la Suma de las consecuencias de la misma.

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia.}$$

Estableciendo riesgos de valores para homologar criterios de evaluación.

1. Se define los niveles en donde se efectuará el análisis:
2. Para cada equipo puede existir mas de un modo de falla, el mas representativo será el de mayor impacto en el proceso o sistema. La frecuencia de ocurrencia del evento se determina por el número de eventos por año. La estimación de la frecuencia de falla se realiza utilizando criterios y rangos preestablecidos.

Se utiliza el Tiempo Promedio entre Fallas (TPEF) Tabla 4.1 o la frecuencia de falla en numero de eventos por año, si no se cuenta con la información se utiliza base de datos genéricos (PARLOC- Pipeline and Riser Loss of Containment, OREDA-Offshore Reliability Data)., etc.) o en la opinión de expertos.

Categoría	Tiempo promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	$TPEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq TPEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq TPEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq TPEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	$TPEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es poco probable que ocurran en 1000 años.

Tabla 4.1 Tabla Categoría de las Frecuencias de Ocurrencia

Fuente: (Petróleos Mexicanos Aprendizaje Virtual)

Se emplean 5 criterios para la estimación de las consecuencias o impactos de la falla y rangos preestablecidos:

- Daños al personal
- Impacto a la población y al ambiente están categorizados considerando los criterios con la tabla categoría de impactos. Tabla 4.2

Los impactos en la Producción (IP) cuantifican las consecuencias de los eventos no deseados que generan sobre el negocio. Esto se evalúa considerando los siguientes factores: Tiempo Promedio para Reparar (TPPR), Producción Diferida Costos de Producción (aceite y gas).

Los Daños de las Instalaciones (DI) se evalúan considerando los siguientes factores:

- Equipos Afectados
- Costos de Reparación
- Costos de Reposición de Equipos.

$$DI = (\text{Costos de Reparación} + \text{Costo de Reparación de Equipos})$$

El valor resultante permitirá categorizar el DI de acuerdo con los criterios de la tabla de Categoría de Impactos Tabla 4.2

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños o enfermedades en al menos un miembro de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violan regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada.	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población	Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones.	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

Tabla 4. 2 Tabla Categoría de Impactos

Fuente: (Petróleos Mexicanos Aprendizaje Virtual)

3. Para determinar el nivel de criticidad de una instalación, sistema, equipo o elemento se debe de emplear la fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia}$$

Para las variables se utilizan los valores preestablecidos como categorías de las tablas Categoría de la Frecuencia de Ocurrencia y Categoría de los Impactos.

Una vez obtenido el valor de la criticidad, se busca en la matriz de criticidad diseñada para Pemex Exploración Producción (PEP), para determinar el nivel de criticidad de acuerdo con los valores y la jerarquización establecidos.

4. Los resultados obtenidos deberán ser analizados a fin de definir acciones para minimizar los impactos asociados a los modos de falla identificados que causan la falla funcional.

Este análisis final permitirá validar los resultados obtenidos, a fin de detectar cualquier posible desviación que amerite la reevaluación de la criticidad

5. Se define el nivel de análisis: El resultado obtenido de la frecuencia de ocurrencia por el impacto permite “jerarquizar” los problemas, componentes, equipos, sistemas o procesos, basado en la criticidad. El cual es el objetivo de la aplicación de la metodología.

La valoración del nivel de la criticidad y la identificación de los activos mas críticos permitirá orientar los recursos y esfuerzos a las áreas que mas lo ameriten, así como gerenciar las acciones de mitigación del riesgo en elementos subsistemas, considerando su impacto de proceso.

6. Determinar la criticidad: Permite completar la metodología, sin formar parte de la misma. Cuando en la evaluación de un activo se obtiene frecuencia de ocurrencias altas, las acciones recomendadas para llevar la criticidad de un valor mas tolerable deben orientarse a reducir la frecuencia de ocurrencia del evento. Si el valor de la criticidad se debe a valores altos en alguna de las categoría de las consecuencias, las acciones deben de orientarse a mitigar los impactos que el evento (modo de falla o falla funcional) puede generar.

Dentro de las acciones o actividades que se recomiendan se pueden aplicar otras metodologías de Confiabilidad con el objeto de:

- Identificar las causas raíz de los eventos deseados y recomendar acciones que las eliminen mediante el Análisis Causa Raíz.
- Mitigar los efectos y consecuencias de los modos de falla y frecuencia de las fallas por medio de las aplicaciones de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) e Inspección Basada en Riesgo (IBR).
- Complementar y/o validar los resultados mediante análisis Reliability, Availability, Maintainability y Security (confiabilidad, disponibilidad, Mantenibilidad y seguridad RAMS o RAM) RAM.

7. Después de la selección de las acciones de mejora en las frecuencias de ocurrencia de los eventos y mitigación de impactos se debe crear y establecer en Seguimiento y Control, para garantizar el monitoreo de la ejecución de las acciones seleccionadas y el cumplimiento de las recomendaciones consecuentes de Análisis de Criticidad (AC).

Los objetivos del Seguimiento y Control son:

- Asegurar la continuidad en el tiempo de la aplicación de los planes de acción resultantes de la aplicación de la Metodología Análisis de Criticidad.
- Promover la cultura del dato en todos los niveles de la empresa.
- Monitorear los cambios o mejoras que pueden derivarse de la aplicación de las acciones generadas como resultados de los análisis para determinar se requiere de un nuevo análisis.

8. Se debe de crear un expediente con registros y documentos resultantes de la aplicación de las Análisis de Criticidad realizados a las instalaciones, sistemas, equipos y elementos. Para el caso de los equipos, instalaciones, ductos, los resultados obtenidos del análisis deberán registrarse en PM-SAP empleando la Creación o Modificación de Equipos en el Módulo de Mantenimiento de SAP.

4.2 Módulo Mantenimiento de Planta SAP

S A P (siglas en inglés Systems, Applications and Products in Data Processing
General

SAP AG, es una empresa alemana con mas de 30 años de experiencia y ofrece una serie de productos para una amplia variedad de empresas y distintas soluciones de negocio para empresas de diversos tamaños.

Actualmente cuenta con más de 36,000 clientes en el mundo y es la compañía de software de negocio más grande a nivel mundial teniendo presencia en mas de 120 países.

SAP es un “software”, es decir, un sistema desarrollado por la compañía SAP AG y comercializado en México por la compañía SAP México S.A. de C.V.

SAP R/3 es una solución de negocio implementada en Pemex Corporativo desde febrero de 1997, sustituyendo a los Sistemas Institucionales de aquella época (SIC Sistema Institucional de Contabilidad, SICEP, Sistema Institucional de Control del Ejercicio Presupuestal, SIPAT Sistema Institucional de Pago a terceros), entre otros.

ERP: SAP R/3 es un sistema tipo ERP (Enterprise Resource Planning) que procesa datos en tiempo real y los graba en una base de datos central, para que la empresa pueda acceder con rapidez a su información y así alcanzar un elevado nivel de control, transparencia y eficacia. (Gerencia de Soporte Y Operación Financiera, 2006)

SAP R/3 tiene como objetivo la integración de la información de los diversos procesos de negocio en la empresa y el registro de operaciones a nivel de origen, de manera que las diversas operaciones de la empresa están relacionadas y son afectadas o afectan a otras funciones siguiendo un modelo de procesos integral.

En el grupo PEMEX se han implementado, según sus necesidades, algunos componentes y soluciones de SAP en los organismos:

Pemex Corporativo

Pemex Exploración y Producción

Pemex Refinación, Pemex Gas y Petroquímica Básica (Ahora Pemex Logística)

El sistema SAP esta compuesto por módulos que interactúan para la coordinación y el control interno de las operaciones o procesos de cualquier organización en forma automática y en línea, en una plataforma funcional completa de procesos empresariales, con una base de datos de alta disponibilidad, única, habilitada para disponer de manera confiable y eficiente del registro, proceso y consolidación de datos en tiempo real en el origen de las actividades de negocio.

Este sistema contiene la información necesaria para trabajar con dicha aplicación, que funciona en una estructura modular, es decir, se compone de varias partes que tienen funciones de negocio diferente, pero que obtienen los datos necesarios en un servidor central.

El Módulo Mantenimiento de Planta PM del sistema R/3 de SAP, soporta la administración y función de mantenimiento con una visión integral. La información que se almacena por un usuario a través de un módulo en una sola ocasión, inmediatamente esta disponible para ser utilizada por otro módulo o usuario.

En el sistema existen dos tipos de datos:

- Datos maestros
- Datos transaccionales

Los Datos maestros incluyen información detallada de un equipo, ubicación técnica, lista de materiales, puestos de trabajo, etc., por ejemplo equipo montado, Tabla 4.3. Los datos maestros normalmente no cambian. Los Datos transaccionales están asociados con un evento de negocio específico, como puede ser la creación de un aviso de avería. Un ejemplo de un dato maestro puede ser la característica de un equipo y un ejemplo de datos transaccionales puede ser la creación de una orden de mantenimiento preventivo.

Ambas clases de datos están guardados en el sistema de manera jerárquica, permitiendo reportar la información en diferentes formatos a los distintos niveles jerárquicos del Organismo. Figura 4.2

Adicionalmente, cada tarea que se realiza en el sistema se conoce como transacción, así, una actividad de negocio está compuesta por una o más transacciones de SAP.

Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura			
Ubic.téc.	REF-TER-TAR-TANIL-SCMED-SISCONTMED	Válido de	14.01.2016
Denominación	SIMCOT		
REF-TER-TAR-TANIL-SCMED-SISCONTMED	SIMCOT		
50000003248	SIMCOT		
• 50000010090	ALARMAS SECTORIALES TAR		
• 50000030923	UPS 01 TORRE DE CONTROL		
• 50000030924	UPS 02 SITE		
• 50000031871	PANEL DE CONTROL ESTACION MAESTRA		
• 50000031872	PANEL DE CONTROL ESTACION SUBMAESTRA		
• 50000031873	PLC TORRE DE CONTROL		
• 50000031874	PLC CASA DE BOMBAS		
• 50000044072	IMPRESORA 01 TORRE DE CONTROL		
• 50000044074	ALARMAS VISUALES		
50000093197	SICCI		
50000093216	ITP DEL SISTEMA TRIM'S		
• 50000093275	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 10 MAGNA		
• 50000093284	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 08 MAGNA		
• 50000093300	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 06 CONTAMINADO		
• 50000093309	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 04 DIESEL		
• 50000093327	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 03 DIESEL		
• 50000093357	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 02 PREMIUM		
• 50000133145	COMPRESOR C-1 SICCI		
• 50000133146	COMPRESOR C-2 SICCI		

Figura 4. 2 Posiciones SIMCOT
(SAP ERP, 2016)

Equipo Montado en SAP SIMCOT

REF-TER-TAR-TANIL-SCMEC-SISCONTMED SIMCOT	
50000003248	SIMCOT
50000010090	ALARMAS SECTORIALES TAR
50000030923	UPS 01 TORRE DE CONTROL
50000030924	UPS 02 SITE
50000031871	PANEL DE CONTROL ESTACION MAESTRA
50000031872	PANEL DE CONTROL ESTACION SUBMAESTRA
50000031873	PLC TORRE DE CONTROL
50000031874	PLC CASA DE BOMBAS
50000044072	IMPRESORA 01 TORRE DE CONTROL
50000044074	ALARMAS VISUALES
50000093197	SICCI
50000093216	ITP DEL SISTEMA TRIM'S
50000093275	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 10 MAGNA
50000093284	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 08 MAGNA
50000093300	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 06 CONTAMINADO
50000093309	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 04 DIESEL
50000093327	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 03 DIESEL
50000093357	ITP DEL SISTEMA TRIM'S TV 02 PREMIUM
50000133145	COMPRESOR C-1 SICCI
50000133146	COMPRESOR C-2 SICCI

Tabla 4. 3 Tabla Equipo Montado en SAP SIMCOT.
Elaboración propia con datos de SAP

Análisis

En la Terminal de Almacenamiento y Reparto Añil, se ha seguido el planteamiento de Confiabilidad Operativa y la implantación de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad tiene como principales objetivos lo siguiente:

- Eliminar averías en los equipos.
- Brindar información acerca de la capacidad de producción de acuerdo al estado de sus equipos.
- Minimizar costos de mantenimiento.
- Planear mantenimiento necesario.
- Crear mejores horarios de trabajo para el personal de mantenimiento.
- Sincronizar los departamentos de producción y mantenimiento.
- Incrementar los beneficios debido a la reducción del costo en mantenimiento.

Las ventajas generadas al aplicar este método son muchas, a continuación se nombran las más importantes:

- Crea una actitud crítica en todo el personal ante las fallas y averías.
- Reduce el costo de mantenimiento.
- Optimiza la confiabilidad, maximiza la disponibilidad y mejora la Mantenibilidad.
- Une el mantenimiento con las operaciones.
- Mayor seguridad operacional y ambiental.
- Optimiza el plan de mantenimiento de acuerdo a la importancia de los activos.
- Mejora el sistema de mantenimiento preventivo.
- Incrementa el conocimiento general de todo el personal.
- Todo el personal de mantenimiento participa en su organización.
- Establece normas de procedimientos de trabajo y registro.

(Moubray, 2004)

Riesgos potenciales como la ruptura de tuberías debido al hundimiento de la Terminal fueron corregidas debido a que en el año 2016 las tuberías rígidas fueron cambiadas por Mangueras Metálicas Flexibles en cada uno de los tanques.

El mantenimiento que se le realiza a los Tanques de Verticales Almacenamiento para conservar sus propiedades mecánicas internas y externa, con la sustitución de las membrana interna del tanque, los tubos de medición física y telemedición; se revisan las cámaras de espuma. Previeniendo los daños por procesos de corrosión, así como pruebas no destructivas e inspecciones al tanque. Esto se le realiza al tanque cada 5 años.

El Mantenimiento que se le realiza al equipo Critico (Llenaderas, Bombas de proceso, URV, tanques, etc.) es continuo, las O.T son lanzadas continuamente por el sistema.

Desde el 2015 los Jefes de los departamentos con los que cuenta la Terminal, recopilaban y cumplían con información que sería requerida en el mes de Mayo del año 2016 para el Reaseguro realizado en el mismo mes por el cual todas las Terminales de Almacenamiento y Reparto de PEMEX eran y están siendo evaluados, de ese entonces a la fecha.

La información que solicitaban y que fue revisada previamente a la Terminal antes de la visita fue:

- Planos de instalación
- Planos de Instalación Contra Incendio
- Diagramas unifilares de la planta
- Diagrama de Flujo de Bloques
- Descripción de diseño en función de los datos climáticos.
- Criterio sísmicos
- Listado de compresores
- Listado de tanques
- Listados de Sistemas Fijos de Detección de Unidades
- Listados de SIS fijos de Detección de cuartos de Control
- Listados de Bombas de Agua CI
- Inventario de Agentes Químicos o Contraincendios

- Valor de Reemplazo (valor económico de equipo sustantivo)
- Descripción de la Estructura Organizacional
- Respuesta a Recomendaciones anteriores.
- Detalles de Proyectos Concluidos desde la Última Visita
- Detalles de Inventario de refacciones Principales
- Listado de Recipientes de Proceso de Hidrocarburos.
- Detalle de Unidades Separadoras de Aire

Nota: Parte del Listado no Aplica a la Terminal Añil, puesto que el reaseguro es realizado a distintas Instalaciones de PEMEX, el listado que se les hace llegar es un plano general. Las instalaciones de Añil solo es de almacenamiento y reparto de hidrocarburos.

Aunque en la Terminal se encuentran en implantación de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, los altos mandos buscan cumplir con los requerimientos, haciendo revisiones trimestrales y cumpliendo con los cuartiles que solicitan a Nivel Gerencia. El cierre de O.T. de las diferentes áreas y su seguimiento a través de Micrositio como una fuerte evidencia de ello.

Para el Reaseguro, información como DFP y DTI's de la Terminal actualizados son necesarios, así como los equipos que la conforman. Registros en SAP modulo PM Mantenimiento.

En el Área de Mantenimiento Industrial se realiza la ejecución del PROCEDIMIENTO PARA LA EMISION, CONTROL, EJECUCION, LLENADO Y RECEPCION DE ÓRDENES DE MANTENIMIENTO PM-SAP 651-21220-PGO-040. En donde el Objetivo es estandarizar la emisión, recepción y ejecución de las ordenes de mantenimiento Predictivo, Preventivo y Correctivo. En donde se lleva a cabo un llenado de una bitácora por el representante de las diferentes sub-áreas que tiene Mantenimiento: Eléctricos, Instrumentistas, Mecánicos y Diversos Oficios, haciéndose responsable de las órdenes que se les asigna, así como el debido llenado de la O.T y la ejecución del trabajo en área; así mismo la devolución de la O.T para su debido registro y cierre en SAP. Tabla 4.4

Cada O.T tiene un Análisis de Seguridad del Trabajo (AST). Fig. 4.3

Las órdenes de Trabajo tienen un orden de registro en la Bitácora de Control de Entrega-Recepción de Órdenes de Mantenimiento.

Núm. Orden	Fecha Recepción	Ejecutor (Operario /Prestador)	Fecha Entrega	Orden Notificada	Operaciones Pendientes	Motivo	Avance General	Firma Ejecutó	Firma Jefe Mtto

Tabla 4. 4 Formato 651-21220-IEO-001-F1
Fuente: (PEMEX, 2015)

Este procedimiento fue implementado en el 2015. En donde el Ingeniero de Línea de Mantenimiento y/o quien haga sus funciones entrega la O.T de mantenimiento y el PDT y/o AST según corresponda el Trabajo a realizar al operario especialista y/o ejecutor que realizará el trabajo de mantenimiento.

ANÁLISIS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO (AST) NIVEL 2

ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Estos clasificados por SAP: No de Orden y Descripción del Trabajo y Programados por el Ingeniero de Línea para su ejecución en tiempo.

Subdirección de Almacena

Centro de Trabajo: 696 TAR AÑIL

FOLIO: /15

ATENDER PLAN DE MANTTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Área: CARCAMO DE REGULACION

Equipo: 500003410

ODT-SAP: 5101590488

Fecha: 12/21/15

Existe Probabilidad de:	Si/No	Medida preventiva/Administración de Riesgo
1. ¿Un incidente por no estar capacitado para el trabajo que va a realizar?	NO	
2. ¿Un incidente por presentar capacidad disminuida?	NO	
3. ¿Caer en el mismo nivel o caer a diferente nivel (alturas)?	SI	MANTENER EL ORDEN Y LA LIMPIEZA
4. ¿Tener contacto con temperaturas extremas?	NO	
5. ¿Liberación de un producto tóxico o inflamable?	NO	
6. ¿Inhalar o tener contacto con algún producto tóxico?	NO	
7. ¿Hacer sobre-esfuerzo?	SI	USO DE FAJA LUMBAR
8. ¿Generar derrames o residuos de contaminantes al medio ambiente?	NO	
9. ¿Golpear contra un objeto o ser golpeado por objetos o equipos?	NO	
10. ¿Tener un incidente si la herramienta que va a utilizar no es la adecuada o está en mal estado?	SI	VERIFICAR HERRAMIENTA EN BUENAS CONDICIONES
11. ¿Quedar atrapado dentro, entre o sobre objetos o equipo?	NO	
12. ¿De que al ejecutar el trabajo provoque daños a equipos adyacentes?	NO	
13. ¿Otros riesgos relacionados con su actividad? (describalos)	NO	

Ejecutor del trabajo (operario)	Ejecutor del trabajo (ayudante)	Responsable de la Ejecución (mando medio)
(nombre, ficha y firma)	(nombre, ficha y firma)	(nombre, ficha y firma)

Nota: En caso de respuestas afirmativas el personal ejecutor y el Responsable de la ejecución deberán establecer medidas para administrar el riesgo las cuales, en caso de que esto no sea posible, deberá ser analizado por el equipo multidisciplinario, elaborando AST nivel 1

Personas responsables: Ejecución de Trabajo y Responsable al mando, el Ingeniero de Línea.

Folio que lleva el Número de trabajos realizados, otorgado por Seguridad SIPA

Fecha que se elaborará el Trabajo. Este Documento solo se válida "este día"

Datos que debe de llenar el Operario. Tomando en cuenta que conoce la actividad que realizará y el peligro que conlleva. Auxiliado por el Ingeniero de Línea de Mantenimiento. Anticipado una plática en las Mañanas antes del inicio de jornada. Tomando en consideración que existió una Programación de las actividades que se realizarán.

Figura 4. 3 AST Diagrama
Fuente: (PEMEX PETROQUÍMICA, 2008)

Una vez realizado el trabajo, el operario especialista y/o ejecutor hará el llenado correcto de la O.T. Fig. 4.4



Orden de Mantenimiento: 8103898
 Clase de orden: M01-Mantenimiento Preventivo
 Descripción: DETECTOR DE MEZCLAS EXPLOSIVAS DME-05
 Fecha de inicio: 05.12.2016 Fecha de fin: 05.12.2016

L40

Prioridad 2 Medio
 Status LIB. KKMP NLIQ PREC
 Ubicación técnica LOG-TER-TAR-TANIL-LLENA-ACO1105B01 LLENADERA AT CO1 I05 B01 MG
 Equipo 50017130 DM-DTEC. MEZCLAS EXPLOSIVAS DME-05 Plan de Mantto. 143654
 Gpo. Planif. Mantto. 160 Mecánico Cto. Mantto. 4696 TAR Añil
 Pto. Tbj. Resp. MTJFE01 4696 JEFE DE MANTENIMIENTO 01

Operación 0010 Descripción 006 Ms S 0 Instrumentación
 Puesto de trabajo OEINS01 4696 TAR Añil
 Clave de control PM01 Duración 0.5 HRS
 Fecha Ini m.temp 05.12.2016 Hora de Inicio 07:00:00
 Fecha Fin m.temp 05.12.2016 Hora de Fin 07:32:00

006 Ms S 0 Instrumentación

- Realizar Calibración de span y cero *Se calibra con gas (MSA)*
- Verificación de tubería conduit *Se revisa tubería encontrándose OK*
- Verificación de cajas APE *OK*
- Verificación de cajas sello EYS *OK*
- Verificación de cople flexible *Se encuentra en condiciones operables*
- Realizar limpieza del detector de mezclas explosivas

Operación	Duración	Fecha Inicio	Fecha Fin	Hora Inicio	Hora Fin
0010	30 min	5/12/16	5/12/16	14:15	14:45

NUMERO DE AST/PDT L 40

MATERIALES UTILIZADOS Gas MSA, Control para calibrar, manómetro y franja de seguridad.

ACTIVIDADES Y OBSERVACIONES
Se realizó calibración de DME 05 quedando OK.

OPERACIÓN PERSONAL PARTICIPANTE



Orden de Mantenimiento: 8103898
 Clase de orden: M01-Mantenimiento Preventivo
 Descripción: DETECTOR DE MEZCLAS EXPLOSIVAS DME-05
 Fecha de inicio: 05.12.2016 Fecha de fin: 05.12.2016

LOGISTICA®

0010 [Redacted] op Ep hasta
 [Redacted] Nyte oprio hasta

Autorización de la Orden de Trabajo

Autorizan	ING. RICARDO ENRIQUEZ ORTIZ		Fecha	12/16	Hora	14:45	Firma	
Resp. Operativo	[Redacted]						[Signature]	
Resp. Ejecución	E-229177							
Vigencia	Desde Fecha:	3/12/16	Hora:	14:15	Hasta Fecha:	3/12/16		Hora:

El operador responsable y el ejecutor del trabajo, quedan enterados de las recomendaciones y procedimientos para realizar el trabajo y la vigencia de la orden.

[Redacted] F 476700
 [Signature]
 Operador Responsable
 Nombre, Ficha y Firma

Mando Medio o Ejecutor del Trabajo
 Nombre, Ficha y Firma

Terminación del Trabajo

Autorizan	[Redacted]		Fecha	12/16	Hora	14:45	Firma
Entrega Ejecutor	[Redacted]						[Signature]
Recibe Op Responsable	[Redacted]						

Ing. Viridiana A. Lopez Orta
 INGENIERO DE OPERACION
 PEMEX E-512137

Figura 4. 4 Llenado correcto de la O.T.
 Fuente (SAP ERP, 2016)

Al verificar los trabajos realizados y aceptados por el área usuaria, el Ingeniero de Línea se hace responsable de la recepción del área y firma el

cierre en el permiso de trabajo, así como la recepción de la O.T., que al entregarla se le realizara la Notificación, Liquidación, Cierre Técnico, y Cierre Comercial correspondiente.

Los campos que pueden ser cargados desde SAP son:

- Centro
- Clase Orden
- Orden
- Puesto de Trabajo.
- Texto breve operación.
- Equipo.
- Fecha inicio
- Hora Inicio
- Fecha Fin
- Hora Fin
- Estado

Notificación, Liquidación, Cierre Técnico y Comercial.

Programación de Orden. IW32

Se reprograma con la fecha con respecto a la ejecución de trabajos, y no con la fecha que indica la programación inicial que arroja SAP.

Notificación (orden parcial o total) IW41

Se notifican todas las Ordenes Concluidas,

- Contabilizar los costos reales de mano de obra de una orden.
- Registrar las cantidades reales de horas–hombre utilizadas en:
- Tiempo Ordinario (Clase de actividad: M00001)

Notas:

1. La notificación se hará en base a los datos reales anotados en la notificación por los mandos medios responsables de las actividades principales y de apoyo.
2. Los costos de materiales y servicios se transfieren automáticamente al centro de costo al ser despachados por el almacén o cuando son pagadas estimaciones de servicios por la caja.

3. Al status de la orden se añade: NOTP (Notificación parcial) o NOTI (Notificación total).

Liquidación de orden KO88

Transferir los costos de mano de obra incurridos durante la ejecución de la orden, al receptor (Centro de costo) previamente definido en la orden.

Se revisa:

1. Orden. Es el número clave que idéntica una orden.
2. Periodo de liquidación. Indica el mes en el que se liquida la orden
3. Periodo contable. Indica el periodo contable al que se le imputa el costo.
4. Ejercicio. Indica el año del periodo de liquidación y periodo contable.

Notas:

- Solo cuando se efectuó notificación total (Status: NOT CIERR)
- No liquidar si el status es: NOTP (Notificación Parcial)
- Transferir los costos de mano de obra incurridos durante la ejecución de la orden, al receptor (Centro de costo) previamente definido en la orden.

Cierre técnico, comercial y concluir orden IW32

- Revisar que el registro de la fecha de referencia del cierre técnico de la orden.
- El sistema pregunta si se cierra el aviso ligado a la orden con la función "Cerrar mensajes"; esto es con el fin de que si falta introducir información importante el aviso, lo hagamos antes del cierre técnico (crear modo). En dado caso que se haya realizado un aviso de avería en IW21 y sea notificado una falla.
- La conclusión de la orden y del aviso es el paso final de la vida de estos y a partir de este momento quedan bloqueados a cualquier modificación y en adelante, su información queda disponible para consulta de los usuarios y para manejo estadístico del sistema de información.

Al realizar el Cierre Técnico y comercial es dar por concluido un trabajo y finiquitar los costos de mantenimiento.

En colaboración en la Auditoría en el 2015 a las diversas áreas de la Terminal (Operación, SIPA y Mantenimiento), se obtuvo la base de datos y realizar un porcentaje de Ordenes y el Cierre que se les daba, parte primordial para la elaboración de los diferentes cálculos para MCC y CO.

Ordenes de Mantenimiento

Mantenimiento Preventivo 2015

No	Ubicación Técnica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1	Autotanques	100%	100%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	96%	100%	46%	91%	93%
2	Descargaderas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
3	Edificios y Urbanización	100%	100%	98%	98%	94%	94%	100%	92%	100%	96%	92%	93%	96%
4	Equipo de Bombeo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	91%	100%	100%	100%	100%	99%
5	Equipo de Seguridad y Contraincendios	98%	100%	99%	99%	99%	100%	99%	98%	100%	100%	81%	99%	98%
6	Equipos Auxiliares	100%	100%	93%	100%	82%	100%	100%	98%	100%	98%	100%	94%	97%
7	Líneas de agua-espuma contraincendios	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	94%	100%	100%	79%	94%	97%
8	Líneas de Proceso	100%	100%	98%	100%	96%	90%	70%	83%	89%	85%	79%	82%	89%
9	Llenaderas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10	Sistemas de Control y Medición	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
11	Tanques	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	91%	100%	100%	94%	85%	98%
	Avance	99%	100%	99%	100%	97%	99%	96%	95%	99%	98%	88%	94%	97%
	ORDENES TOTALES	540	352	398	364	373	382	367	379	394	348	357		

Tabla 4.5 Tabla de Ordenes de Mantenimiento

Fuente Propia con datos (SAP ERP, 2016)

En la Tabla 4.5 se muestra O.T de Mantenimiento Preventivo generadas solamente para el área de Mantenimiento, el mes de Noviembre tiene el porcentaje más bajo de avance, visible en la Fig. 4.5. De un total de 4254 O.T., sin tener en consideración el mes de Diciembre. Con 131 O.T. en estado abierto.

Mantenimiento Preventivo 2015

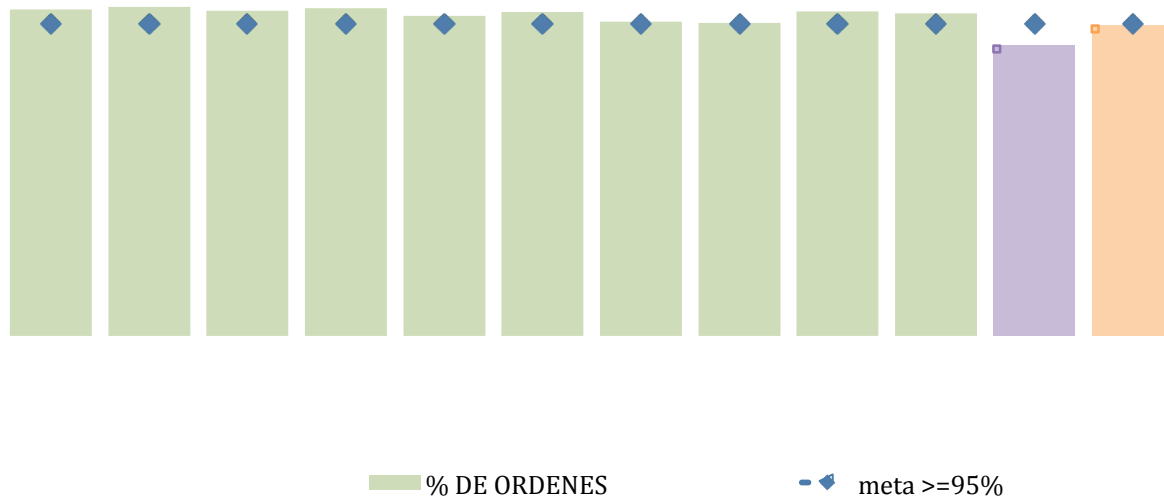


Figura 4. 5 Mantenimiento Preventivo Gráfica 2015

Mantenimiento Predictivo 2015														
No.	Ubicación Técnica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1	Autotanques	100%	96%	100%	100%	100%	100%	89%	95%	95%	97%	62%	47%	90%
2	Descargaderas	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
3	Edificios y Urbanización	100%	100%	98%	100%	100%	87%	96%	100%	98%	100%	98%	98%	98%
4	Equipo de Seguridad y Contraincendios	100%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	84%	98%	98%
5	Equipos Auxiliares	100%	100%	93%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%
6	Líneas de agua-espuma contraincendios	92%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	81%	87%	97%
7	Líneas de Proceso	100%	100%	98%	100%	100%	90%	100%	78%	85%	100%	78%	77%	92%
8	Llenaderas	100%	98%	100%	100%	86%	100%	89%	96%	98%	100%	93%	98%	97%
9	Sistemas de Control y Medición	100%	100%	100%	100%	99%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10	Tanques	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	85%	100%	99%
	Avance	99%	99%	99%	100%	99%	97%	97%	97%	98%	100%	88%	91%	97%
	ORDENES TOTALES	436	379	394	944	448	269	380	377	392	406	354	420	5312

Tabla 4. 6 Tabla Ordenes Mantenimiento Predictivo
Fuente Elaboración Propia con datos (SAP ERP, 2016)

En la tabla 4.6 se observa que O.T. generadas en el año fueron de 5312, el mes de Noviembre tiene el porcentaje más bajo de avance, visible en la Fig.4.6., con un total de 113 O.T. estado abierto. El mes de Marzo tiene más carga de O.T.

Mantenimiento Predictivo 2015

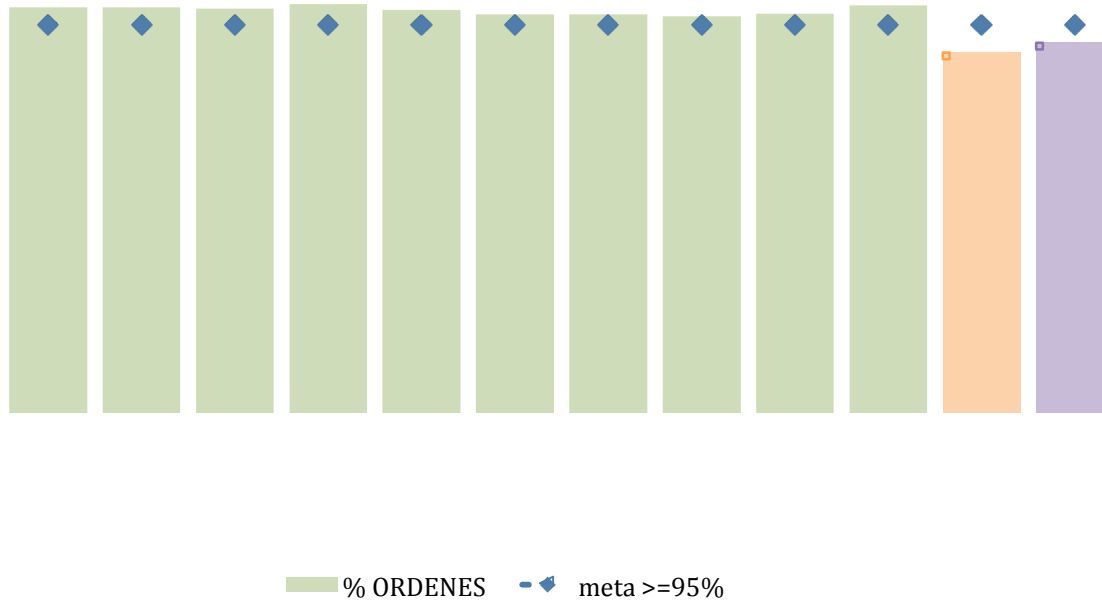


Figura 4. 6 Ordenes de Mantenimiento Predictivo 2015



Mantenimiento Correctivo 2015														
No.	Ubicación Técnica	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
1	Autotankes	99%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	94%	99%
2	Edificios y Urbanización	100%		100%				100%	100%					100%
3	Equipo de Bombeo				100%	100%								100%
4	Equipo de Seguridad y Contraincendio	100%		100%				100%				100%		100%
5	Equipos Auxiliares	100%		100%					100%					100%
6	Lineas de agua-espuma contraincendio	100%							100%					100%
7	Llenaderas			100%										100%
	Avance	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	94%	100%
	total de ordenes	476											1432	

Tabla 4. 7 Tabla ordenes de Mantenimiento Correctivo
Fuente Elaboración Propia con datos (SAP ERP, 2016)

En la gráfica 4.7 muestra 1432 O.T. de Mantenimiento Correctivo, de las cuales 476 pertenecen al área de Mantenimiento Industrial, 956 O.T son de Mantenimiento Automotriz, perteneciente a otra área de la Terminal. No afectando el avance Fig. 4.7 El Mantenimiento Correctivo es el Mantenimiento que más riesgos y costos genera, puede ocasionar paro total o parcial del centro de trabajo, interrumpir el proceso total o parcialmente, pérdidas considerables de producto, daños ambientales, daños al personal. Administrar el Mantenimiento Correctivo planeado preserva funciones en etapas operativas, este mantenimiento se realiza cuando ya existe la falla.

4

Mantenimiento Correctivo 2015

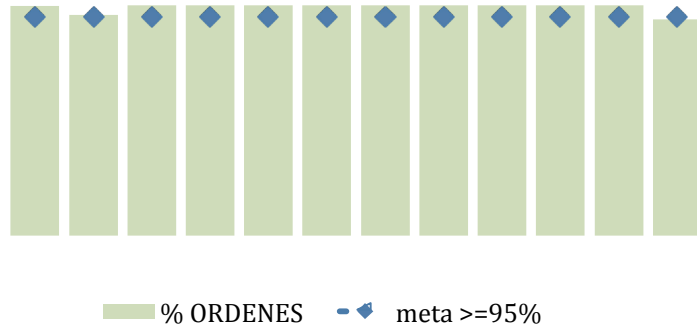


Figura 4. 7 Gráfica Mantenimiento Correctivo 2015
Fuente Elaboración Propia con datos (SAP ERP, 2016)

Análisis de Criticidad.

Para calcular el análisis de criticidad (AC), de instalación, sistema o equipo mediante la siguiente formula:

$$AC = P \times C$$

Donde

AC= Analisis de Criticidad

P= Probabilidad de ocurrencia

C= Consecuencia de falla

Para convertir la criticidad en valor absoluto. Se obtiene de la multiplicación de la probabilidad de ocurrencia por la consecuencia de falla

Para la probabilidad de Ocurrencia (P), se establece la probabilidad alta, media o baja, se da un valor absoluto de 10, 5, 2. Tabla 4.8

Para establecer los valores de Probabilidad de Ocurrencia de falla

Probabilidad	Frecuencia	Valor
ALTA	De 1 a 6 meses	10
MEDIA	De 7 a 23 meses	5
BAJA	De 24 meses a más	2

Tabla 4. 8 Tabla Categoría de las Frecuencias de Ocurrencia

Fuente: (PEMEX, 2012)

Para determinar la Jerarquía de la Criticidad con base en el análisis:

Para toda instalación, proceso, sistema, equipo cuyo rango sea mayor o igual que 120, se considerará como ALTA CRITICIDAD (color rojo)

Para toda instalación, proceso, sistema, equipo cuyo rango sea mayor o igual que 70 y menor que 120, se considerará como MEDIA CRITICIDAD (color amarillo)

Para toda instalación, proceso, sistema, equipo cuyo rango sea mayor o igual que 0 y menor que 70, se considerará como BAJA CRITICIDAD (color verde).

Como se muestra en la Figura 4.8



Figura 4. 8 Matriz de Criticidad PEP

Fuente: (Petróleos Mexicanos Aprendizaje Virtual)

Criticidad Tanques Añil													
C:T	Denominación	Equipo SAP	Indicador ABC	CRITICIDAD PAI 01 (ALTA, MEDIA, BAJA)	AC=Analisis de criticidad			FRECUENCIA DE FALLA			C=Consecuencia de falla	Fecha ultima falla	Meses de falla a la fecha
					70 o menos baja	71 a 120 media	121 en adelante alta	De 24 meses o mas =2	De 6 a 24 mese = 5	Menos de 6 mese = 10			
0696	TANQUE TV 10 MAGNA 55,000 BL	50000032068	C	BAJA	70			2			35	Dec-13	40
0696	TANQUE TV 08 MAGNA 55,000 BL	50000000590	C	BAJA	70			2			35	Nov-13	41
0696	TANQUE TV 06 CONTAMINADO 5,000 BL	50000000589	B	MEDIA	120			5			24	May-15	23
0696	TANQUE TV 04 DIESEL 35,000 BL	50000031896	C	BAJA	70			2			35	Oct-13	42
0696	TANQUE TV 03 DIESEL 35,000 BL	50000031770	C	BAJA	70			2			35	Oct-13	42
0696	TANQUE TV 02 PREMIUM 55,000 BL	50000000586	C	BAJA	70			2			35	Oct-13	42

Tabla 4.5 Tabla Criticidad Tanques Añil

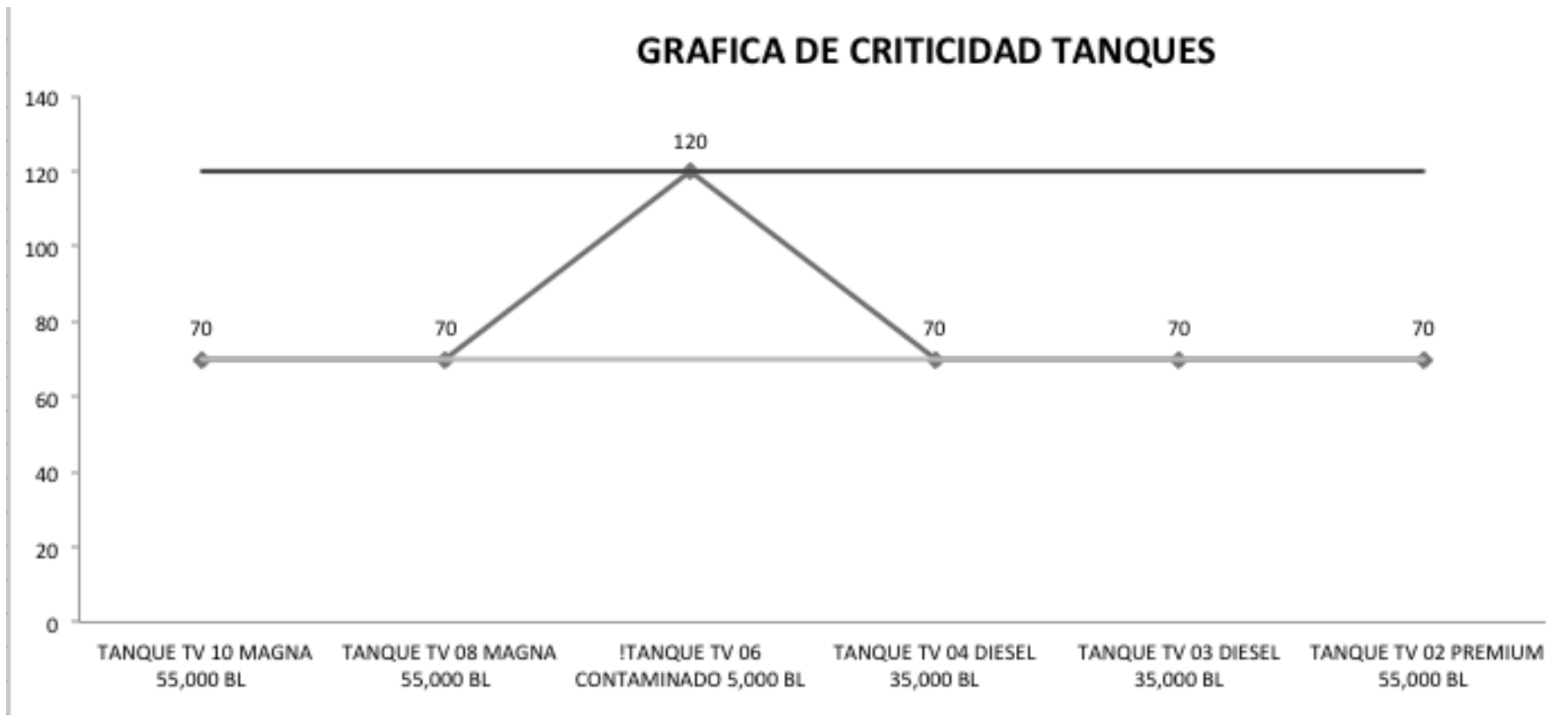


Figura 4.4 Grafica Criticidad Tanques Añoil

Criticidad Tanques.

En la tabla 4.5 se muestra el centro de trabajo correspondiente a Añil 0696, denominación referente al equipo, número de sap que es el número designado a los tanques en SAP, el indicador, la criticidad, el análisis de criticidad, frecuencias de falla. Y los meses de falla a la fecha, este número indica los meses que han trabajado sin recurrencia de falla.

La consecuencia de falla fueron obtenidos mediante SAP, en el registro de todas las ordenes de trabajo desde el 2013.

El TV-6 de contaminados registra 23 meses desde su última falla, con una frecuencia de 5, obteniendo una criticidad media.

CRITICIDAD LLENADERAS

C:T	Denominación	Equipo AP	Indicador ABC	CRITICIDAD PAI 01 (ALTA, MEDIA, BAJA)	AC=Análisis de criticidad			FRECUENCIA DE FALLA			C=Consecuencia de falla	EQUIPOS C	Fecha ultima falla	Meses de falla a la fecha
					70 o menos baja	71 a 120 media	121 en adelante alta	De 24 meses o mas =2	De 6 a 24 mese = 5	Menos de 6 mese = 10				
0696	Llenadera Premium 18	50000000622	C	BAJA	43			2			34	LLENADERAS	Aug-13	44
0696	Llenadera Premium 17	50000000621	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Sep-13	43
0696	Llenadera Magna 13	50000000617	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Aug-13	44
0696	Llenadera Magna 12	50000000616	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Aug-13	44
0696	Llenadera Magna 09	50000000613	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Sep-13	43
0696	Llenadera Magna 08	50000000612	B	MEDIA	120			5			24	LLENADERAS	Aug-15	19
0696	Llenadera Magna 07	50000000611	B	MEDIA	120			5			24	LLENADERAS	May-15	23
0696	Llenadera Magna 06	50000000610	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Oct-13	42
0696	Llenadera Magna 05	50000000609	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Oct-13	42
0696	Llenadera Magna 04	50000000608	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Sep-13	43
0696	Llenadera Magna 03	50000000607	B	MEDIA	120			5			24	LLENADERAS	Oct-15	17
0696	Llenadera Magna 02	50000000606	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Oct-13	42
0696	Llenadera Magna 01	50000000605	C	BAJA	48			2			24	LLENADERAS	Oct-14	30
0696	Llenadera Diesel 16	50000000620	C	BAJA	68			2			34	LLENADERAS	Sep-13	43

0696	Llenadera Diesel 15	50000000619	C	BAJA	68	2	34	LLENADERAS	Aug-13	44
0696	Llenadera Diesel 14	50000000618	C	BAJA	68	2	34	LLENADERAS	Oct-13	42
0696	Llenadera Diesel 11	50000000615	C	BAJA	68	2	34	LLENADERAS	Aug-13	44
0696	Llenadera Diesel 10	50000000614	C	BAJA	68	2	34	LLENADERAS	Aug-13	44

Tabla 4. 9 Tabla criticidad llenaderas Añil

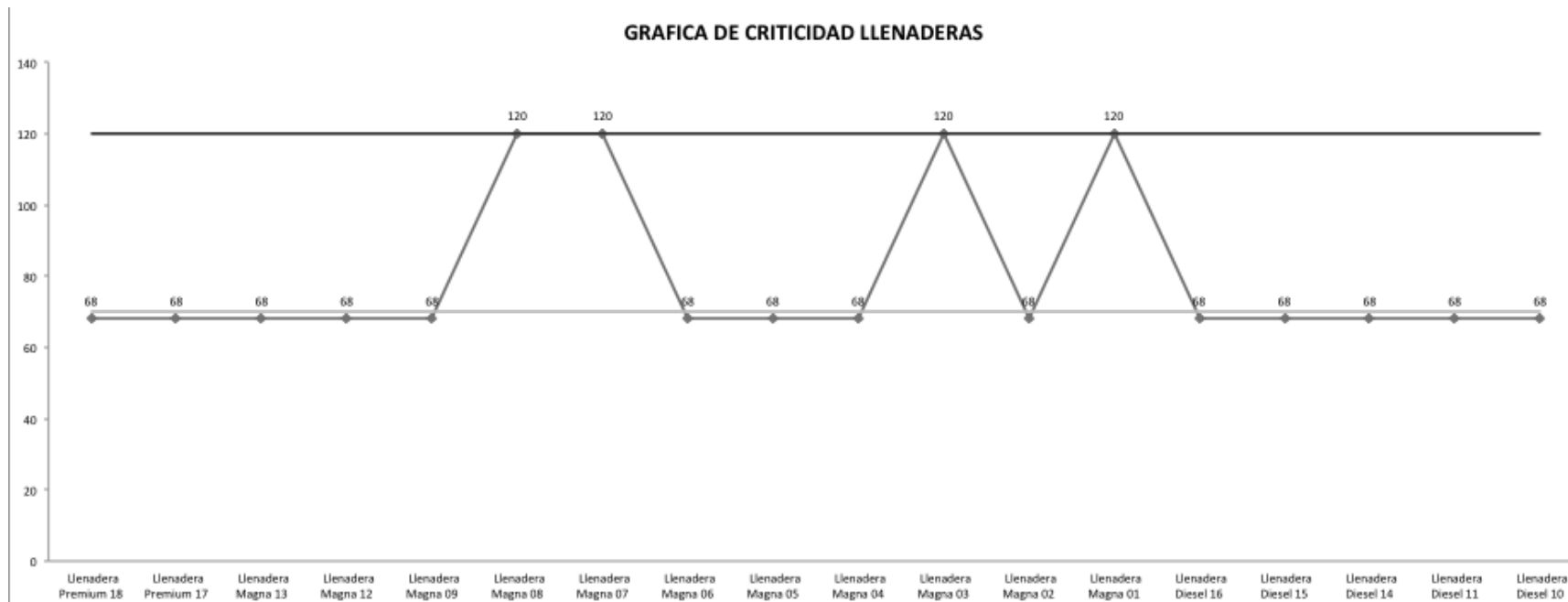


Figura 4. 9 Gráfica Criticidad Llenaderas

Criticidad llenaderas.

Las posiciones 3, 7 y 8 son las que muestran mayor criticidad debido a que muestran 17, 23 y 19 meses respectivamente después de su última falla.. con una frecuencia de falla de 5. La fig 4.9 muestra los puntos más altos de criticidad que generan las posiciones.

CRITICIDAD DESCARGADERA													
C:T	Ubicación técnica	Equipo SAP	Indicador ABC	PAI 01 (ALTA, MEDIA, BAJA)	AC=Analisis de criticidad			FRECUENCIA DE FALLA			C=Consecuencia de falla	Fecha de ultima falla	Meses de falla a la fecha
					70 o menos baja	71 a 120 media	121 en adelante alta	De 24 meses o mas =2	De 6 a 24 mese = 5	Menos de 6 mese = 10			
696	REF-TER-TAR-TANIL-DESCA-DCA_01MPD_	50000000623	B	MEDIA	120			5			24	5/1/15	14

Tabla 4. 10 Tabla Criticidad descargadera

Criticidad descargadera

La única descargadera muestra 14 meses después de su ultima falla, con una frecuencia de falla de 5. La fig 4.10 muestra su punto de criticidad. Este equipo es utilizado para la devolución de producto que se llega a dar en la Terminal, debido a que no hay desembarque de producto por otros medios.

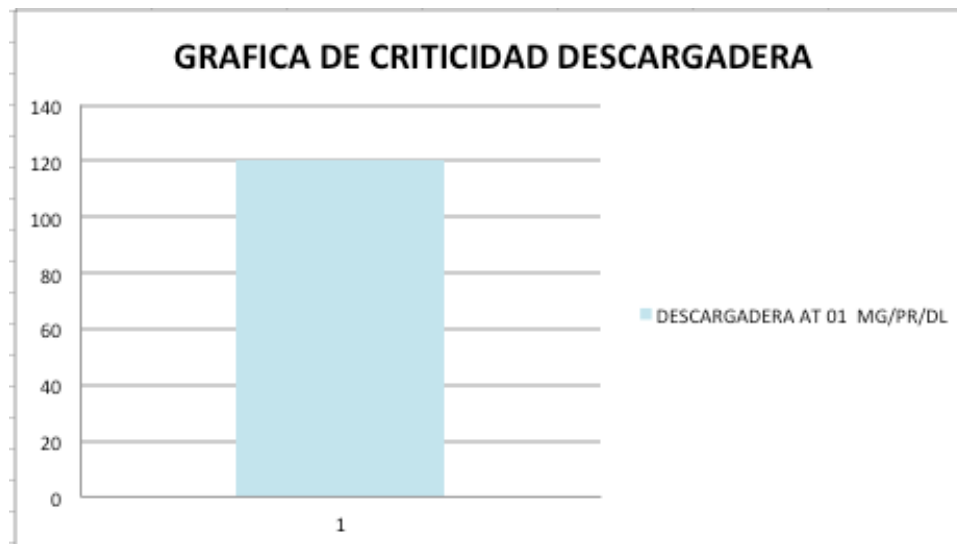


Figura 4. 10 Gráfica Criticidad descargadera añoil

CRITICIDAD BOMBAS DE PROCESO														
C:T	Denominación	Equipo SAP	Indicador ABC	CRITICIDAD PAI 01 (ALTA, MEDIA, BAJA)	AC=Análisis de criticidad			FRECUENCIA DE FALLA			C=Consecuencia de falla	EQUIPOS C	Fecha última falla	Meses de falla a la fecha
					70 o menos baja	71 a 120 media	121 en adelante alta	De 24 meses o más =2	De 6 a 24 meses = 5	Menos de 6 meses = 10				
0696	MOTOBOMB A BH-1	50000000593	B	MEDIA		120			5		24	MOTOBOMB A	Jul-15	21
0696	MOTOBOMB A BH-2	50000000594	C	BAJA		48			2		24	MOTOBOMB A	Apr-15	24
0696	MOTOBOMB A BH-3	50000000595	C	BAJA		48			2		24	MOTOBOMB A	Apr-15	24
0696	MOTOBOMB A BH-R	50000000596	B	MEDIA		120			5		24	MOTOBOMB A	May-15	23
0696	MOTOBOMB A BV-1	50000000597	B	MEDIA		120			5		24	MOTOBOMB A	Jul-15	21
0696	MOTOBOMB A BV-2	50000000598	C	BAJA		48			2		24	MOTOBOMB A	Apr-12	60
0696	MOTOBOMB A BV-3	50000000599	C	BAJA		48			2		24	MOTOBOMB A	Jun-14	34
0696	MOTOBOMB A BV-4	50000000600	C	BAJA		48			2		24	MOTOBOMB A	Jan-14	39
0696	MOTOBOMB A BV-5	50000000601	C	BAJA		48			2		24	MOTOBOMB A	Dec-10	76
0696	MOTOBOMB A BV-6	50000000602	C	BAJA		48			2		24	MOTOBOMB A	Apr-11	72
0696	MOTOBOMB A BV-R	50000000604	B	MEDIA		120			5		24	MOTOBOMB A	May-15	23

Tabla 4. 11 Criticidad bombas de proceso año

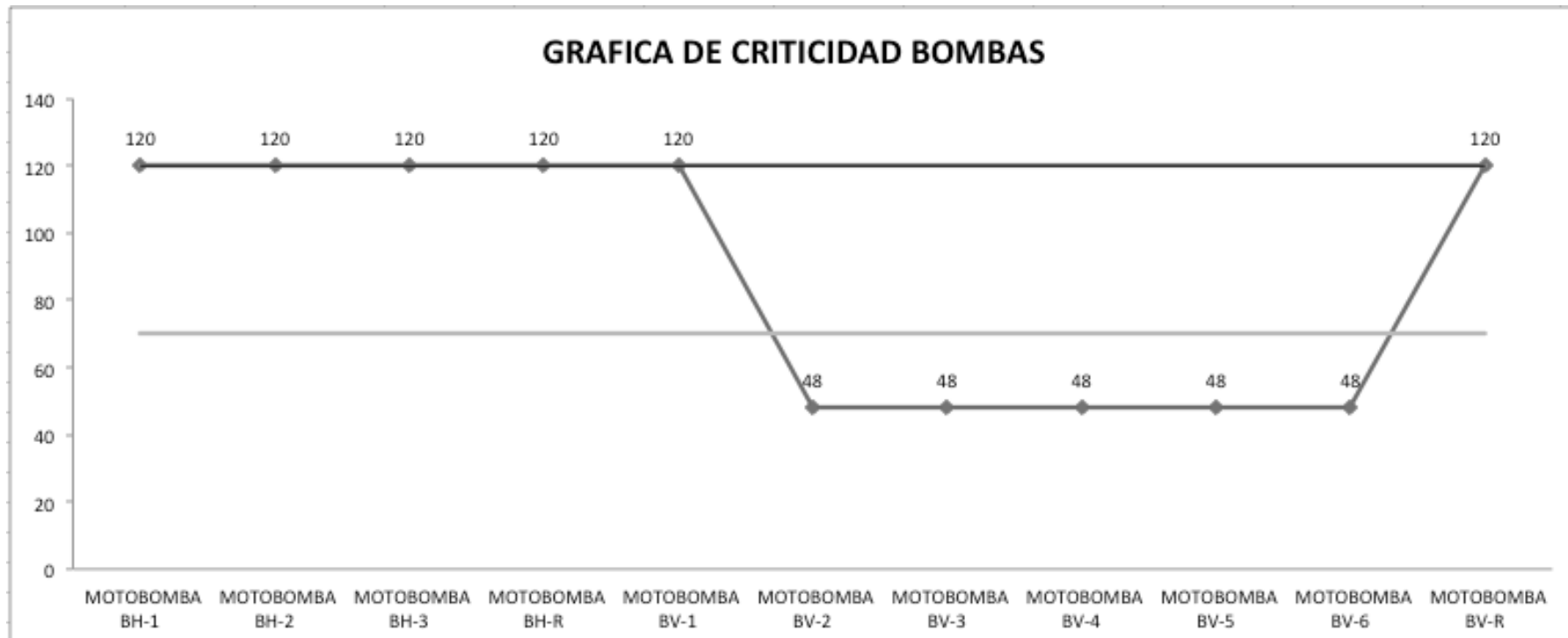


Figura 4. 11 Criticidad Bombas de proceso año

Criticidad bombas de proceso

Las bombas BH-1, BH-R, BV-1 y BV-R tienen un indicador de criticidad B con una frecuencia de falla de 5. Con menos de 24 meses de su última falla. La fig 4.11 muestra los puntos más altos de criticidad.

CRITICIDAD SIMCOT														
C:T	Denominación	Equipo SAP	Indicador ABC	CRITICIDAD PAI 01 (ALTA, MEDIA, BAJA)	AC=Análisis de criticidad			FRECUENCIA DE FALLA			C=Consecuencia de falla	EQUIPOS	Fecha última falla	Meses de falla a la fecha
					70 o menos baja	71 a 120 media	121 en adelante alta	De 24 meses o mas =2	De 6 a 24 meses = 5	Menos de 6 meses = 10				
0696	REF-TER-TAR-TANIL-SCMED-SISCONTMED	50000003248	B	MEDIA	120			5			24	SIMCOT	6/6/14	14

Tabla 4. 12 Tabla de criticidad SIMCOT año

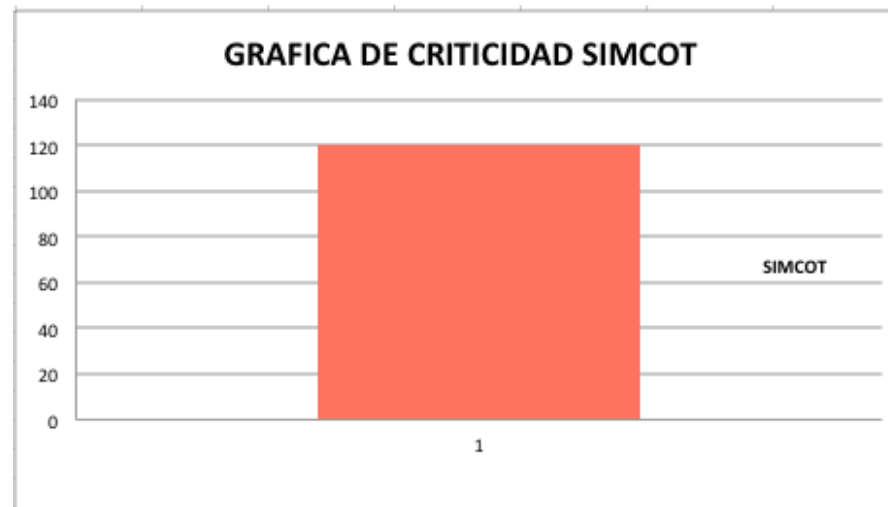


Tabla 4. 13 Gráfica de criticidad SIMCOT

La criticidad que tiene el SIMCOT es de 120, con una Probabilidad de Ocurrencia de 5, una consecuencia de Falla 24. Con 14 meses desde su ultima falla.

- En donde no provoco paro en el Centro de Trabajo
- Provoco una afectación parcial en el C.T.12 veces en el año
- No provoco Paro Total de la Planta
- Provoco una perdida Producto menor al 20 % ninguna
- No se provoco Perdida de Producto del <5% y <20% ninguna
- No provoco perdida de Función de equipo
- No provoco perdida Relevo de equipo
- Daños irreversibles/reversibles al ambiente Ninguno
- Impacto ambiental Mitigable/ Solucionable
- Muerte/ Incapacidad Total/ Parcial Ninguno
- Lesiones/ Enfermedades Leves Ninguno
- Ocasional Perdida No relevante del producto >30% Ninguno

En la Fig.4.12 se pueden observar estados de O.T después de su extracción de SAP a excel.

50000003248				
06.06.2014 31.12.9999 REF-TER-TAR-TANIL-SCMED-SISCONTMED				
REF-TER-TAR-TANIL-SCMED-SISCONTMED SIMCOT				
5101441087 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5101452178 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5101452179 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5101452180 PV0N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101487158 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5101503507 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5101503508 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101503509 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101503510 PV0N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101507001 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5101549179 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101549180 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5101549181 PV0N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101568166 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101590431 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101590432 PV0N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5101599895 PV1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5200989678 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5200989679 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201012773 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5201012774 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5201012775 PD0N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201012776 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201012777 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201079778 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201079779 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201113279 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201113280 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201113281 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201113282 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201113283 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201113284 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201119589 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201119590 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201204989 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201204990 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5201204991 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV KKMP NLIQ PREC				
5201204992 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201243948 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201243949 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
5201289823 PD1N1MT SIMCOT CERR NOTI IMPR DMNV FENA KKMP NLIQ PREC				
5201289824 PD0N1SI SIMCOT CERR NOTI IMPR KKMP NLIQ PREC				
002 SIST_MONITCTRLSEGU				
UBICACIÓN / LOCALIZACIÓN TERMINAL AÑIL				

Figura 4. 12 Visualización de O.T SIMCOT

Las veces que SIMCOT dejo de funcionar parcialmente fue por falla oculta, ya que no fue evidente para el operador debido a las condiciones normales de operación. Las fallas del SIMCOT fueron por pérdidas de la energía eléctrica, sin embargo la rapidez y actuación por parte de los ingenieros de Operación y Mantenimiento y su funcionamiento del sistema no provoco problemas con gran relevancia o afectación para provocar pérdidas en la Terminal.

No todos los registros de fallas fueron inventariados con criterio y parcialidad, debido a la criticidad que puede arrojar el SIMCOT en el SAP y las acciones que puede generar cuando realmente ocurra una falla de magnitud, las afectaciones económica debido a la repartición y la Mecánica integral serían las áreas mas afectadas

Esta situación no solo fue percatado con registros del SIMCOT, se logro visualizar que muchos equipos no tienen un aviso de falla de manera adecuada en SAP, realmente es importante y un prerequisite tener una buena base de datos para poder mitigar problemas futuros y poder realizar un buen análisis.

Se logro diagnosticar que es complicado darle seguimiento a las O.T. arrojadas por SAP en Añil, en Enero es donde hay más carga de O.T, un aproximado de 500<600 solamente de preventivas en Mantenimiento, el común al mes es de 1000>1200. Se debe de balancear el trabajo considerando dejar las actividades de mas riesgo en la mañana y examinar el número de trabajadores que tiene el área.

Otro problema identificado: muchos de los operadores tienen manuales de los equipos instalados, pero pocos son los que tienen conocimientos del tema, o conocimientos para calibrar o manejar los equipos, la mayoría de aprendizaje es empírico; solo unos cuantos tienen la capacitación y la habilidad de desactivar equipos, un ejemplo activación de alarmas sonoras y su desactivación cuando han sido activadas.

Otro problema detectado: apatía en Trabajadores. Este problema puede ser debido a la rotación que tiene el personal debido a que no están en el mismo puesto por mucho tiempo, siendo que en otras empresas de clase mundial para pertenecer en un área como Mantenimiento se debe de tener una experiencia de 5 años y conocimientos de Ing. Eléctrica, Ing., Industrial o Ing. Mecánica, situación que puede ser generada debido a plazas heredadas a familiares, sin tener capacitación o noción del área a la que ingresan a trabajar o que puesto puedan cubrir. Ejemplo: un día un trabajador sindicalizado puede cubrir diversos oficios lavando baños, otro día puede estar de cabo contra incendio perteneciente al área de Seguridad SIPA, otro día puede ser ayudante de Instrumentista, otro día puede estar de secretario en el área de Operación. Esto depende mucho del sindicato de cada terminal, plazas libres, trabajadores de planta que han faltado en diversas áreas, antigüedad, etc.

Este es un gran problema que tienen los altos mandos, el implementar una Cultura es extremadamente difícil, es muy costoso implementar planeaciones tácticas, involucrar los diversos niveles de la organización e implementar planes estratégicos poder cambiar la mentalidad de las personas y quitarles paradigmas. Es sumamente difícil creer en un cambio, salir de la zona de

confort, manejado en Confiabilidad Operativa y Confiabilidad Humana, donde existe un involucramiento por parte del personal, conocimiento y sentirse parte de la empresa.

Conclusiones.

Se puede concluir que se llevo acabo un monitoreo y registro de actividades inventariadas y programadas en SAP desde el 2013 a 2016 dandole un seguimiento destacado al ejercicio del 2015 y 2016, fecha que se realizo el reaseguro en la planta.

Se realizo un levantamiento del estado actual y se identifico los equipos más críticos de la Terminal: llenaderas 3,7 y 8, la descargadera, TV-6 de contaminados, motobombas BH-1, BH-R, BV-1, BV-R, SIMCOT y A/T (pertenecientes a otra área usuaria pero con alto indice de criticidad), el SIMCOT por su relevancia tiene una criticidad tipo B. No se pudo identificar el tipo de falla en el SIMCOT, identificando como falla oculta en el sistema.

Se recomienda seguir con la implementacion de CO y MCC, para seguir buscando la estrategia de mantenimiento más efectivo debido a que se sigue sin darle relevancia a las O.T.: desde la recepción y entrega al área usuaria, así como el monitoreo, programacion, buscando la integridad mecánica de los activos, la documentación sigue siendo un prerequisite para identificar fallas.

La detección de fallas depende de la capacidad y experiencia: contar con estandares otorgadas y aplicación de las VO para equipos criticos de tipo A, o simplemente estar en el lugar correcto a la hora correcta para visualizarla. El conocimiento de los operadores acerca de las VO en los equipos ayuda a la detección de fallas ocultas o potenciales.

En sistemas complejos como las Terminales, el mantenimiento predictivo integra equipos de prueba e instrumentos para medir condiciones de material, el personal de mantenimiento u operadores identifican fallas ocultas o potenciales (condición de degradación de material que indica fallas futuras)

Los costos y horas efectuadas de trabajo se reflejan en la disponibilidad mecánica de equipos, así como horas de trabajo efectuadas y tiempo que el equipo se mantiene fuera de operación.

La importancia del registro adecuado de las O.T. Recepción y entrega por parte del Ing, de Línea o técnico debido a su importancia, no solo por ser un prerequisite para la identificación de fallas y modos de fallas, se obtiene informacion necesaria para mejorar el diseño, restaurar sistemas o equipos cuando se ha presentado deterioro, mantiene la seguridad y niveles de

confiabilidad. Evitando interrupción de funcionamiento, costos de pérdida de función, como paro de producción y reducción de calidad

También la información registrada en SAP, sirve para posteriores auditorías realizadas a la planta como el Reaseguro, Estudio de Riesgos Ambientales (ERA) o Programa para la Prevención de Accidentes (PPA)

Es necesario contar con mano de obra especializada para la liberación del equipo a servicio lo más rápido posible, sin alterar los periodos de intervención y evitar degradaciones de servicio, aplicando la planificación de mantenimiento.

Bibliografía

1. Comisión Reguladora de Energía. (2015). <http://www.pemex.com/nuestro-negocio/logistica/almacenamiento/Infraestructura/PL-11050-ALM-2015.PDF>.
2. Gerencia de Soporte Y Operación Financiera. (2006). *Visión General SAP*. PEMEX.
3. Integradores de Tecnología. (2013). . *Actualización y Estandarización de Instrumentación y Equipos de Control de Campo de un sistema Integral de Medición y Control de Operaciones (SIMCOT) y un Sistema Integral de Control Contraincendios (SICCI), en la Terminal de Almacenamiento Y Reparto Añil*.
4. Moubray, J. M. (2004). *RCM Reliability Centered Maintenance* . : Leicestershire : Aladon Limited.
5. PEMEX. (2008). *Guía para la Operación del Proceso de Mantenimiento en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios*.
6. PEMEX. (2012). *Guía Técnica de Confiabilidad Operacional Para la Mejor Práctica: Costos de Mantenimiento y Ciclo de Vida de los Activos*. México.
7. PEMEX PETROQUÍMICA. (2008). *Procedimiento Operativo para el Trámite y uso de los Permiso de Trabajo*. PEMEX, Gerencia de Calidad, Seguridad Industrial y Protección Ambiental.
8. PEMEX. (2012). *Procedimiento de Administración Institucional de la Metodología del Análisis de Criticidad para la Confiabilidad Operacional en instalaciones de procesos, sistemas o equipos en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios*.
9. PEMEX. (2015). *Procedimiento para la emisión, control, ejecución, llenado y recepción de ordenes de Mantenimiento PM-SAP*. PEMEX.
10. PEMEX REFINACIÓN. (2000). *ESTUDIOS DE RIESGOS AMBIENTALES*.
11. Petróleos Mexicanos Aprendizaje Virtual. *Guía de Aprendizaje, Sistema de Confiabilidad Operacional, Metodología Análisis de Criticidad (AC)*.
12. Subdirección de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Sistema de Almacenamiento y Reparto Coordinación del Área de Sistemas de

Medición y Automatización. (2011). *Anexo B. especificación Técnico Funcional SIMCOT-III.*

13. SAP ERP. (2016). PM.

14. Society of Automotive engineers. Inc. (1995). *Reliability, Maintainability, and Supportability* (Third ed.). Warrendale, PA, USA.

Anexos

GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Actuador. Dispositivo o mecanismo que transforma una señal, en un movimiento correspondiente controlando la posición de elemento de cierre (obturador) de la válvula. La señal de control, fluido de potencia o energía motriz puede ser neumática, eléctrica, hidráulica o una combinación de estas.

Alarma. Situación indicativa de condición riesgosa, que puede desencadenar en un siniestro si no es corregida.

Análisis de Criticidad (siglas en ingles CA Criticality Analysis). Es la herramienta que permite establecer, bajo criterios homologados, niveles jerárquicos en sistemas, equipos y componentes para ser clasificados como de alta, media o baja criticidad, de acuerdo a su impacto total en el proceso, obtenido de la influencia combinada de la probabilidad de ocurrencia de fallas y la severidad media por sus consecuencias en la seguridad, medio ambiente, operación y costos, con el objetivo de facilitar la forma de decisiones. Es considerada una técnica semicuantitativa de cuantificación del riesgo, sustentada primordialmente en la “opinión de expertos”.

Análisis de riesgo. Método de evaluación de los riesgos potenciales de un proceso industrial o instalación, por identificación de los eventos indeseables que podrían conducir a la materialización de un riesgo, que incluye un mecanismo de análisis por el cual pueden ocurrir estos eventos y usualmente, la estimación de las consecuencias. El análisis de riesgo debe formar parte desde la ingeniería del proyecto y sus resultados deben incluir el nivel de integridad de seguridad del sistema a utilizar.

Arquitectura. Es el arreglo físico y de configuración de los componentes y subsistemas de un sistema, cuando este es digital.

Atmosfera riesgosa. Mezcla de aire, gas(es) o vapor(es) tóxico(s) o inflamable(s), que pueden causar un daño o riesgo a la salud y al medio ambiente inherente al proceso.

Capas de protección. Sistema de protección que generalmente involucran diseños especiales, equipo de proceso. Sistema de control básico de proceso, procedimientos administrativos, y/o respuestas planeadas para protección contra un riesgo inminente.

Causas de falla. Las causas de falla pueden ser físicas, humanas u organizacionales. En general, pueden ser derivadas de procesos de deterioro por razones físicas o químicas, defectos de diseño, malas practicas operacionales o de mantenimiento, baja calidad de materiales o refacciones, u otras razones organizacionales como: presiones en los objetivos de producción, cambios en el contexto operacional, alta rotación del personal, falta de difusión o inexistencia de procedimientos actualizados de operación y mantenimiento, ejecución de trabajos por personal no certificado, entre otros que introducen a la falla.

Ciclo de vida de seguridad. Secuencia de actividades involucradas en la implantación de Sistemas Instrumentados de Seguridad (SIS) desde el diseño conceptual hasta el desmantelamiento del mismo.

Comunicación externa. Intercambio de datos entre el SIS y una variedad de sistemas o dispositivos que se encuentran fuera del SIS. Esto incluye interfaces del operador compartidas, interfaces de ingeniería/mantenimiento, sistemas de adquisición de datos, entre otros.

Comunicación interna. Intercambio de datos entre diferentes dispositivos dentro de un Sistema Electrónico Programable (SEP y sus siglas en inglés PES Programmable Electronic System) dado. Esto incluye conexiones de plano posterior (back plane) del bus, I/O del bus locales o remotas entre otros.

Confiabilidad. Probabilidad de que un sistema pueda desempeñar una función definida bajo condiciones especificadas para un periodo de tiempo dado.

Consecuencias de falla. Es el impacto de seguridad, higiene, medio ambiente, operaciones y costo de mantenimiento que provoca una falla en un Sistema, instalación o Equipo.

Control. Es la acción de ejercer algún tipo de poder para obligar el comportamiento de cierto elemento con el fin de lograr un objetivo específico.

Existen básicamente dos tipos de control industrial:

- a) **Control de lazo abierto.** Es un sistema de control en donde la señal de salida no determina el valor de la señal de entrada, generalmente son sistemas temporizados.
- b) **Control de lazo cerrado.** Es un sistema en donde la señal de salida se retroalimenta y afecta la señal de entrada con la intención de mantener una relación preestablecida entre la entrada y salida.

Criticidad. Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

Demanda. Una condición o evento que requiere que el SIS lleve a cabo una acción apropiada para prevenir un evento peligroso o para mitigar sus consecuencias.

Desmantelamiento. La demolición completa de un Sistema Instrumentados de Seguridad de su servicio activo.

Detector. Dispositivo capaz de reconocer, mediante un elemento sensible, la presencia de alguna condición anormal preestablecida como fuego o atmósfera riesgosa, generando una señal que enviara a la unidad de control.

Disponibilidad de seguridad. Fracción de tiempo en que un sistema de seguridad es capaz de desempeñar un servicio de seguridad designado cuando el proceso está en operación. Un SIS no está disponible si se encuentra en un estado de falla (seguro o peligroso, o está fuera para mantenimiento).

Diversidad. Uso de dispositivos y equipos con diferentes tecnologías o métodos de diseño que desempeñen una función de seguridad común, de manera que se minimicen las fallas de causa común.

Efecto de falla. Es la consecuencia que un modo de falla tiene en la operación, función o estatus de un ítem (equipo). Los efectos de falla son clasificados normalmente de acuerdo a como el sistema completo es afectado.

Emergencia. Situación derivada de un incidente/accidente que puede resultar en efectos adversos a los trabajadores, la comunidad, el ambiente y/o instalaciones y que por si naturaleza de riesgo, activa una serie de acciones para controlar o mitigar la magnitud de sus efectos.

Estado seguro. Estados que debe de tener el equipo o proceso bajo control después de la operación apropiada del SIS.

Falla. Cese de la capacidad de un ítem para realizar su función específica, es decir, el evento o estado inoperable, en el cual un ítem, o parte de él no funciona o no funcionaría como previamente se especifico. Es equivalente al termino avería.

Filosofía de operación del sistema. Este documento debe de contener la narrativa- diagramas lógicos y narrativa- diagramas de causa y efecto.

Función de seguridad. Es una función de ser implantada por un sistema de seguridad.

Función instrumentada de seguridad (FIS). Capa de protección instrumentada independiente, cuyo propósito es llevar al proceso a un estado seguro cuando se violan condiciones predeterminadas.

Indicador de alarma. Emisión audible y/o visual que informa al personal sobre la presencia de condiciones anormales. También se entiende como el equipo físico que al activarse produce una señal sonora y/o luminosa, como puede ser: sirena, bocina, campana, teléfono, semáforo o foco de luz fija, destellante o giratoria.

Interfase. Interconexión. Conexión común a dos sistemas distintos de procesamiento de información a bien a dos partes del mismo sistema. Medio de comunicación entre dos sistemas, incluye hardware y programación.

Intervalo de prueba. Intervalo de tiempo entre pruebas funcionales.

Jerarquización. Ordenamiento de tareas de acuerdo con su prioridad.

Modo degradado. Es aquel estado en el cual el SIS aun esta operando satisfactoriamente pero se encuentra vulnerable con respecto a fallas posteriores.

Modbus: Es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor. Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales.

Nivel de integridad de Seguridad (NIS, SIL). Es un nivel discreto para la especificación de los requerimientos de integridad de las funciones de seguridad a ser asignadas a sistemas instrumentados de seguridad. Cada nivel discreto se refiere a cierta probabilidad de que un sistema referido a seguridad realice satisfactoriamente las funciones de seguridad requeridas bajo todas las condiciones establecidas en un periodo de tiempo dado.

Probabilidad de falla en demanda (PFD). Un valor que indica la probabilidad de que un SIS falle para responder a una demanda.

Procesador lógico. Sistema o elemento electrónico diseñado para tomar las acciones necesarias sobre la base de una lógica determinada, estos sistemas incluyen módulos de entrada y salida.

Proceso: Sucesión de etapas físicas o químicas, con el objeto de obtener un producto deseado.

Prueba. Verificación operativa por simulación del funcionamiento de equipos o sistema completo, para confirmar que su operación real corresponderá con lo previsto.

Red. Grupo o conjunto de dos o mas computadoras, terminales, periféricos, equipos de control, entre otros que se comunican a través de un medio físico inalámbrico de tal manera que pueden compartir recursos.

Redundancia. Uso de elementos o sistemas múltiples, de igual o diferente tecnología, para desempeñar la misma función.

Redundancia diversa. La redundancia diversa, aplica diferente tecnología, diseños manufactura, programas de computo (software), etc. con la finalidad de reducir la influencia de fallas de causa común. La redundancia diversa debe emplearse únicamente para alcanzar el NIS (SIL) requerido, este tipo de redundancia no debe de emplearse cuando su aplicación resulte en el uso de componentes de baja confiabilidad.

Relé. Relevador. Tecnología usada en Sistemas Instrumentados de Seguridad basada en señales lógicas discretas (encendido/apagado).

Repetibilidad: La habilidad de un transductor para reproducir la misma salida cuando un valor medido es aplicado a éste consecutivamente bajo las mismas condiciones y en la misma dirección

Riesgo. Probabilidad de que ocurra un daño

Router: Un dispositivo de red de computadoras, que guía paquetes de datos a través de una red interna a su destino

SAP. Sistemas, Aplicaciones y Productos en el procesamiento de datos, es una Plataforma informática para dar soporte a varios procesos de la empresa (mantenimiento, finanzas, materiales, recursos humanos, SSPA, proyectos, otros), utilizado por Pemex y los organismos subsidiarios y el Corporativo, el modulo del sistema SAP-PM tiene la funcionalidad de la Gestión del Mantenimiento. (GUÍA PARA LA OPERACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN PETROLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS).

Sensor. Dispositivo o combinación de dispositivos que miden las condiciones del proceso (transmisores, interruptores de proceso, interruptores de posición, entre otros).

Servidor. Dispositivo o equipo de computo que forma parte de una red, y que tiene la capacidad de proveer servicios, tales como acceso a la base de datos, realizar procesos especiales y ejecución de programa delicado.

Sincronización: Acoplamiento de dos o más dispositivos para que trabajen al mismo tiempo.

Sistema.- Conjunto de ductos, equipo dinámico, compresores, reguladores, medidores y otros equipos para el transporte y distribución de productos petrolíferos.

Sistema de Control Distribuido (SCD). Es una red de procesadores digitales de información en el que uno o varios microprocesadores se encuentran repartidos en varios puntos de la planta donde están conectados a varias señales de proceso correspondientes, en general, a una parte homogénea de la planta. Estos microprocesadores se distribuyen de forma arquitectónica y están conectados entre sí a través de una vía de comunicaciones, la cual comunica a su vez con el centro supervisor del control central, desde donde se tiene acceso de modo automático o manual a todas las variables de proceso de la planta.

Sistema de control. Conjunto de elementos interconectados para desarrollar funciones de supervisión y control con el propósito de mantener estables las condiciones del proceso.

Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC). Dispositivo basado en instrumentos, sistemas electrónicos de operación digital y sistemas de computadoras o bien basados en microprocesadores, para funciones de control y/o de adquisición de datos y no desempeña ninguna función instrumentada de seguridad.

SIS (Safety Instrumented Systems). Es un sistema compuesto por sensores, procesadores lógicos y elementos finales de control que tiene el propósito de llevar al proceso a un estado seguro cuando se han violado condiciones predeterminadas. Otros términos comúnmente usados son Sistemas de Paro de Emergencia SPE (ESD) y Sistema de Paro de Seguridad .

Sistemas de Seguridad. Es todo aquel sistema que implanta las funciones de seguridad necesarias para mantener un estado seguro en el equipo bajo control.

Software: Conjunto de programas, lenguajes y procedimientos necesarios para que los equipos que integran un sistema digital de monitoreo y control se configuren, operen, reciban mantenimiento y se reparen.

Tiempo medio de reparación. El tiempo medio para reparar un elemento del SIS. Este tiempo abarca los tiempos involucrados desde que la falla ocurre hasta que la reparación se ha completado y el dispositivo ha regresado a operación normal.

Unidad de Control (PLC). Instrumento capaz de ser configurado para llevar a cabo el control de las funciones del SAAFAR (Sistemas Automáticos de Alarma por Detección de Fuego y/o por Atmosferas Riesgosas), por interrelación de las señales de detección, así como para establecer la comunicación con sistemas complementarios y el diagnóstico del mismo. Este instrumento debe cumplir con parámetros internacionales (IEC-61508) o equivalente, que garanticen su confiabilidad y disponibilidad en operación.

Vía de comunicaciones. Por donde circulan mensajes controlados mediante varios mecanismos de comprobación de errores y que es redundante (dos cables coaxiales) para que,

de este modo, una avería en un cable por cualquier motivo transfiera automáticamente las comunicaciones al otro cable, sin que el control se interrumpa.

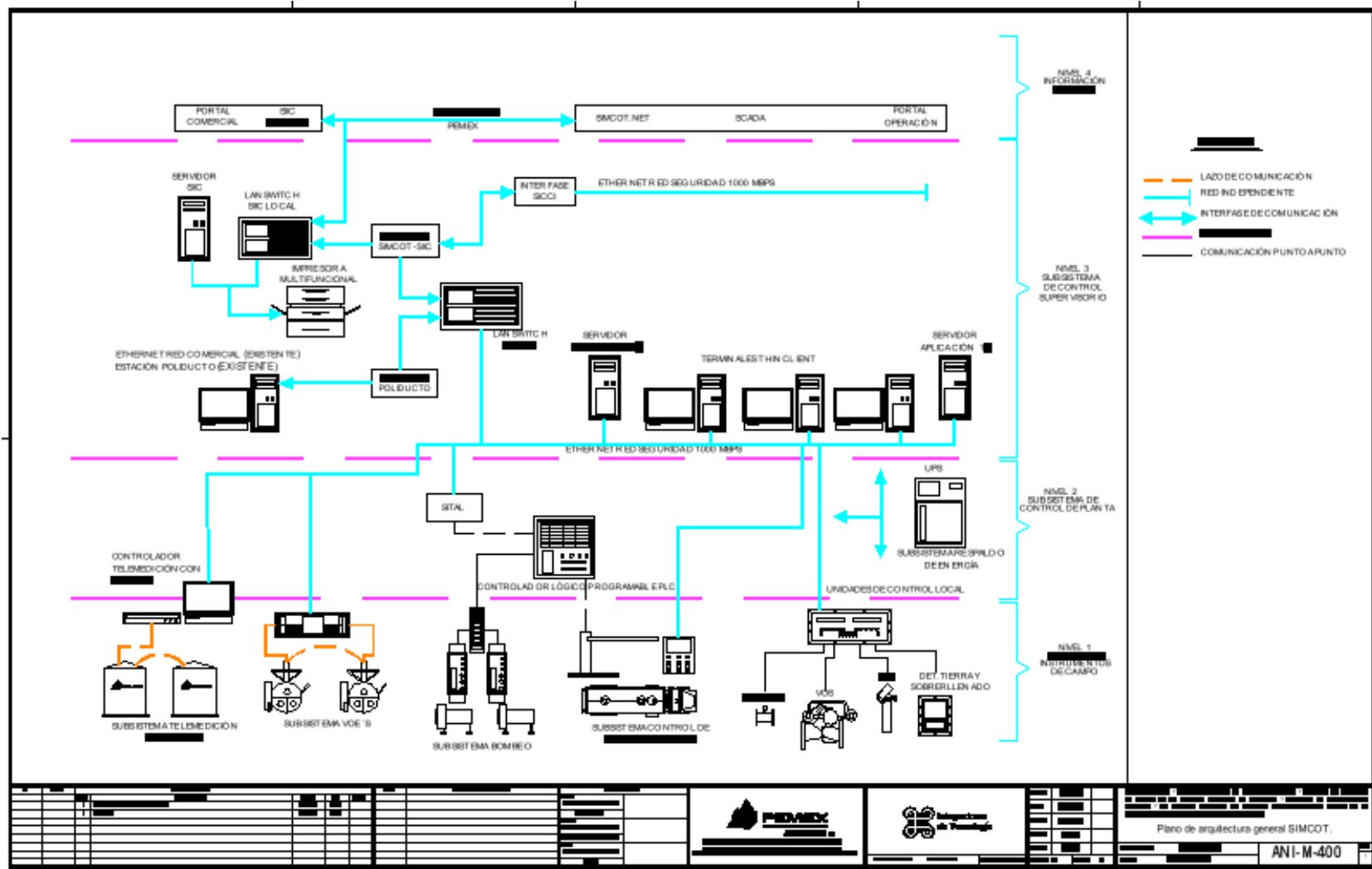


Figura. B. 2 SIMCOT