



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MÓDULO PM
SAP HANA S/4, BASADO EN NORMA ISO 14224:2016 EN PLANTA TRANSFORMADORA
DE HIDROCARBUROS DE LA EMPRESA ENERGÍA FLUIDA S. A.**

Mauro Dubalier Salvador Chicoj

Asesorado por el Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

Guatemala, febrero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MÓDULO PM
SAP HANA S/4, BASADO EN NORMA ISO 14224:2016 EN PLANTA TRANSFORMADORA
DE HIDROCARBUROS DE LA EMPRESA ENERGÍA FLUIDA S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

Mauro Dubalier Salvador Chicoj

ASESORADO POR EL ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Herbert Samuel Figueroa Avendaño
EXAMINADOR	Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco
EXAMINADOR	Ing. Esdras Feliciano Miranda Orozco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MÓDULO PM
SAP HANA S/4, BASADO EN NORMA ISO 14224:2016 EN PLANTA TRANSFORMADORA
DE HIDROCARBUROS DE LA EMPRESA ENERGÍA FLUIDA S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 24 de abril de 2019.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mauro Dubalier Salvador Chicoj', with a small circular stamp or mark to the right of the signature.

Mauro Dubalier Salvador Chicoj

Guatemala, 12 de febrero de 2021

Ingeniero
Gilberto Enrique Morales Baiza
Director de Escuela Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
USAC.

Ingeniero Morales:

Informo a usted que he asesorado y aprobado el trabajo de graduación del estudiante universitario de la carrera de Ingeniería Mecánica Mauro Dubalier Salvador Chicoj, registro académico 201114431 y CUI 2150207660101, con el título **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MÓDULO PM SAP HANA S/4, BASADO EN NORMA ISO 14224:2016 EN PLANTA TRANSFORMADORA DE HIDROCARBUROS DE LA EMPRESA ENERGÍA FLUIDA S.A.”**

Por lo anterior, extendiendo la presente constancia de revisión y aprobación del trabajo de graduación, y recomendando continuar sus aprobaciones para alcanzar el examen público de graduación.

Sin otro particular,

atentamente,



Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 3071

Ref.E.I.M.025.2021

El Coordinador del Área Complementaria de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MÓDULO PM SAP HANA S/4, BASADO EN NORMA ISO 14224:2016 EN PLANTA TRANSFORMADORA DE HIDROCARBUROS DE LA EMPRESA ENERGÍA FLUIDA S.A.** presentado por el estudiante **Mauro Dubalier Salvador Chicoj**, CUI **2150207660101** y Reg. Académico No. **201114431** recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"



Carlos Humberto Pérez Rodríguez
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL
Colegiado 3071

Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
Coordinador Área Complementaria
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, febrero 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.025.EIM.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MÓDULO PM SAP HANA S/4, BASADO EN NORMA ISO 14224:2016 EN PLANTA TRANSFORMADORA DE HIDROCARBUROS DE LA EMPRESA ENERGÍA FLUIDA S. A.**, presentado por: **Mauro Dubalier Salvador Chicoj**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Gilberto Enrique Morales Baiza
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, febrero de 2022

LNG.DECANATO.OI.068.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al Trabajo de Graduación titulado: **PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL MÓDULO PM SAP HANA S/4, BASADO EN NORMA ISO 14224:2016 EN PLANTA TRANSFORMADORA DE HIDROCARBUROS DE LA EMPRESA ENERGÍA FLUIDA S. A.**, presentado por: **Mauro Dubalier Salvador Chicoj**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova 

Decana

Guatemala, febrero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi vida y en mi carrera.
San Judas Tadeo	Por ser la luz de esperanza en mi camino.
Mis padres	Mauro Salvador Higueros y Ana Ofelia Chicoj de Salvador: a mi madre por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y a mi padre por enseñarme que nunca debo rendirme ante nada.
Mis hermanos	Christian Ademar, mi hermano mayor, y Josué Odhair Salvador Chicoj, mi hermano menor, por ser mi ejemplo para seguir y lo mejor que la vida me ha dado.
Mi cuñada y sobrino	Jackelin Elizabeth Rabanales Muñoz y Mauro Alberto Salvador Rabanales, por formar parte de mi vida y acompañarme en este sueño.
Mi abuelo	Maximiliano Chicoj, (q. e. p. d.), por inculcarme el amor por la ingeniería.
Mis tías	María Narcisa Chicoj de Pérez y Juana Chicoj de Guerra, por apoyarme en mi etapa de adolescente. Gracias por su apoyo, tías.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de formarme como profesional y ser parte de esta prestigiosa casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por abrirme las puertas e inculcarme los conocimientos de ciencia y tecnología, y formarme como un profesional autodidacta.
Mis amigos de la Facultad	Abiel Sarpec, Jaganath Carrascoza, Alejandro Pérez, Edy Juárez, Cesar Menocal, Alan Sinay, Cesar Escobar, Estefan Castro, Gustavo Zea, Ricardo Mauricio, Henry Monroy, Alejandro Rodas, Rodrigo Guerra, Miguel Rivera y Héctor Contreras por brindarme su amistad y por hacer esta etapa una vivencia inolvidable.
Ing. Francisco Santos	Por darme la oportunidad y confiarme este proyecto.
Ing. Carlos Pérez	Por brindarme sus conocimientos y ayuda para la elaboración de mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	1
1.1. Historia.....	1
1.2. Misión.....	2
1.3. Visión.....	2
1.4. Valores.....	2
1.5. Departamento de mantenimiento de la planta	2
1.5.1. Equipo de la planta	3
1.5.2. Plan de mantenimiento actual.....	3
1.6. Proceso que se realiza en la planta.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Destilación atmosférica.....	5
2.2. Diagrama de flujo de proceso.....	9
2.2.1. Norma ISO 10628.....	9
2.3. Áreas de planta	10
2.4. Equipo utilizado en las áreas de la planta	13
2.4.1. Columna de fraccionamiento	13
2.4.2. Intercambiador de calor	17

	2.4.2.1.De carcasa y tubos.....	18
	2.4.2.2.De tubos.....	18
2.4.3.	Calentador de fuego directo	19
2.4.4.	Caldera eléctrica	20
2.4.5.	Condensador.....	20
2.4.6.	Reboiler.....	21
2.4.7.	Evaporador	22
2.4.8.	Antorcha de seguridad	23
2.4.9.	Tanque agitador	24
2.4.10.	Tanques de sedimento	26
2.4.11.	Tanques de almacenamiento	28
2.4.12.	Filtros industriales	30
2.4.13.	Bombas.....	31
	2.4.13.1. Bombas dinámicas	31
2.4.13.1.1.	Bombas centrífugas.....	32
	2.4.13.2. Bombas de desplazamiento positivo	32
2.4.13.2.1.	Bombas de engranajes internos.....	33
2.4.13.2.2.	Bombas de paletas.....	33
	2.4.13.3. Bombas dosificadoras	35
2.5.	Norma ISO 14224:2016	35
2.5.1.	Recopilación de la información del activo.....	36
2.5.2.	Taxonomía	37
	2.5.2.1. Datos específicos al equipo.....	38
2.6.	SAP S/4 HANA.....	39
2.7.	Descripción general del módulo PM de SAP	40
2.7.1.	Transacciones básicas en módulo PM.....	42
2.7.2.	Gestión de objetos técnicos	47
	2.7.2.1. Clase/características	48
	2.7.2.2. Ubicaciones técnicas.....	50

2.7.2.3.	Equipo.....	51
2.7.2.4.	Puestos de trabajo de mantenimiento	52
2.7.2.5.	Estrategia de mantenimiento	55
2.7.2.6.	Hoja de ruta.....	57
2.7.2.7.	Lista de materiales de mantenimiento	60
2.7.2.8.	Puntos de medición	61
2.7.2.9.	Documentos de medición	64
2.7.2.10.	Catálogos de fallas principales en equipos.....	65
2.7.2.11.	Planificación del mantenimiento	66
2.8.	Mantenimiento	67
2.8.1.	Mantenimiento correctivo.....	68
2.8.2.	Mantenimiento preventivo.....	68
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	71
3.1.1.	Levantamiento de equipo (PM05 SAP HANA).....	73
3.1.2.	Clasificación de las clases de equipos (PM02 SAP HANA)	76
3.1.3.	Análisis y asignación de características (PM01 SAP HANA)	78
3.1.4.	Asignación de puestos de trabajo (PM03 SAP HANA).....	82
3.1.5.	Creación de ubicaciones técnicas bajo taxonomía ISO 14224:2016 (PM04 SAP HANA).....	86
3.1.6.	Creación de catálogos de fallas principales de los equipos (PM07 SAP HANA)	89

3.1.7.	Creación de hojas de ruta para equipos (PM08 SAP HANA)	95
3.1.8.	Asignación de repuestos (PM09 SAP HANA)	98
3.1.9.	Creación de puntos de medida (PM10 SAP HANA).....	101
3.1.10.	Creación de documentos de medida (PM11 SAP HANA).....	103
3.1.11.	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo (basado en tiempo) simple (PM12 SAP HANA)	105
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	111
4.1.	Diagrama de flujo de proceso	111
4.2.	Implementación de equipos en el sistema (SAP HANA S/4)..	112
CONCLUSIONES.....		117
RECOMENDACIONES		119
BIBLIOGRAFÍA.....		121
APÉNDICE		123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Plano de planta en general.....	4
2.	Esquema básico de la destilación atmosférica de crudo	8
3.	Diagrama de flujo	9
4.	Area de evaporizcion	10
5.	Área de control de presión.....	11
6.	Área de lavado y filtración	12
7.	Área de almacenamiento o descarga	13
8.	Interior de columna fraccionaria industrial	14
9.	Zona <i>flash</i>	15
10.	Cabeza fraccionaria.....	16
11.	Extracción de corrientes laterales.....	17
12.	Intercambiador de calor de carcasa y tubos	18
13.	Intercambiador de calor de tubos	19
14.	Resistencia eléctrica industrial	20
15.	Condensador	21
16.	Reboiler	22
17.	Evaporador	23
18.	Antorcha industrial.....	24
19.	Tanque agitador	26
20.	Tanque de sedimentación horizontal.....	27
21.	Tanque de sedimentación vertical	28
22.	Tanque de almacenamiento	29
23.	Filtro industrial	30

24.	Bomba de paletas	34
25.	Bomba de engranajes	34
26.	Bomba dosificadora	35
27.	Pirámide taxonómica Norma ISO 14224:2016	38
28.	Módulos de SAP	40
29.	Estructura de catálogos en módulo PM	65
30.	Plantilla de equipos PM05.....	76
31.	Clases en equipo PM02	77
32.	Plantilla de clases PM02	78
33.	Plantillas de características PM01	81
34.	Código de puestos de trabajo	82
35.	Plantilla para asignación de puesto de trabajo PM03	85
36.	Estructura para un equipo sencillo	86
37.	Ubicación técnica de la empresa	87
38.	Ubicación técnica de planta transformadora de hidrocarburos	87
39.	Plantilla de ubicaciones técnicas PM04	89
40.	Plantilla de catálogo de fallas (parte objeto B)	91
41.	Plantilla de catálogo de fallas (síntomas de avería C)	92
42.	Plantilla de catálogo de fallas (causa de avería 5)	93
43.	Plantilla de catálogo de fallas (acción correctiva 2).....	94
44.	Plantilla Hojas de ruta PM08	98
45.	Plantilla para asignación de repuestos e insumos PM09	100
46.	Plantilla de punto de medición PM10	103
47.	Plantilla de documentos de medición PM11.....	105
48.	Estrategias de mantenimiento.....	106
49.	Tipo de ciclo de estrategia	106
50.	Frecuencia de mantenimiento intercambiadores de calor	107
51.	Descripción de niveles	107
52.	Plantilla de plan de mantenimiento preventivo simple (PM12)	109

53.	<i>Block</i> de notas con equipos a carga	112
54.	Renovación de equipos	113
55.	Datos generales	114
56.	Bomba centrífuga dentro del sistema SAP	116

TABLAS

I.	Intervalos de ebullición de fracciones destiladas de la columna atmosférica	5
II.	Aviso PM	43
III.	Órdenes de servicio de mantenimiento.....	43
IV.	Consultas de <i>stock</i>	43
V.	Puesto de trabajo de mantenimiento.....	44
VI.	Ubicación técnica	44
VII.	Equipo	44
VIII.	Lista técnica de mantenimiento	45
IX.	Estrategia de mantenimiento	45
X.	Lista de tareas de mantenimiento.....	45
XI.	Catálogos.....	46
XII.	Órdenes de servicio de mantenimiento.....	46
XIII.	Puntos de medida y documentos de medida.....	46
XIV.	Plan de mantenimiento	47
XV.	Código de colores	71
XVI.	Procesos de gestión	72
XVII.	Equipos PM05	73
XVIII.	Clases PM02	77
XIX.	Características de equipos PM01	79
XX.	Definición de puesto de trabajo	82

XXI.	Puesto de trabajo PM03	83
XXII.	Ubicación técnica PM04	88
XXIII.	Parte objeto (B) PM07	90
XXIV.	Síntoma de avería (C) PM07.....	91
XXV.	Causas de avería (5) PM07	93
XXVI.	Acción correctiva (2) PM07	94
XXVII.	Hojas de ruta PM08	95
XXVIII.	Repuestos e insumos PM09	99
XXIX.	Puntos de medida PM10	101
XXX.	Documentos de medición PM10	104
XXXI.	Plan de mantenimiento preventivo PM11	108
XXXII.	Procesos planta transformadora de hidrocarburos	111

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit

GLOSARIO

Avería	Daño, rotura o fallo que impide o perjudica el funcionamiento del mecanismo de una máquina, una red de distribución u otra componente.
Causa	Motivo o razón para obrar de una manera determinada.
Duración	Tiempo en que se conserva un elemento en determinado estado, sin deteriorarse ni acabarse.
Frecuencia	Número de veces en que ocurre o se realiza una acción durante un período o un espacio determinados.
<i>Stock</i>	Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.
SAP	Software de planificación de recursos empresariales.

RESUMEN

El trabajo de graduación se realizó con el fin de mejorar la vida útil de los equipos empleados en la planta transformadora de hidrocarburos de una empresa generadora de energía.

El objetivo principal del trabajo es proponer un plan de mantenimiento preventivo basado en la norma ISO 14424:2016 que puede gestionarse dentro del módulo PM del sistema SAP HANA S/4. Para poder relacionar la norma y el módulo, se utilizaron directrices de jerarquía de la norma y se realizó la recopilación de información necesaria que solita el módulo PM para poder gestionar un plan de mantenimiento preventivo.

Además, se estableció el proceso de la planta, mediante un diagrama de flujo de proceso de la norma ISO 10628 y se generaron registro de los equipos, con base en las especificaciones del fabricante y los requerimientos del módulo PM.

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de mantenimiento preventivo para el módulo PM SAP HANA S/4, basado en norma ISO 14224:2016 en planta transformadora de hidrocarburos de la empresa ENERGÍA FLUIDA S. A.

Específicos

1. Definir el proceso de destilación atmosférica de la planta, mediante un diagrama de flujo de proceso.
2. Analizar las diferentes familias de equipo que están presentes en la planta bajo la pirámide taxonómica de la norma ISO 14224:2016.
3. Diseñar y elaborar los registros de mantenimiento para cada equipo, según las especificaciones que indica el módulo PM del sistema SAP HANA S/4.
4. Implementar los equipos en el módulo PM de SAP HANA.S/4.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es el conjunto de acciones de reparación de un equipo, antes de una falla o durante la presencia de la falla: la combinación de acciones técnicas y administrativas.

El mantenimiento preventivo es aquel que se ejecuta en intervalos predeterminados de acuerdo con criterios ya prescritos por el fabricante del equipo o por frecuencias de reparaciones definidas con anterioridad. Este tipo de mantenimiento se utiliza para reducir la probabilidad de falla del equipo.

El proceso de destilación atmosférica se lleva a cabo dentro de una planta transformadora de hidrocarburos; utiliza elevadas temperaturas y demanda de trabajo. El equipo de trabajo debe encontrarse en óptimo estado para soportar las temperaturas que presentan aumentos de presión muy elevados.

El trabajo de graduación se encuentra dividido en cuatro capítulos en los que se explica con detalle el proceso que se realiza en la planta y el mantenimiento preventivo para los equipos. En el primer capítulo se detalla los requerimientos del módulo PM del sistema antes mencionado para poder planificar un mantenimiento preventivo.

El segundo capítulo se explica el proceso de destilación atmosférica de la planta, las áreas en las que se encuentra dividido el proceso dentro de la planta, el equipo que se utiliza para el proceso y la descripción del módulo PM del sistema SAP.

En el tercer capítulo se describe el desarrollo de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, donde se especifica la forma en la que se debe de recopilar la información necesaria para la planificación de un plan de mantenimiento preventivo dentro del módulo PM.

En el cuarto capítulo se muestra cómo se implementó el equipo siguiendo los datos de la plantilla PM05, la cual corresponde al levantamiento de equipo de toda la planta. Además de esto se describe el diagrama de flujo de la planta.

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La empresa se dedica principalmente a la industria textil, pero dentro de ella existen varias plantas alternas una de ellas es la planta transformadora de hidrocarburos, la cual es una planta piloto.

1.1. Historia

Nuestros orígenes comerciales se remontan a 1956.

El talento y experiencia de los fundadores permite que el negocio evolucione desde una empresa comercializadora de telas, a una capaz de diseñar, producir y vender sus propios productos. Habiendo ya logrado abastecer el mercado local, en 1973 inauguran el mercado internacional a través de sus primeras exportaciones a Estados Unidos.

Mediante pasión y esfuerzo constante, se logra alcanzar el objetivo: transformarse en un “supermercado textil”. Transformada en una compañía capaz de producir y comercializar una amplísima gama de productos diversos – como hilo, tejido plano, tejido de punto, tejidos de hilo preteñido, tejidos estampados – llega a forjar una marca propia, bien reconocida en la industria textil. Cada paso y cada producto quedan plasmados con la exigencia y disciplina de altos estándares de calidad.¹

¹ LIZTEX. *Nuestra Historia*. <http://liztex.com/nuestra-historia/>. Consulta: 20 de diciembre de 2020.

1.2. Misión

“Diferenciarnos mediante la innovación brindando a nuestros clientes un servicio con rapidez a través de la implementación de nuevas tecnologías, procesos sustentables y mejora continua”.²

1.3. Visión

“De Guatemala al mundo, ser líderes globales en la industria textil”.³

1.4. Valores

- “Integridad
- pasión y emprendimiento
- resolución de nuevos desafíos
- creatividad
- agilidad y diligencia”.⁴

1.5. Departamento de mantenimiento de la planta

El departamento de mantenimiento de la planta está conformado por las siguientes personas:

- un supervisor general
- dos mecánicos industriales
- un ayudante

² LIZTEX. *Misión, visión y valores*. <http://liztex.com>. Consulta: 20 de diciembre de 2020.

³ Ibíd.

⁴ Ibíd.

El personal indicado anteriormente realiza las tareas de mantenimiento de toda la planta cumplen con las rutinas de inspección y lubricación, mantenimiento correctivo o reparaciones, servicios menores y mantenimiento preventivo a bombas, intercambiadores de calor, tanques, condensadores, otros.

El supervisor y los técnicos no tienen a su carga determinados equipos cada uno cumple con diversas funciones de mantenimiento en diferentes equipos, además también tienen a su cargo el proceso de la planta.

Si es necesario soldar algún tipo de pieza o alguna reparación que involucre soldadura se debe de solicitar al ingeniero de producción que solicite este tipo de servicios a la empresa directamente, sucede lo mismo si se presenta algún problema de índole eléctrico en algún equipo.

1.5.1. Equipo de la planta

La planta cuenta con 107 equipos, de los cuales el 34,6 % fueron fabricados por los técnicos de la empresa, el otro 65,4 % lo constituyen los equipos adquiridos de forma comercial.

1.5.2. Plan de mantenimiento actual

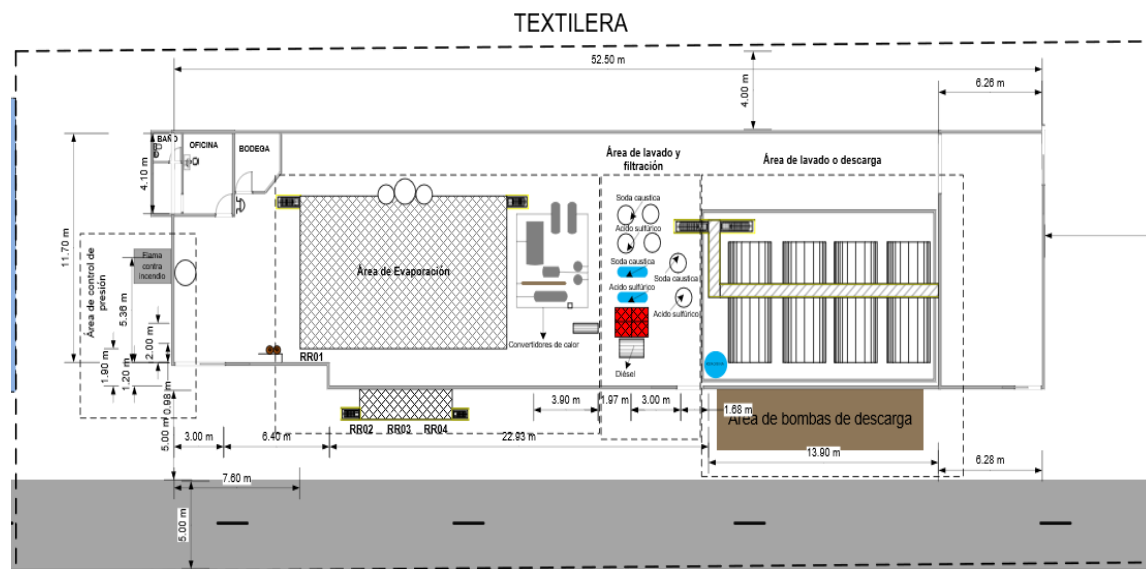
La empresa cuenta con un software de mantenimiento que genera funciones de mantenimiento que permite diferenciar la ubicación entre los equipos, el tipo de equipo, hojas de ruta del equipo, puestos de trabajo para el equipo, tipos de mantenimientos al equipo, otros. Debido a que la planta transformadora de hidrocarburos es una planta piloto no cuenta con ninguna de las funciones antes mencionadas.

El departamento de seguridad y salud ocupacional es el encargado de realizar las órdenes de mantenimiento para los equipos. El ciclo de mantenimiento está basado en históricos de mantenimientos realizados a los equipos anteriormente.

1.6. Proceso que se realiza en la planta

En la planta se realiza un proceso de destilación atmosférica, el cual se lleva a cabo a una presión cercana a la presión atmosférica. Este proceso se utiliza para extraer los hidrocarburos presentes de forma natural en el crudo, sin afectar a la estructura molecular de los componentes. El proceso no se encuentra definido en un diagrama de flujo de proceso (PFD), debido a que se han añadido y eliminado equipos anteriormente y las áreas de la planta han variado, es por ello por lo que no se cuenta con un PFD.

Figura 1. Plano de planta en general



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Destilación atmosférica

La destilación atmosférica es un proceso en el que el crudo es sometido a elevadas temperaturas dentro de una columna fraccionada, la cual se encuentra a una presión muy cercana a la presión atmosférica. El crudo es separado en diferentes hidrocarburos, según su punto de ebullición. Debido a que esto se genera de una forma natural es posible que no se afecte la estructura molecular de cada componente.

En la columna atmosférica de la planta se obtienen las siguientes fracciones de destilación:

Tabla I. **Intervalos de ebullición de fracciones destiladas de la columna atmosférica**

Fracción	Intervalos de ebullición	
	Celsius (°C)	Fahrenheit (°F)
Gas (GLP)		
Nafta	40-160	104-320
Keroseno	160-220	320-428
Diésel	220-330	428-626
Residuo de crudo (Bunker)	330-425	626-797

Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura podemos ver un diagrama de flujo de la torre de destilación atmosférica de crudo en la que están marcadas las diferentes partes de la operación de la torre con recuadros de diferente color y numeradas. El crudo

se bombea desde el almacenamiento y es precalentado en un tren de cambiadores por intercambio con las corrientes de destilado salientes de la unidad (1). A una temperatura entre 100 y 150 °C se inyecta agua y emulsiona el crudo tratándose en un desalador deshidratador (2). El crudo desalado se envía a un depósito de espera donde se separan una parte del agua no separada en la operación de desalado y una parte de los ligeros contenidos en el crudo enviándose esta corriente a la zona de expansión de la destilación (*Flash*) sin ser precalentada (3). Una bomba aspira el crudo y lo envía al horno tras pasar por el resto de los intercambiadores donde enfría las corrientes que abandonan la destilación (4).

El crudo calentado en el horno se vaporiza parcialmente al entrar en la torre. Para garantizar una corriente de reflujo suficiente en la destilación se suele vaporizar aproximadamente entre un 3 y un 5 % más del requerido por balance para garantizar la producción de destilados. El crudo entra en la zona inferior de *flash* de la torre. La fracción líquida de la alimentación abandona la destilación por fondos de la torre tras someterse a un *stripping* con vapor (5), mientras que los vapores ascienden en contracorriente con el reflujo frío promoviendo el contacto íntimo entre ambas corrientes por medio de una serie de platos de campanas de borboteo.

Los destilados se recuperan en diferentes platos, tratándose estas corrientes en diferentes strippers laterales para eliminar ligeros enviando el producto al almacenamiento o introduciéndolo en otra operación de la refinería, y los ligeros y el vapor de agua es reintroducido en la torre por encima del plato de extracción (6).

Las columnas de líquido no utilizan hervidores, generalmente se incorporan varios platos por debajo de la zona de alimentación, introduciéndose vapor por

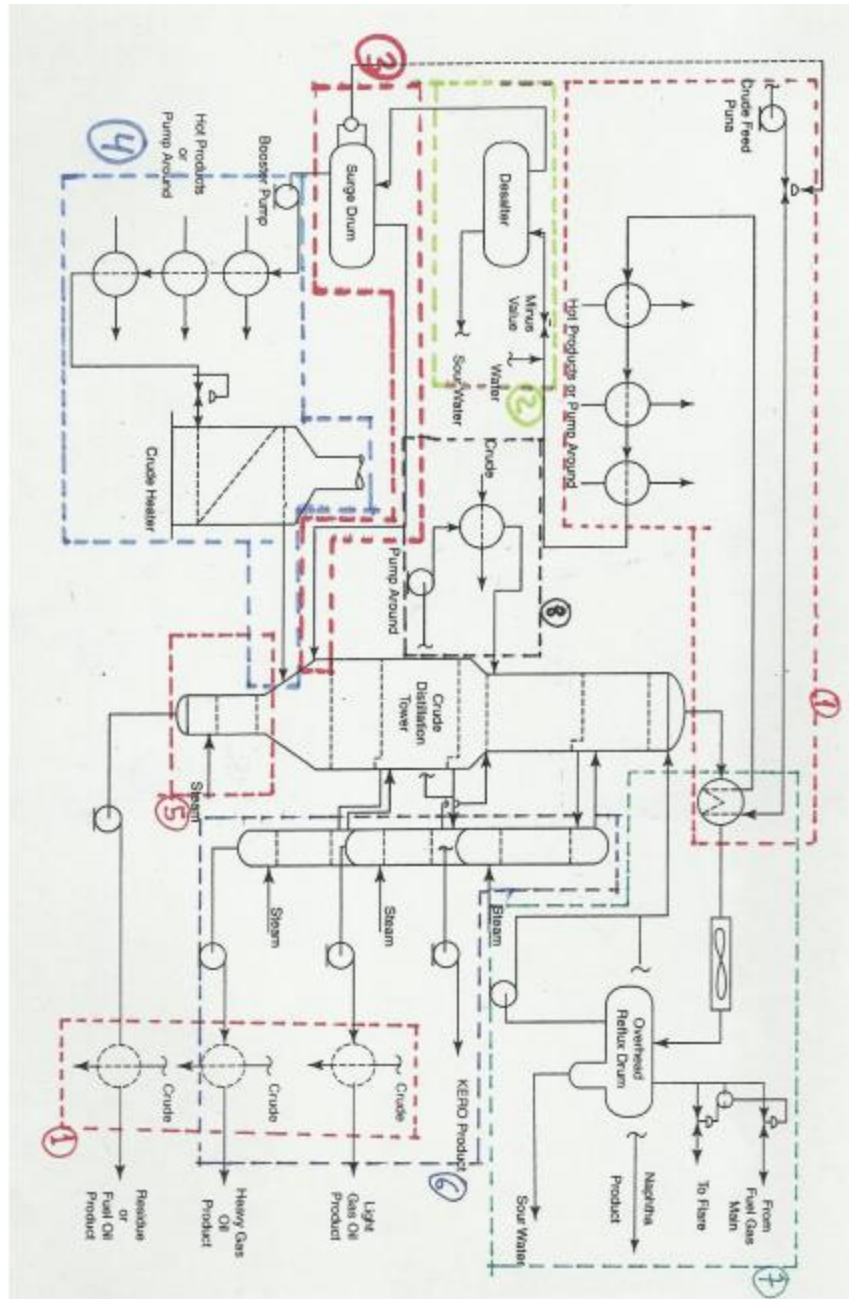
debajo del plato de cola para separar cualquier gasóleo residual del líquido en la zona de alimentación y dar lugar a residuos con un alto punto de inflamación. El vapor reduce la presión parcial de los hidrocarburos rebajando así la temperatura requerida para la vaporización.

La corriente de productos más ligeros (LPG y naftas) abandonan la torre por la parte superior condensados y recogidos en el depósito de reflujo de cabeza, utilizándose una parte como reflujo mientras que la restante se envía a la unidad de ligeros para su posterior estabilización y destilación (7).

Un sistema de bombeo y enfriamiento (Pump Around) garantiza el reflujo en la zona de *flash* condensando una fracción de la corriente de vapor justo en el plato de extracción de gasoil ligero (8).⁵

⁵ GARCÍA GALLEG0, Miguel Ángel. *Proyecto fin de carrera: Aplicación HYSYS. Destilación atmosférica de crudo petrolífero.* <https://www.scribd.com/document/350034856/Hysys-Destilacion-Atmosferica-de-crudo-Petrolifero-pdf>. Universidad de Sevilla, Departamento de ingeniería química y ambiental, Sevilla, 2012.

Figura 2. Esquema básico de la destilación atmosférica de crudo

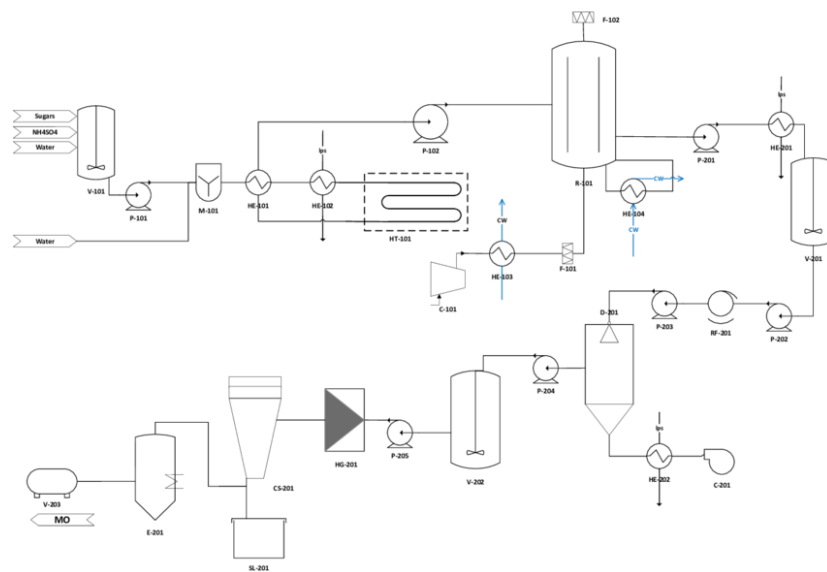


Fuente: GARCÍA GALLEG0, Miguel Ángel. *Proyecto fin de carrera: aplicación HYSYS. Destilación atmosférica de crudo petrolífero.* Esquema básico de la destilación atmosférica de crudo. p. 26.

2.2. Diagrama de flujo de proceso

Un diagrama de flujo de proceso (PFD) es un diagrama comúnmente utilizado en ingeniería química y de procesos para indicar el flujo general de los procesos y equipos de la planta. El PFD muestra la relación entre el equipo principal de las instalaciones de una planta y no muestra detalles menores, como detalles de tuberías y designaciones. Otro término comúnmente usado para un PFD es una hoja de flujo.

Figura 3. Diagrama de flujo



Fuente: Researchgate. *Diagrama de flujo del proceso (PFD) para la producción de lípidos microbianos*. https://www.researchgate.net/figure/Process-Flow-Diagram-PFD-for-the-production-of-microbial-lipids_fig1_343093507. Consulta: 10 de enero de 2022.

2.2.1. Norma ISO 10628

La norma ISO 10628 es una norma internacional que indica cuales son las directrices para la elaboración de diagramas de flujo para las plantas de

proceso. Estos tipos de diagramas son utilizados en las industrias químicas, petroquímicas, petroleras, farmacéuticas, alimenticias y de medio ambiente. También pueden utilizarse en otras industrias como la minera o metalúrgica.

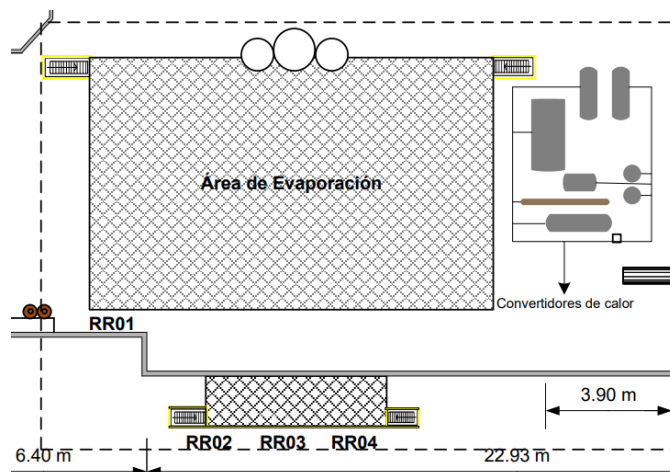
2.3. Áreas de planta

La planta está conformada por cuatro áreas. Cada una tiene una función específica en el proceso de destilación. Las áreas serían las siguientes:

- Área de evaporización

Esta área está conformada por todos los equipos que se utilizan en el precalentado, calentado y destilado del crudo, también los quipos que se utilizan para transportar el crudo desde el tanque de almacenamiento hasta el primer punto de precalentado.

Figura 4. Área de evaporización

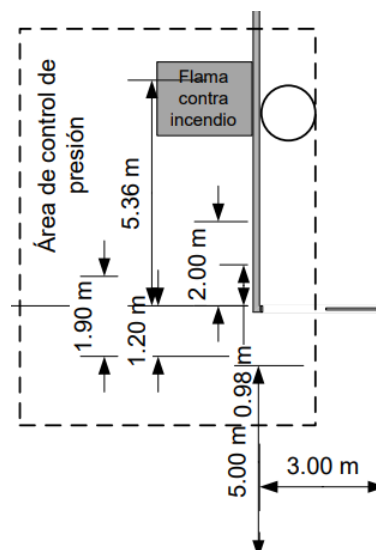


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

- Área de control de presión

Esta área está conformada por los equipos que regulan los gases que generan altas presiones de trabajo en el proceso.

Figura 5. **Área de control de presión**

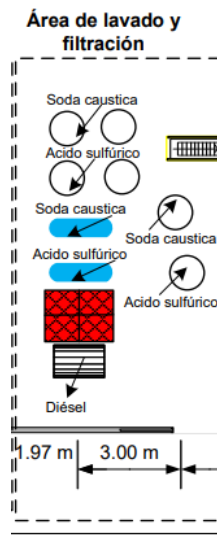


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

- Área de lavado y filtración

Esta área está conformada por los equipos que añaden aditivos a las destilaciones obtenidas en el área de evaporización. También por los equipos que filtran impureza obtenidas en el proceso.

Figura 6. **Área de lavado y filtración**

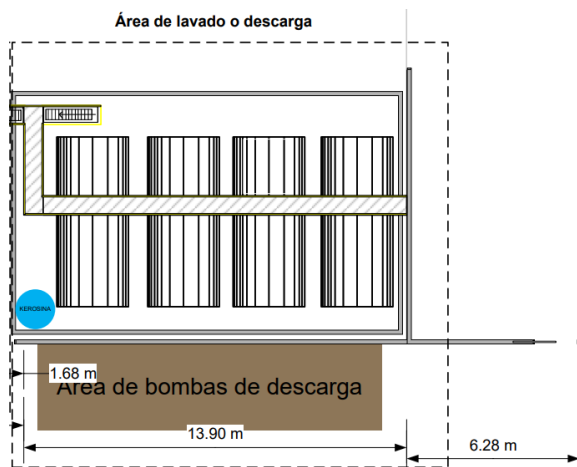


Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

- **Área de almacenamiento y descarga**

Esta área está conformada por los tanques de almacenamiento y por el sistema de bombas de descarga. Esta área se encuentra reforzada con muros de hormigón.

Figura 7. **Área de almacenamiento o descarga**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

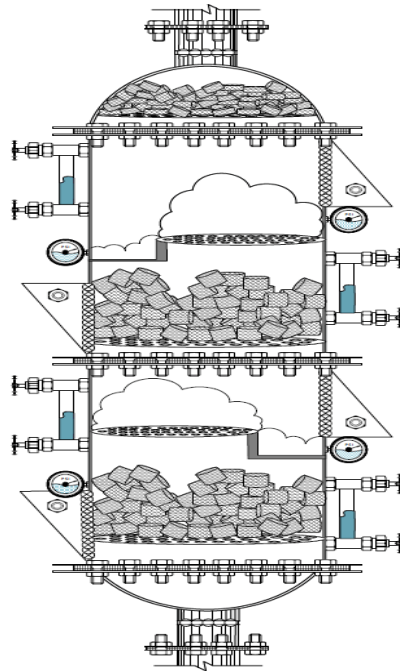
2.4. **Equipo utilizado en las áreas de la planta**

Cada área cuenta con diferentes equipos, los cuales son empleados en el proceso de destilación. Algunos equipos fueron fabricados por el personal de la planta y no cuenta con especificaciones.

2.4.1. **Columna de fraccionamiento**

Una columna de fraccionamiento es un elemento esencial utilizado en la destilación de mezclas líquidas para separar la mezcla en sus partes componentes o fracciones, en función de las diferencias en las volatilidades. Las columnas de fraccionamiento se utilizan en destilaciones de laboratorio a pequeña escala, así como para destilaciones industriales a gran escala.

Figura 8. Interior de columna fraccionaria industrial



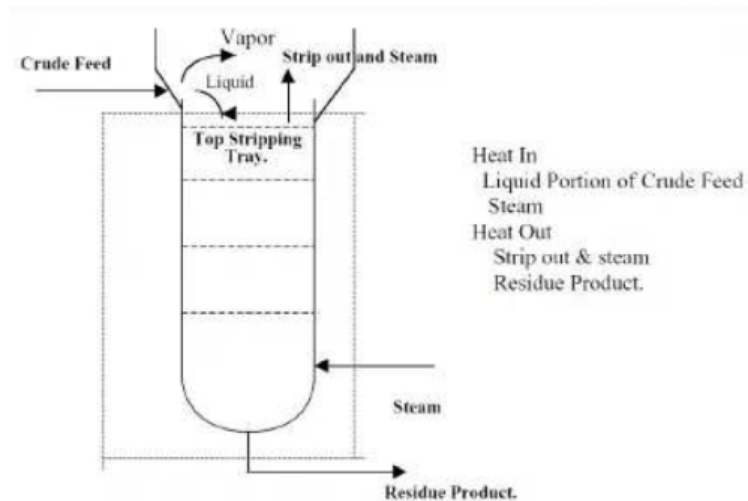
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

La columna fraccionaria se encuentra dividida en tres secciones. Cada una de estas secciones es de suma importancia para que el proceso de destilación cuente con la calidad necesaria. Estas secciones son las siguientes:

- Zona *flash*

Esta zona se encuentra ubicada por debajo de las etapas de fraccionamiento en la parte baja de la columna. Cuenta con una temperatura constante adecuada para que el grado de evaporización sea el correcto. Esta zona también es la encargada de evaporizar el reflujo proveniente de la cabeza de la columna. La temperatura de esta zona en la columna de destilación de la planta es de 330 a 425 °C.

Figura 9. **Zona flash**

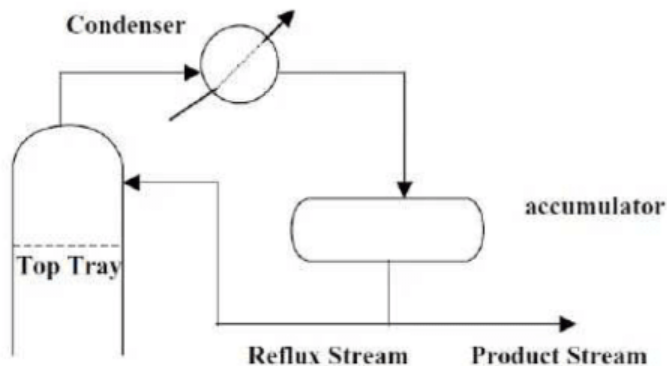


Fuente: GARCÍA GALLEGO, Miguel Ángel. *Esquema de la zona flash y la parte inferior de la torre. Proyecto fin de carrera: aplicación HYSYS. Destilación atmosférica de crudo petrolífero.* p. 28.

- Cabeza fraccionaria

En esta sección de la columna los vapores salen en su punto de rocío, los vapores se dirigen a un condensador de carcasa y tubos, luego los vapores se dirigen a un bidón de condensado para que los hidrocarburos sean separados del agua. Una fracción del condensado es enviada al reflujo de la columna que se encuentra en la parte superior. El reflujo que entra a la columna pasa a través de un sistema de rociadores para que la distribución sea la correcta en la primera bandeja de la columna.

Figura 10. **Cabeza fraccionaria**



Fuente: GARCÍA GALLEGO, Miguel Ángel. *Esquema de la parte superior de la torre y sistema de condensación. Proyecto fin de carrera: aplicación HYSYS. Destilación atmosférica de crudo petrolífero.* p. 29.

- Corrientes laterales y reflujos intermedios

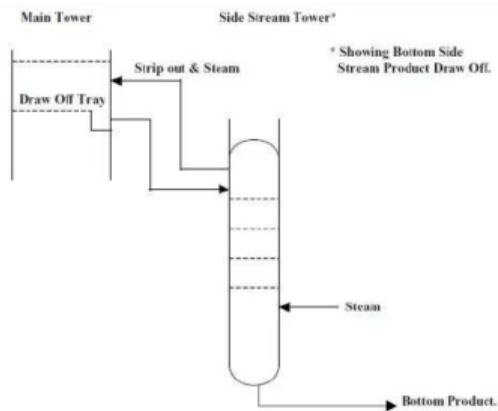
En una columna fraccionaria de destilación atmosférica, existen tres corrientes laterales, la corriente de keroseno, gasoil ligero y gasoil pesado. Ante la presencia de estas tres corrientes tiene que existir por lo menos dos sistemas de bombeo y enfriamiento *pump around* que tenga el objetivo de garantizar el reflujo interno en la sección inmediata al plato de extracción *draw off tray*.

El reflujo es tomado por una fracción del destilado y es bombeado así un intercambiador de calor que enfría el destilado, para luego introducirlo a la columna. El líquido al introducirse en la columna en descenso actúa como un condensador interno de contacto directo.

Las corrientes laterales son introducidas por la cabeza del stripper a través de un plato distribuidor que posee un control de nivel. El producto abandona el stripper por los fondos y es bombeado al almacenamiento. El bombeo se controla

por el nivel del producto en el fondo del stripper. La planta cuenta con dos *strippers* uno para el keroseno y el otro para el gasoil ligero o diésel.

Figura 11. **Extracción de corrientes laterales**



Fuente: GARCÍA GALLEGO, Miguel Ángel. *Esquema extracción y stripping de una corriente lateral. Proyecto fin de carrera: aplicación HYSYS. Destilación atmosférica de crudo petrolífero.* p. 30.

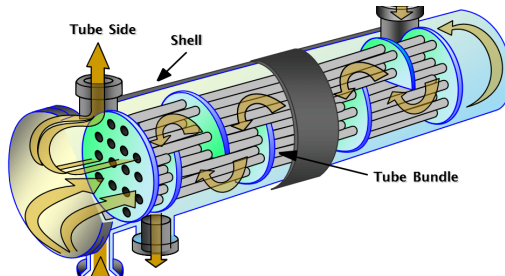
2.4.2. Intercambiador de calor

Un intercambiador de calor es un dispositivo diseñado para transferir calor entre 2 fluidos o entre un fluido y un sólido que está en contacto con dos fluidos. Son elementos fundamentales en los sistemas de calefacción, refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía, procesamiento químico, además de en aparatos de la vida cotidiana como calentadores, frigoríficos, calderas, ordenadores, el radiador del motor de un automóvil, otros.

2.4.2.1. De carcasa y tubos

Los intercambiadores de calor de carcasa y tubos están compuestos por tubos cilíndricos, montados dentro de una carcasa también cilíndrica, con el eje de los tubos paralelos al eje de la carcasa. Un fluido circula por dentro de los tubos, y el otro por el exterior (fluido del lado de la carcasa). Son el tipo de intercambiadores de calor más usado en la industria.

Figura 12. Intercambiador de calor de carcasa y tubos



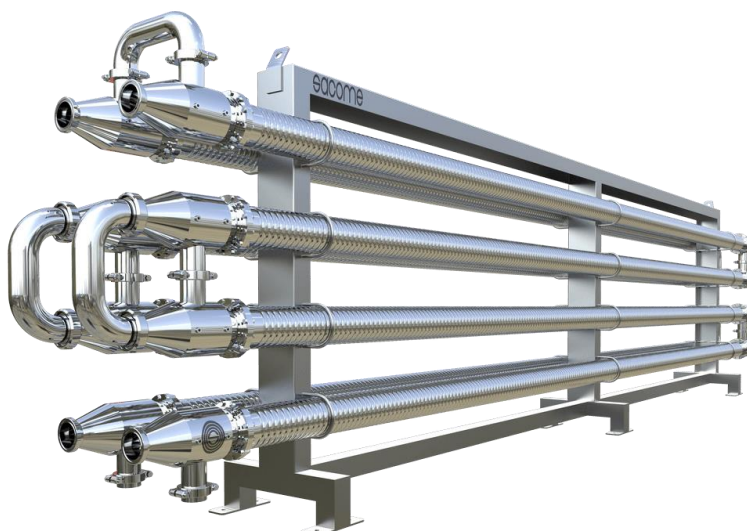
Fuente: Fundamentos de intercambiadores de C&T. *Intercambio de calor de carcasa y tubos*.

<https://arvengtraining.com/wp-content/uploads/2016/07/03.-Basics-of-Shell-Tube-Heat-Exchangers.png>. Consulta: 10 de enero de 2022.

2.4.2.2. De tubos

En ellos la separación entre los fluidos es siempre la pared de un tubo cilíndrico, por cuyo interior circula uno de ellos, mientras el otro lo hace por el exterior. De los diversos tipos de intercambiadores de calor es el más utilizado en las plantas químicas y refinerías en general porque: proporciona flujos de calor elevados en comparación con su relación peso/volumen, es relativamente fácil de construir, fácil de limpiar y de reparar, es versátil.

Figura 13. **Intercambiador de calor de tubos**



Fuente: Sacome. *Dimensionamiento de intercambiadores de calor tubulares*.
<https://www.sacome.com/calculo-termico-intercambiadores-tubulares/>. Consulta: 25 de
diciembre de 2020.

2.4.3. **Calentador de fuego directo**

Se denominan así a los que se usan para suministrar calor a la corriente de proceso para calentarla, evaporar una parte o toda la carga sin que haya cambios químicos. Por ejemplo: calentadores de carga al reactor, rehervidores de columnas, sobrecalentadores de vapor, calentadores de gas, por mencionar algunos⁶.

⁶ PEMEX. *NRF-089-PEMEX-2004*.
<http://www.oilproduction.net/files/CalentadoresFuegoDirecto.pdf>.

<http://www.oilproduction.net/files/CalentadoresFuegoDirecto.pdf>.

2.4.4. Caldera eléctrica

Las calderas eléctricas son generadoras de calor que utilizan como fuente de alimentación la electricidad. Este tipo de calderas por lo general están constituidas por una resistencia eléctrica dentro de ellas. El vapor que se genera dentro de ellas se maneja a una presión constante, y cuenta con un equipo de válvulas e indicadores de presión que señalan el comportamiento del vapor dentro de ellas.

Figura 14. **Resistencia eléctrica industrial**



Fuente: Technoinjection. *Resistencias industriales para calentamiento.*

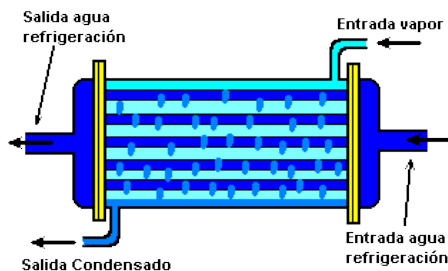
<https://www.technoinjectiontools.com/wp-content/uploads/2016/12/resistencias-inmersion-1.jpg>.

Consulta: 25 de diciembre de 2020.

2.4.5. Condensador

La función principal del condensador en una central térmica es ser el foco frío o sumidero de calor dentro del ciclo termodinámico del grupo térmico. Por tanto, su misión principal es condensar el vapor que proviene del escape de la turbina de vapor en condiciones próximas a la saturación y evacuar el calor de condensación (calor latente) al exterior mediante un fluido de intercambio (aire o agua).

Figura 15. **Condensador**



Fuente: Blogspot. *Condensador*. <http://2.bp.blogspot.com/-yxUmeS0EpAs/UcXQJnnQqII/AAAAAAAAAEs/JnYeEvLiIGk/s1600/condensador-01.gif>.

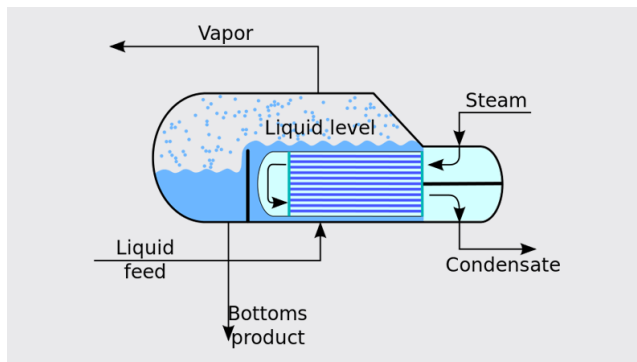
Consulta: 25 de diciembre de 2020.

2.4.6. **Reboiler**

Un reboiler o rehervidor es un intercambiador de calor que se emplea para calentar el líquido de interés. Normalmente se emplea vapor de agua como flujo que cede calor al fluido a calentar. Este se hace pasar por los tubos y la temperatura de salida de la corriente de líquido al que se ha transferido calor se suele controlar con una sonda. El caudal del vapor se regulará en función de que la temperatura sea inferior o superior a la deseada. En las torres de destilación los reboilers se sitúan en los fondos para calentar la mezcla líquida que va a ser destilada⁷.

⁷ BARDES, Antonio Valiente. *Ingeniería del calor*. p: 325.

Figura 16. **Reboiler**



Fuente: Rccostello. *Un rehervidor tipo hervidor.*

<https://rccostello.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/11/reboiler.png>

Consulta: 25 de diciembre de 2020.

2.4.7. Evaporador

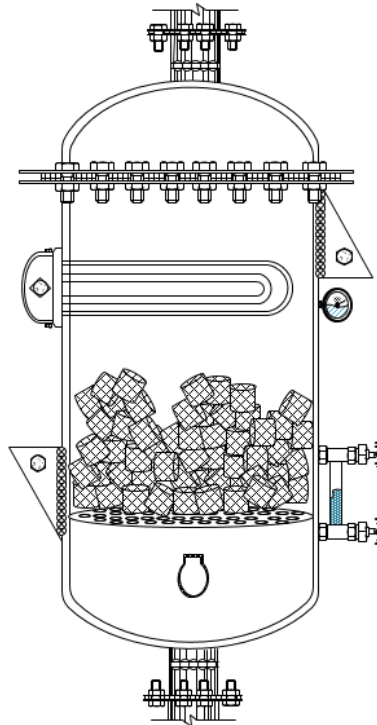
El evaporador está constituido por la cámara de calefacción y la cámara de evaporación. La cámara de calefacción muchas veces está constituida por un haz de tubos y la cámara de evaporación es el cuerpo cilíndrico del evaporador.

En algunas ocasiones el interior no se encuentra constituido por un haz de tubos, si no por una resistencia eléctrica o por un plato de válvulas. En los evaporadores de la planta la cámara de calefacción está constituida por un plato de válvulas y por una resistencia. Estos evaporadores cumplen la función de un stripper, ya que ambos están montados en las partes laterales de la columna, y son los encargados de evaporar las corrientes laterales de la columna.

En la parte inferior del evaporador entran las corrientes laterales que salen de la columna. Las corrientes pasan por la cámara de calefacción y son

evaporadas nuevamente. El condensado de estas corrientes vuelve a ingresar a la columna. Al ingresar el condensado a la columna cumple la función de reflujo.

Figura 17. **Evaporador**



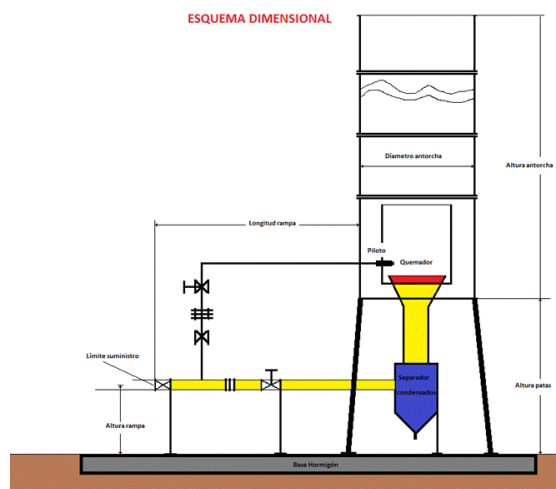
Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

2.4.8. Antorcha de seguridad

Las antorchas de seguridad son utilizadas para liberar la presión en situaciones puntuales. Las antorchas se encuentran monitoreadas de una forma permanente, en las que verifican el caudal que entra, la temperatura, apariencia de la llama y la presión, además de inspeccionar todos sus instrumentos como manómetros, termocuplas y válvulas.

Una de las funciones principales de la antorcha es liberar la presión proveniente de los gases que se generan en los diversos procesos. Estos gases antes de llegar a la antorcha pasan por un sistema de tanques de sedimento en el cual separan al gas de partículas de agua para que el gas ingrese lo más filtrado posible. En la planta se cuenta con una antorcha que cuenta con un sistema de dos tanques de sedimentos uno vertical y el segundo horizontal que cumplen con la función antes mencionada.

Figura 18. **Antorcha industrial**



Fuente: Emison. *Antorcha para quema de GLP*.

https://www.emison.com/antorchas%20GLP_archivos/image005.gif.

Consulta: 10 de enero de 2022.

2.4.9. **Tanque agitador**

Los tanques agitadores son utilizados en los procesos para realizar la mezcla de fases homogéneas y heterogéneas con y sin reacción química, cuando dentro del tanque ocurre una reacción química estos tanques se suelen llamar reactores.

Usualmente estos tanques tienen una forma cilíndrica y pueden ser agitados por un motor o en forma manual.

- Tanques agitados en forma manual

Estos tipos de tanques utilizan un agitador manual frecuentemente este agitador es neumático con una presión de trabajo no muy alta. Es necesaria la presencia del personal para controlar el agitador físicamente.

Son utilizados para agitar, homogeneizar y disolver, por ejemplo, en preparados acuosos, galvanotecnia, industria química, de bebidas y cosméticos.

- Tanques agitados por motor

El agitador del tanque es accionado por un motor eléctrico o neumático.

El agitador está constituido por una hélice o impulsor en el extremo o a lo largo de una flecha que se ubica en el centro del tanque. Un agitador puede estar constituido de una, dos o más flechas.

La velocidad en estos equipos depende de lo que se desea mezclar, para mezclar dos líquidos miscibles de baja viscosidad es necesario un esfuerzo cortante mucho menor que el que se necesita para dispersar un líquido de alta viscosidad en otro de media viscosidad.

Figura 19. **Tanque agitador**



Fuente: Inteempresas. *Net Agitadores verticales: para la industria química, petroquímica farmacéutica, cosmética.* <https://img.interempresas.net/FotosArtProductos/P173621.jpg>.

Consulta: 10 de enero de 2022.

2.4.10. Tanques de sedimento

Los tanques de sedimento son utilizados para el asentamiento y remoción de partículas suspendidas. La sedimentación ocurre por la poca velocidad que tiene el flujo dentro de los tanques y esto permite que las partículas se sedimenten en el fondo del tanque.

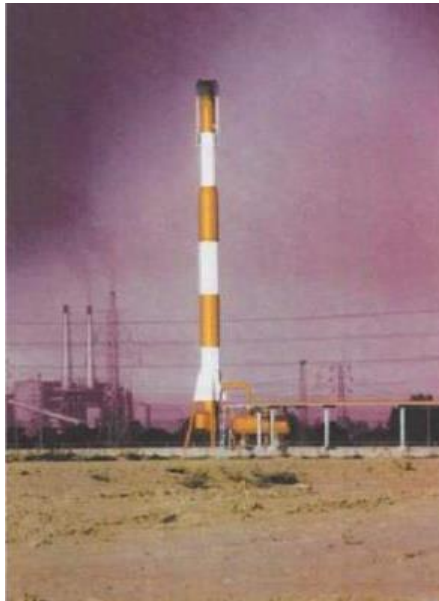
Los tanques de sedimentación se pueden incorporar a un sistema de antorcha de seguridad para eliminar partículas en el gas que entra a la antorcha. Este tipo de tanques pueden ser:

- Tanque de sedimentación horizontal

Los tanques de sedimentación horizontales son grandes tanques en los que las gotas de agua se separan del gas por gravedad. La API RP-5215 proporciona directrices detalladas para el diseño de este tipo de tanques.

Los tanques de este tipo son particularmente útiles para la eliminación de líquidos dentro o cerca de las unidades de proceso que pueden enviar líquidos a la antorcha. Es común que el nivel máximo de líquido dentro del tanque sea del 50 %.

Figura 20. **Tanque de sedimentación horizontal**



Fuente: ZINK, Jhon. *The Jhon Zink Combustion Handbook*. p. 618.

- Tanques de sedimentación vertical

Los tanques de sedimentación verticales funcionan de una manera similar a los tanques horizontales. Se debe de tener un cuidado especial en el diseño de estos tanques debido a que la velocidad de la gota nos indicara el diámetro del tanque. El volumen disponible del tanque está limitado por la elevación de la tubería de la parte superior de la antorcha.

Figura 21. **Tanque de sedimentación vertical**



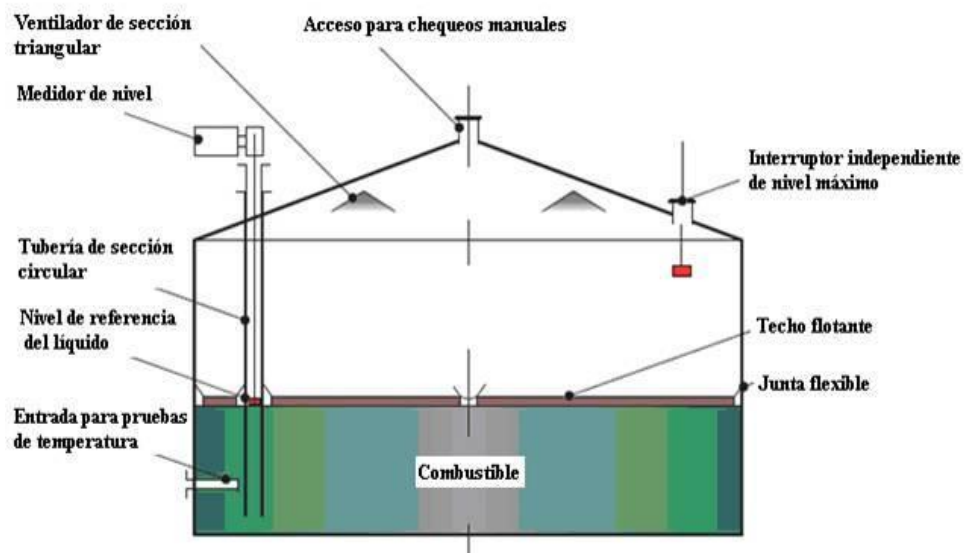
Fuente: ZINK, Jhon. *The Jhon Zink Combustion Handbook*. p. 618.

2.4.11. Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento son depósitos de acero diseñados para contener o procesar fluidos (hidrocarburos), generalmente a presión atmosférica o presión interna relativamente baja. El combustible llega a los tanques a través de tuberías de llenado y es expedido por tuberías de despacho hacia contenedores vecinos o camiones cisterna.

Los diámetros de los diferentes tanques variaban entre 10 m y 20 m y sus alturas variaban entre unos 5 m a 20 m. Los tanques contenían en su interior techos flotantes con cierre hermético y flexible suspendidos sobre el combustible para evitar la formación de vapores. Además, contaban con un conjunto de sensores de temperatura y niveles de llenado para mantener el control, teniendo varios ventiladores de sección triangular o circular para permitir flujo de aire en el techo.⁸

Figura 22. **Tanque de almacenamiento**



Fuente: Lef. Uprm. *Tanques de almacenamiento.*

<http://lef.uprm.edu/Tank%20failure%20under%20fire/images/tanque.jpg>. Consulta: 26 de diciembre de 2020.

⁸ Lef. Uprm. *Falla en tanques de almacenamiento de petróleo expuestos al fuego.* <http://lef.uprm.edu/Tank%20failure%20under%20fire/tanques.html>. Consulta: 26 de diciembre de 2020.

2.4.12. Filtros industriales

Los filtros industriales están compuestos por un cuerpo envolvente que por lo general es de una forma cilíndrica, dentro de esta estructura poseen un mecanismo de proceso de separación unitaria de sólidos en suspensión. En el proceso de separación los sólidos quedan suspendidos a través de un mecanismo poroso, llamado tamiz, criba, cedazo o filtro.

El mecanismo poroso suele estar hecho de diversos materiales, dependiendo del proceso que se esté filtrado así será el material. En la planta se cuenta con filtros de graba, carbón activado y arcilla. Cada filtro cumple con diversas funciones. El filtro de carbón activado es utilizado para remover olores y gases irritantes. Los filtros de graba y arcilla se utilizan para remover aditivos en exceso.

Figura 23. **Filtro industrial**



Fuente: Thumbs. *Filtro industrial de la pieza del ejemplo 3d*. <https://thumbs.dreamstime.com/z/filtro-industrial-de-la-pieza-del-ejemplo-d-114521766.jpg>. Consulta: 26 de diciembre de 2020.

2.4.13. Bombas

Una bomba es una máquina generadora que transforma la energía con la que es accionada (generalmente energía mecánica) en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión a otra de mayor presión.

La planta cuenta con 20 bombas de diferentes tipos y marcas. Estas están divididas en bombas dinámicas (centrífugas), bombas de desplazamiento positivo (engranajes y paletas) y bombas dosificadoras. Cada una de estas bombas constituye partes importantes en el traslado de los destilados salientes, ingreso del crudo y adición de aditivos a los destilados salientes.

2.4.13.1. Bombas dinámicas

Las bombas dinámicas están basadas en el principio de incremento en la cantidad de movimiento angular del líquido, es decir que se encargan de incrementar fuertemente la energía cinética del líquido, para transformar esa energía cinética en energía de presión mediante la disminución de la velocidad del líquido.

2.4.13.1.1. Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas son bombas rotodinámicas que están conformada por un impulsor giratorio que aumenta la presión del fluido. Estas bombas tienen una carcasa con forma de voluta.

En la planta las bombas centrífugas son utilizadas para trasladar el destilado saliente de columna hacia el área de lavado y filtración. También son utilizadas en el área de almacenamiento y distribución.

2.4.13.2. Bombas de desplazamiento positivo

Las bombas de desplazamiento positivo mueven los volúmenes atrapados de fluido mecánicamente a través del sistema. En el lado de admisión (succión) el volumen se expande, mientras que en el lado de salida (descarga) el volumen se contrae. Por lo tanto, el volumen por revolución es fijo y teóricamente constante, independientemente de la presión de salida, el vacío de entrada o las propiedades del fluido. Las bombas de desplazamiento positivo también son autocebantes, creando fuertes vacíos en la entrada. Esto puede simplificar el diseño general del sistema y permitir el mantenimiento sin necesidad de volver a cebar manualmente.

El comportamiento de las bombas de desplazamiento positivo es considerablemente diferente al de las bombas centrífugas, que dependen del momento en que el fluido acelerado proporciona el flujo a presión y son muy sensibles a los cambios de presión.⁹

⁹ Dienerprecisionpumps. *Bombas de desplazamiento positivo*. <https://www.dienerprecisionpumps.com/es/bombas-de-desplazamiento-positivo.html>. Consulta: 1 de enero de 2021.

2.4.13.2.1. Bombas de engranajes internos

Este tipo de bombas son utilizados en un amplio rango de viscosidades, debido a su baja velocidad de operación. Por cada revolución que dan los engranajes, estos permanecen unidos por un tiempo considerado, con esta función los espacios entre los dientes se llenan de líquido, impidiendo la formación de cavidades. Estas bombas pueden bombear con éxito viscosidades sobre 1,300,000 ST dependiendo del fabricante de la bomba.

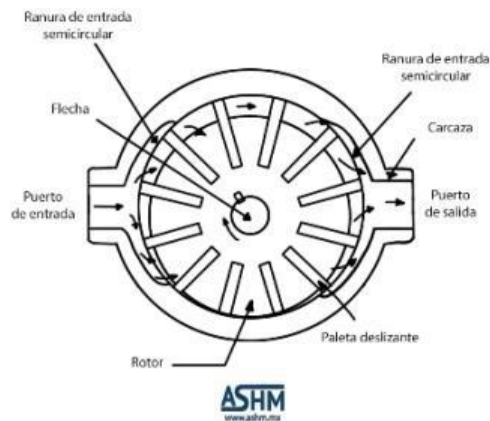
Estas bombas pueden funcionar en seco, debido a que en estas bombas solo funcionan dos partes móviles. Pueden trabajar en un rango amplio de direcciones, son muy confiables y fáciles de mantener.

2.4.13.2.2. Bombas de paletas

En este tipo de bombas el rotor está acoplado a la flecha y es girado por ella. Las paletas se ajustan precisamente con las ranuras del rotor, son acarreadas por él y se mantienen en contacto continuo con la superficie de la leva. Como con los otros tipos de bombas la presión no se produce a menos que exista resistencia al flujo. El desplazamiento se expresa en C.I.R (pulgadas cúbicas por revolución) y la velocidad de la flecha generalmente se expresa en R.P.M. (revoluciones por minuto). La presión se expresa en PSI y es directamente proporcional a la carga o a la resistencia del flujo.¹⁰

¹⁰ Ashm.mx. *Bombas hidráulicas de paletas*. <http://www.ashm.mx/blog/bombas-hidraulicas-de-paletas/>. Consulta: 1 enero de 2021.

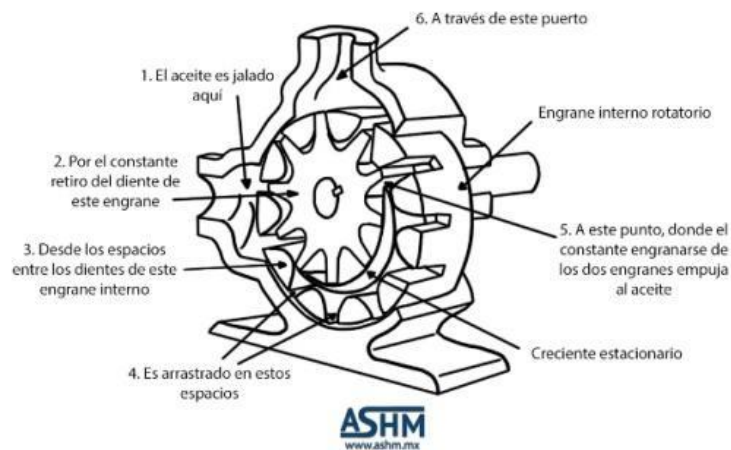
Figura 24. **Bomba de paletas**



Fuente: Aceros y Sistemas Hidráulicos de México S. A. *Principio de bomba de paletas.*

<http://www.ashm.mx/blog/bombas-hidraulicas-de-paletas/>. Consulta: 1 de enero de 2021.

Figura 25. **Bomba de engranajes**



Fuente: Aceros y Sistemas Hidráulicos de México S. A. *Bomba de engranes internos.*

<http://www.ashm.mx/blog/variaciones-de-bombas-de-engranes/>. Consulta: 1 de enero de 2021.

2.4.13.3. Bombas dosificadoras

Es un tipo de bomba diseñada para inyectar un químico líquido en el seno de un fluido, en pequeña cantidad, y de la cual se requiere de un control preciso del volumen añadido por sus efectos en el proceso y o costo del químico¹¹

Figura 26. Bomba dosificadora



Fuente: Tecnicafluidos. *Bombas dosificadoras*.

https://www.tecnicafluidos.es/images/tecnologias_productos/th_crop_1519831315bombas-membrana-tecnica-fluidos.png. Consulta: 1 de enero de 2021.

2.5. Norma ISO 14224:2016

La norma ISO 14224:2016 es una norma mundial, la cual se encuentra basada en los principios básicos para de recolección de datos en confiabilidad y mantenibilidad. Esta norma es utilizada en industrias de petróleo, petroquímica y

¹¹ Sumiowater. *Bomba Dosificadora Lo Básico que Debes Saber*. <https://sumiowater.com/bomba-dosificadora/>. Consulta: 1 de enero de 2021.

gas industrial, ya que los equipos necesitan una atención mayor en la seguridad, disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

Los datos que son recolectados por medio del estándar de la norma permiten al usuario tener gestores de mantenimiento, cuantificar la confiabilidad de equipos y comparar la confiabilidad de equipos con características similares. Analizando datos recolectados, los parámetros de confiabilidad se determinarán para el uso en diseño, operación y mantenimiento.

2.5.1. Recopilación de la información del activo

Es indispensable la recopilación de información del activo que servirá como insumo. Este tipo de información puede estar constituida por planos, diagramas, manuales, bitácoras de operación/mantenimiento, documentos como el contexto operativo, también es de suma importancia la entrevista al personal de operación, producción y mantenimiento para extraer la información sobre el desempeño deseado o problemas actuales que estén presentes en el insumo.

La norma ISO 14224 proporciona una base sólida para la recopilación y estructuración de los datos de confiabilidad y mantenimiento para equipos de instalaciones en industrias de petróleo, gas natural y petroquímica, estos datos sirven para la gestión de los activos durante su ciclo de vida. Debido a que aborda equipos comunes en las instalaciones industriales, esta norma puede ser fácilmente adaptada para su aplicación en cualquier industria que tenga activos físicos en los procesos, de esta forma se puede utilizar esta norma al recopilar la

información del activo.¹²

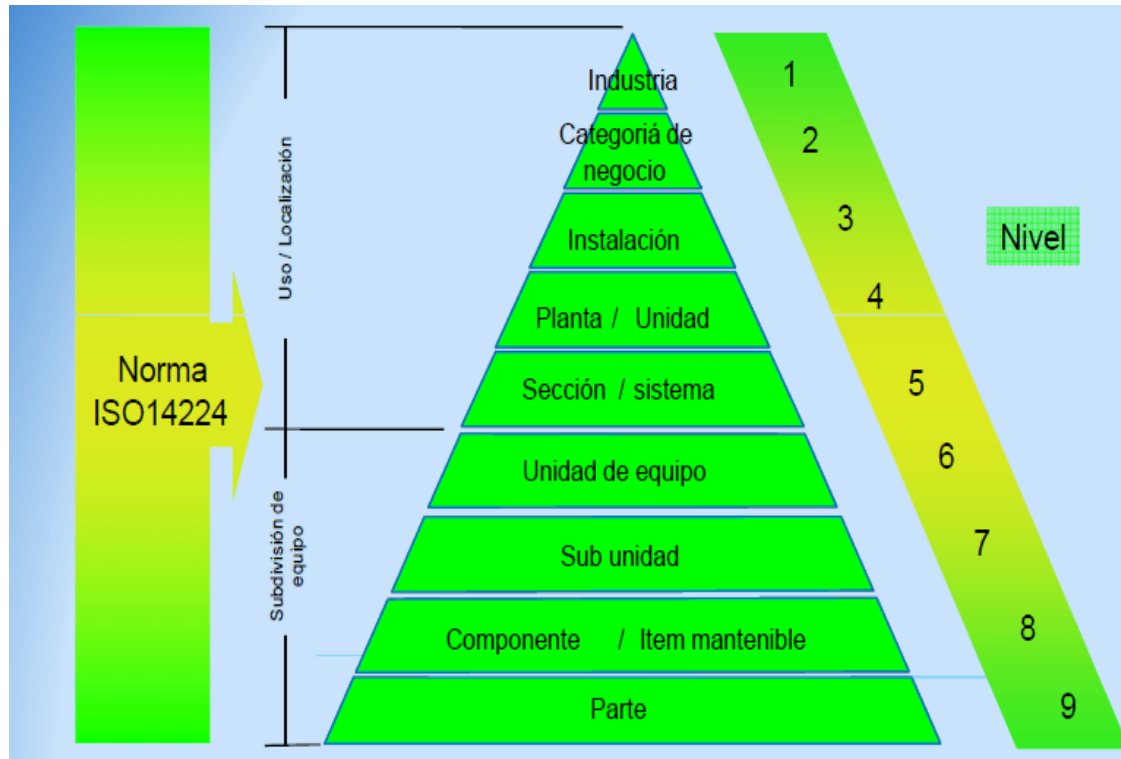
2.5.2. Taxonomía

La taxonomía está definida por la norma ISO 14224:2016 como la clasificación sistemática de equipos en grupos genéricos basándose en factores posiblemente comunes con otros equipos (ubicación, uso, subdivisión de equipos, otros.). La clasificación de estos datos relevantes a recolectar con Estándar Internacional se encuentra conformados por categorías principales dentro de una pirámide que está constituida por nueve niveles taxonómicos, dicha pirámide esta subdividida en dos categorías que son: Datos de uso/ubicación y datos de subdivisión de equipos.

Los datos de uso/ubicación se encuentran conformados por los primeros cinco niveles taxonómicos de forma descendente de la pirámide y los datos de subdivisión por los cuatro niveles restantes. Cada nivel cuenta con una jerarquía de taxonomía y una definición específica.

¹² Redalyc. *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/614/61458265006/html/index.html#:~:text=La%20norma%20ISO%2014224%20%5B14%5D%20define%20la%20taxonom%C3%ADa%20como%20la,se%20observa%20en%20la%20Fig.> Consulta: 1 de enero de 2021.

Figura 27. **Pirámide taxonómica Norma ISO 14224:2016**



Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Visio.

2.5.2.1. Datos específicos al equipo

Esta información se debe utilizar para identificar los datos que se requieren recolectar para cada ejemplo de equipo presentado, y para definir la estructura de una base de datos para los elementos taxonómicos relevantes. Muchos de los parámetros recomendados pueden ser comunes entre muchas clases de equipo (ej. capacidad, velocidad de rotación). Los ejemplos presentados no se deberán

considerar como una lista exhaustiva. Los datos específicos del equipo pueden ser estáticos o dependientes del tiempo.¹³

Estos datos deben de tener descripciones detalladas de: Clasificación de tipo de equipo, definiciones de límites, subdivisión en niveles jerárquicos menores y datos específicos al equipo.

Para definir la estructura de la clase y la ubicación técnica de los equipos de la planta se utilizarán el anexo A de la norma ISO 14224:2016 específicamente la tabla A.4 secciones A.2.2 a A.2.12. y la tabla A.5 secciones A.2.2 a A.2.12.

2.6. SAP S/4 HANA

SAP S/4 HANA es un software de planificación de recursos empresariales (ERP). Los recursos empresariales son sistemas de gestión de información que automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa.

SAP S/4 HANA se encuentra definido en 10 líneas de negocios, de las cuales únicamente nos basaremos en la línea de SAP S/4 HANA Asset Management (gestión de activos) debido a que dentro de esta línea se encuentran los módulos AM y PM, más otras aplicaciones de SAP.

La propuesta está basada únicamente en el módulo PM de SAP S/4 HANA, debido a esto solo tomaremos en cuenta este módulo.

¹³ PUBLICACIÓN DE ESTÁNDARES BSI. *Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural — recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos (ISO 14224:2016)*. 2016.

Figura 28. **Módulos de SAP**



Fuente: Sistemasap. *Módulos de SAP ERP*. <https://sistemasap.com/wp-content/uploads/2019/12/modulos-de-SAP.jpg>. Consulta: 5 de enero de 2021.

2.7. Descripción general del módulo PM de SAP

El módulo Plant Maintenance (PM) es parte de los módulos de gestión de activos en SAP. Este módulo PM, por sus siglas en inglés, está dedicado al mantenimiento o gestión de mantenimiento. El módulo permite la planificación, el procesamiento y la finalización de tareas de mantenimiento de una planta facilitando con ello la toma de decisiones.

Este módulo se encuentra dividido en varios submódulos algunos de estos módulos son:

- PM-PRM: Mantenimiento preventivo

El submódulo PM-PRM tiene como función programar y realizar las tareas de mantenimiento preventivo. Dichas tareas tienen como objetivo evitar un colapso en la productividad de la organización.

La labor de este submódulo tiene que ver con procesos de inspección y reparación al equipo. Dicha labor la realiza asignando un plan de mantenimiento a cada equipo, el plan contiene una hoja específica de tareas a realizar y fecha en la que se debe realizar las tareas asignada al equipo por el plan.

- PM-WOC: Órdenes de mantenimiento

El submódulo PM-WOC tiene como función realizar las notificaciones al momento de realizar las actividades de mantenimiento. Este submódulo maneja dos tipos de órdenes las órdenes de mantenimiento preventivo las cuales indican de una interrupción en el sistema de productividad y las órdenes de mantenimiento correctivo las cuales implican una reparación de mayor envergadura en un equipo o sistema. Este submódulo permite la optimización de los recursos al momento de realizar mantenimientos, ya que ayuda a establecer un orden correcto de revisión.

- PM-PRO: Proyectos de mantenimiento

El submódulo PM-PRO tiene a su cargo tareas de mayor envergadura que permiten atender reparaciones o fallos en los equipos a una escala mayor. Estos proyectos de mantenimiento son conocidos como “Paros de Planta”. Este tipo de proyectos conllevan una inversión de tiempo, dinero y personal bastante amplio.

La labor del módulo ante estas peticiones es organizar las tareas del proyecto por secciones, de esta forma se pueden coordinar las tareas de mantenimiento de distintos equipos que contengan las mismas tareas afín y llevar el control de horas hombre, registros de material, servicios utilizados y demás recursos de la empresa.

- PM-SM: gestión del servicio

El submódulo PM-SM tiene con función el control de los servicios destinados a ser utilizados por el cliente. Esto permite activar las funciones encargadas de realizar y producir órdenes de servicio. Otra de las funciones de este submódulo está el establecimiento de prioridades mediante la aprobación de los presupuestos de los clientes.

- PM-EQM: Gestión de objetos técnicos

El submódulo PM-EQM se encarga de la gestión de los objetos técnicos, definiendo todos los elementos básicos necesarios para el módulo PM de SAP.

2.7.1. Transacciones básicas en módulo PM

Las transacciones básicas en dicho módulo pueden estar divididas en aviso PM, órdenes de servicio de mantenimiento, consultas de *stock*, puesto de trabajo de mantenimiento, ubicación técnica, equipo, lista técnica de mantenimiento, estrategia de mantenimiento, lista de tareas de mantenimiento, catálogos, órdenes de servicio de mantenimiento, puntos de medida y plan de mantenimiento.

Cada una de esta transacción cuenta con un funcionamiento específico las cuales van desde notificación de órdenes de trabajo hasta solicitud de pedidos.

Las tablas II y XIV muestran las transacciones básicas y una breve descripción de su funcionalidad en el módulo.

Tabla II. **Aviso PM**

Transacción	Descripción
IW21	Crear aviso pm
IW22	Modificar aviso pm
IW23	Consulta de aviso pm
IW29	Reportes de procesamiento de listas de aviso
IW69	Reportes de lista de ítems del aviso

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Órdenes de servicio de mantenimiento**

Transacción	Descripción
IW31	Crear órdenes de servicio de mantenimiento
IW32	Modificar órdenes de servicio de mantenimiento
IW33	Consulta de órdenes de servicio de mantenimiento
IW41	Notificar tiempos de mantenimiento
IW39	Reporte de órdenes de servicio de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Consultas de stock**

Transacción	Descripción
MB52	Exhibir <i>stocks</i> en depósito del material
MMBE	Síntesis de los <i>stocks</i>
MB1A	Consumo de materiales <i>stock</i>
KOB1	Validación de documentos
KO88	Anular documentos de liquidación
MBST	Anular consumo de materiales de <i>stock</i>
MB1C	Anular consumo de materiales de <i>stock</i>
ME52N	Anular solicitudes de compra
MB23	Anular reserva de materiales

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Puesto de trabajo de mantenimiento**

Transacción	Descripción
IR01	Crear puestos de trabajo de mantenimiento
IR02	Modificar puesto de trabajo de mantenimiento
IR03	Consulta de puesto de trabajo de mantenimiento
CR05	Reportes de puesto de trabajo de mantenimiento
KO88	Anular documentos de liquidación
MBST	Anular consumo de materiales de <i>stock</i>
MB1C	Anular consumo de materiales de <i>stock</i>
ME52N	Anular solicitudes de compra
MB23	Anular reserva de materiales

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Ubicación técnica**

Transacción	Descripción
IL01	Crear ubicación técnica
IL02	Modificar ubicación técnica
IL03	Consulta de ubicación técnica
IH06	Reportes de ubicación técnica
IH01	Representación estructural de las ubicaciones técnicas

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Equipo**

Transacción	Descripción
IE01	Crear equipo
IE02	Modificar equipo
IE03	Consulta de equipo
IH08	Reportes de equipos
IH03	Representación estructural equipos

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Lista técnica de mantenimiento**

Transacción	Descripción
IB11	Crear lista técnica de ubicación técnica
IB12	Modificar lista técnica de ubicación técnica
IB13	Consultar lista técnica de ubicación técnica
IB01	Crear lista técnica de equipos
IB02	Modificar lista técnica de equipos
IB03	Consultar lista técnica de equipos
CS01	Crear lista técnica de material
CS02	Modificar lista técnica de material
CS03	Visualizar lista técnica de material
CS15	Utilización de materiales en listas técnicas
IH04	Representación estructural listas técnicas de equipo
IH12	Representación estructural listas técnicas de ubicación técnica

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Estrategia de mantenimiento**

Transacción	Descripción
IP11	Crear estrategia de mantenimiento
IP12	Consulta de estrategia de mantenimiento
IP14	Reporte de utilización de la estrategia de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Lista de tareas de mantenimiento**

Transacción	Descripción
IA11	Crear lista de tareas de ubicación técnica
IA12	Modificar lista de tareas de ubicación técnica
IA13	Consulta de lista de tareas de ubicación técnica
IA09	Reporte de lista de tarea de ubicaciones técnicas
IA01	Crear lista de tareas de equipo
IA02	Modificar lista de tareas de equipo
IA03	Consulta de lista de tarea de equipo
IA09	Reporte de lista de tarea de equipo

Continuación tabla X.

Transacción	Descripción
IA05	Crear lista de tarea de instrucción general
IA06	Modificar lista de tarea de instrucción general
IA07	Consulta de lista de tarea de instrucción general
IA09	Reporte de lista de tarea de instrucción general

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Catálogos**

Transacción	Descripción
QS41	Crear catálogos
QS41	Modificar catálogos
QS42	Consultar catálogos
QS49	Reporte de catálogos

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Órdenes de servicio de mantenimiento**

Transacción	Descripción
IW31	Crear órdenes de servicio de mantenimiento
IW32	Modificar órdenes de servicio de mantenimiento
IW33	Consulta de órdenes de servicio de mantenimiento
IW41	Notificar tiempos de mantenimiento
IW39	Reporte de órdenes de servicio de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Puntos de medida y documentos de medida**

Transacción	Descripción
IK01	Crear órdenes de servicio de mantenimiento
IK02	Modificar punto de medida
IK03	Consulta de punto de medida

Continuación tabla XIII.

Transacción	Descripción
IK07	Reportes de puntos de medida
IK11	Crear documento de medida
IK12	Modificar documento de medida
IK13	Consulta de documento de medida
IK17	Reportes de documentos de medida

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Plan de mantenimiento**

Transacción	Descripción
IP41	Crear plan de mantenimiento - ciclo individual
IP42	Crear plan de mantenimiento -estrategia
IP02	Modificar plan de mantenimiento
IP03	Consulta de planes de mantenimiento
IP10	Programar plan de mantenimiento
IP30	Monitorear plan de mantenimiento (transacción para planeación masiva)
IP16	Reportes de planes de mantenimiento
IP31	Reportes de costos por planes de mantenimiento
IP24	Reportes de síntesis de fechas por planes de mantenimiento

Fuente: elaboración propia.

2.7.2. Gestión de objetos técnicos

Para que el módulo PM de SAP funcione correctamente es necesario tener datos maestros de trabajo y estructuras organizativas de la planta.

Los elementos básicos necesarios para el módulo PM son los siguientes:

- Clase/características

- Ubicaciones técnicas
- Equipos
- Puestos de trabajo de Mantenimiento
- Estrategias de mantenimiento
- Hojas de ruta
- Lista de materiales de mantenimiento
- Puntos de medición/contador
- Documentos de medición

Al completar los elementos básicos del módulo, podemos realizar cualquier acción de mantenimiento como la generación de planes de mantenimiento.

2.7.2.1. Clase/características

La clase es el conjunto de todas las particularidades que puede tener un equipo dentro de un entorno. La función de la clase es agrupar todos los equipos que tiene características similares. Las características son las cualidades propias que definen a un equipo de otro de su misma clase.

Para crear una clase es necesario tener los siguientes datos:

- Denominación

Es la asignación que se le dará a la clase, ejemplo: bomba, compresor, montacargas, motor eléctrico, otros.

- Fecha de inicio y fecha final

Es el rango de validez que se le dará a la clase.

- Característica

Es la relación que se le dará a la clase con las características del equipo.

Para crear una característica es necesario tener los siguientes datos:

- Característica

Es el código que se le asignara a la característica.

- Denominación

La denominación es el nombre que se asignara a la característica para distinguirla de las demás.

- Tipo de datos

Es el formato que se le asigna a la característica, puede ser un formato numérico, texto, tiempo, fecha y moneda.

- Cantidad de posiciones

Es el número total de posiciones que se puede indicar en la valoración de la característica. Este número incluye los decimales.

- Numero de decimales

Es el número de decimales que están a disposición en la valoración de la característica.

- Unidad de Medida

Es unidad en la que se indica un valor de la característica.

2.7.2.2. Ubicaciones técnicas

Las ubicaciones técnicas se crean de forma jerárquica, permitiendo tener una estructura jerárquica de la instalación, en la que a cada nodo de la estructura se puede asignar equipos.

Dicha estructura jerárquica permite que cualquier modificación que se realice de los datos en niveles superiores, también se realice para los niveles inferiores por transferencia jerárquica de datos¹⁴.

Para definir los datos de la ubicación técnica es necesario tener los siguientes datos:

- Ubicación técnica

La ubicación técnica es la forma jerárquica en la que se creara la estructura de la instalación. En la propuesta se tomará la estructura jerárquica de un equipo sencillo según la norma ISO 14224:2016, para crear las ubicaciones técnicas.

- Centro de coste

El centro de coste es el departamento al que se le asigna el control del costo económico de la ubicación técnica.

¹⁴ MATAS AGUILAR, Antonio Javier. *Desarrollo y puesta en marcha del mantenimiento preventivo, mediante SAP PM, en una empresa de distribución de productos farmacéuticos.*

- Centro de planificación

El centro encargado de la gestión del mantenimiento.

- Grupo de planificación

Es la nomenclatura asociada al centro de planificación.

- Puesto de trabajo

Es el técnico encargado de realizar las actividades de mantenimiento dentro del centro de planificación seleccionado.

La ubicación técnica nos permite visualizar los equipos montados en las ubicaciones indicadas, en forma de un listado desde el nivel superior al nivel inferior.

2.7.2.3. Equipo

Un equipo se define como un objeto individual y físico que pretende un histórico de mantenimiento independiente. Dicho equipo puede montarse en una ubicación técnica y puede reubicarse de ubicación a lo largo del tiempo en caso sea necesario.

Los datos principales que necesitan los equipos son:

- Datos generales del equipo

Son los datos que facilita el fabricante del equipo como el peso, año de fabricación, modelo, serie, otros. En estos datos va incluía la clase de equipo.

Debido a que la propuesta de plan de mantenimiento se basa en la asignación de clase por medio de la norma ISO 14224:2016 se utilizar la abreviación correspondiente a cada equipo con indica la norma. Estos datos son permanentes, es decir, no cambian a lo largo del tiempo.

- Datos de organización

Estos datos hacen referencia a la imputación y la responsabilidad del equipo. En la parte de la imputación se tienen datos como la sociedad, división, centro coste y activo fijo. En la responsabilidad del equipo se tiene datos como centro de planificación, grupo de planificación, puesto de trabajo responsable y perfil catálogo.

- Datos de emplazamiento

En estos datos se encuentra la parte de emplazamiento físico del equipo como su centro de emplazamiento, emplazamiento, área de empresa, puesto de trabajo, indicador ABC y campo de clasificación.

- Datos de estructura

En los datos de estructura se encuentra la ubicación técnica que hemos asignado al equipo, en esta parte únicamente debe de seleccionar la ubicación técnica asignada.

2.7.2.4. Puestos de trabajo de mantenimiento

El puesto de trabajo especifica exactamente un centro de coste o la unidad organizativa en la que se realiza una operación.

Para crear un puesto de trabajo de mantenimiento se necesitan los siguientes datos:

- Centro

Es el centro en el que estará ubicado el puesto de trabajo

- Puesto de trabajo

Se coloca el código que se le asignara al puesto de trabajo

- Clase de puesto de trabajo

En la clase de puesto que se le asignara al trabajo. Como es mecánico se debe de marcar el número 5.

- Utilización de hoja de ruta

Es el tipo de hoja de ruta que se utilizara, debido a que existen diferentes hojas de ruta (inspección, insumos, ubicaciones técnicas, otros.) se debe de seleccionar todos los tipos de hoja de ruta que es 009.

- Clave de control

En clave de referencia, se debe de colocar PM01, que es la referencia que SAP le asigna a la mano interna.

- Clase de capacidad

Es la denominación que se le asigna a la clase de capacidad. Se debe de seleccionar 002 que es el referente a mano de obra.

- Unidad de medida base

Es la unidad de trabajo que se le asigna a la clase de capacidad.

- Hora de inicio/pausas/final

Es la hora en la que la clase de capacidad funciona y se divide en: inicia, pausa y finaliza. Es referente de la jornada laboral diaria.

- Grado de utilización/cantidad de capacidad individual

El grado de utilización es el rendimiento de la clase de capacidad, y la cantidad de capacidad individual es el número de personas que forman la jornada laboral diaria.

- Capacidad / sobre carga

La capacidad es el tiempo que dura la jornada laboral, este tiempo varía según la empresa en la que se esté implementando el mantenimiento, en capacidad únicamente se debe de colocar la cantidad con la que se está trabajando. La sobre carga es el trabajo adicional que se le asignara al personal ajeno a la tarea asignada con anterioridad.

- Centro de coste

El centro de coste es el departamento al que se le asigna el control del costo económico del puesto de trabajo.

2.7.2.5. Estrategia de mantenimiento

La estrategia de mantenimiento es la frecuencia con la que se realizan las tareas de mantenimiento en los equipos. La frecuencia de mantenimiento la proporcionan los fabricantes de los equipos, el historial de mantenimientos anteriores y por la experiencia del técnico a cargo del equipo.

Para crear una estrategia de mantenimiento es necesario obtener los siguientes datos:

- Nombre

Es la denominación de la estrategia.

- Denominación

Es el detalle de la estrategia, un ejemplo es ESTTMP = Estrategia de tiempo LIZTEX.

- Indicador programación

El indicador programación es el tipo de actividad con la cual está relacionada la estrategia creada. Si la estrategia es de tiempo se deberá seleccionar “Tmpto”.

- Unidad estrategia

Es la unidad de medida de la estrategia.

- Horizonte de apertura

Expresa en un porcentaje cuánto tiempo antes de la fecha de mantenimiento calculada debe crearse el aviso de mantenimiento correspondiente. Por ejemplo, si el mantenimiento se realiza cada mes y se desea que el aviso sea tres días antes del mantenimiento se debe de colocar un horizonte de apertura del 90 %.

- Numero de paquete

Es la posición que tendrá la frecuencia dentro de la estrategia de mantenimiento.

- Duración de ciclo

Número de frecuencia.

- Texto ciclo mantenimiento

Denominación de la frecuencia.

- Unidades

Es la unidad a la que se le asignó a la frecuencia.

- Texto breve

Denominación breve de la frecuencia.

2.7.2.6. Hoja de ruta

Las hojas de ruta describen una secuencia de paso que se deben de realizar para hacer un mantenimiento, cada equipo cuenta con una hoja de ruta distinta. Las hojas de ruta pueden estar compuestas de las siguientes actividades inspección, operaciones de mantenimiento (lubricación, calibración, otros.) y reparaciones (menor, medianas y mayores).

Las hojas de ruta se pueden clasificar de tres formas hoja de ruta para equipo, hoja de ruta para ubicación técnica y hoja de ruta como instrucción de mantenimiento.

Para crear una hoja de ruta son necesarios los siguientes datos:

- Selección de estrategia

Se debe de seleccionar la estrategia adecuada a la hoja de ruta que se va a crear. La estrategia es el plan de mantenimiento, este puede ser en días, horas, meses, años, otros.

- Contador de grupo de hoja de ruta

El contador me va a indicar el tipo de hoja de ruta de mantenimiento que se va a utilizar. Esto es de suma importancia debido a que en un equipo se le pueden realizar varias actividades de mantenimiento con diferentes hojas de ruta, un ejemplo sería el mantenimiento a un contador de galones por la parte de calibración y su mantenimiento por medio de la parte eléctrica.

- Centro de planificación

Es el centro que se encarga de la gestión del mantenimiento al equipo.

- Puesto de trabajo

El personal a cargo en realizar las actividades de mantenimiento al equipo.

- Utilización

La utilización es la estructura que tendrá la hoja de ruta dentro del módulo, en este caso es el 4, este número indica mantenimiento.

- Grupo de planificación

Es la nomenclatura que está asociada al centro de planificación.

- Estatus

Es la situación en la que se encuentra la hoja de ruta dentro de la estrategia de mantenimiento, en este caso se debe de seleccionar el 4, este número indica una liberación general, y con esto la hoja de ruta que libre dentro del sistema para utilizarse en la estrategia seleccionada.

- Estado instalación

Es la forma en la que se puede realizar el mantenimiento. Estas formas pueden variar, debido que los mantenimientos en los equipos se pueden realizar con el equipo en funcionamiento o fuera de servicio. En el módulo se puede seleccionar entre 0 (fuera de servicio) o 1 (en funcionamiento).

Al finalizar la recolección de estos datos, se necesita colocar el cuerpo de instrucción de la hoja y para ello necesitamos de más datos los cuales son:

- Descripción de operación

Es la estrategia de mantenimiento que seleccionó para la hoja de ruta.

- Texto

En esta sección se coloca el texto de las actividades que estas en asociadas a la hoja de ruta.

- Unidad

Es la unidad en la que está trabajando la estrategia de mantenimiento seleccionada.

- Cantidad de personas

La cantidad de personas que se va a utilizar para la actividad de mantenimiento.

- Duración

El tiempo en que se llevará a cabo la actividad de mantenimiento.

2.7.2.7. Lista de materiales de mantenimiento

La lista de materiales está definida como la estructura de los distintos componentes que forman parte de un equipo. Previo a crear la lista de materias el material ya debe de estar creado por el módulo MM de SAP. La función de esta sección del módulo PM es seleccionar los materiales ya listados en el módulo MM y generar una lista con la cantidad de materiales a utilizar en el uso del mantenimiento al equipo seleccionado.

La cantidad de materiales por utilizar se consiguen mediante la hoja de ruta del equipo, debido a esto se crea un enlace entre la hoja de ruta y la lista de materiales. Este enlace se crea asignando el equipo a las listas de materiales de mantenimiento, y como cada equipo tiene una hoja de ruta a seguir, se crea un enlace entre ambas, planificando los materiales a utilizar en cada hoja de ruta.

Para crear la lista de materiales se necesitan los siguientes datos:

- Equipo

Es el código que SAP genera al implementar el equipo al sistema. Es necesario digitar el código del equipo al que se le creara la lista de materiales correspondiente.

- Centro

El centro que es al departamento que se le asignara el control económico de la lista de materiales.

- Utilización

La utilización que será el 4, ya que este número dentro de las utilidades: indica mantenimiento.

- Tipo de posición

Se utiliza para tratar a un material de forma diferente en cada clase de hoja de ruta. Se debe de digitar la letra asociada a almacén en este caso es la letra L, debido a que todos los repuestos siempre están asociados a almacén.

- Componente

Es el código del repuesto o refacción que se necesita para la nuestra hoja de ruta.

- Cantidad

Es el número de repuestos por utilizar en la acción de mantenimiento para el equipo.

2.7.2.8. Puntos de medición

Los puntos de medida describen condiciones del equipo. Dichos puntos se encuentran en objetos técnicos, equipos o ubicaciones técnicas. Los valores medidos de un determinado punto describen las condiciones de la instalación en

un momento determinado. Los valores que presentan dichas condiciones son introducidos al sistema mediante un documento de medición. Los valores pueden ser de forma cuantitativa, mediante características expresamente definidas, de tipo número y asociadas a una unidad concreta, de forma cualitativa, empleando el uso de un código de valoración o por medio de una combinación de ambas valoraciones, introduciendo el valor medio y el código correspondiente.

Cada punto de medición tiene un límite de alarma y avería. De tal forma que al crear un límite y sobre pasarlo nos indicara que existe una avería.

Las magnitudes físicas que se deben de documentar en los equipos o ubicaciones técnicas pueden ser horas de trabajo, temperatura, kilómetros, presión, densidad, otros. Si la estrategia de mantenimiento está basada en horas, el punto de medición es un contador. Un equipo puede tener más de un punto de medición.

Para generar puntos de medición es necesario tener los siguientes datos:

- Objeto punto de medida

En el objeto de punto de medida es la restricción que se le asigna al punto de medida. Se debe de seleccionar la opción de IEQ que corresponde a equipo.

- Equipo

El equipo es el código que genera el módulo PM de SAP al implementar la lista de equipos en el sistema. El equipo ya cuenta con sus respectivas características, ubicación técnica, emplazamiento, otros.

- Denominación

La denominación es el nombre del equipo, por ejemplo: bomba centrífuga de carga FO B17.

- Tipo objeto

Es el tipo de clase que se le asigna al equipo bajo la norma ISO 14224:2016.

- Punto de medida

Es el número que se le asigna al punto de medida, si el punto de medida está bajo parámetros de tiempo como minutos, horas, días, semanas, meses y años es necesario que se coloque como contador.

- Característica

Las características son las descripciones del tipo de punto de medición. Estas características tienen relación con las unidades del sistema que se esté trabajando y el número de decimales que deben de llevar las unidades.

- Actividad anual

Es la relación de trabajo del equipo en el proceso, un ejemplo de esto sería si dicho equipo trabaja las 24 horas, toda la semana. El equipo tendrá una actividad anual de 8,760 horas.

2.7.2.9. Documentos de medición

Los documentos de medición los utilizamos para indicar la actividad de un equipo o de una ubicación técnica.

Para crear un documento de medición es necesario tener los siguientes datos:

- Punto de medida.

Es el número asociado al punto de media creado, a dicho punto se le asociara el documento de medición a crear.

- Fecha de medición

Es la fecha en la que se creó el documento de medición. Debe tener el formato DD.MM.AAAA o DD/MM/AAAA.

- Hora medición.

Es la hora en la que se realizó el documento de medición. Debe tener el formato HH:MM:SS o HH.MM.SS.

- Valor medido o diferencia.

Es el valor cuantificable del punto de medición.

Los documentos de medición se deben de actualizar diariamente en el módulo del sistema.

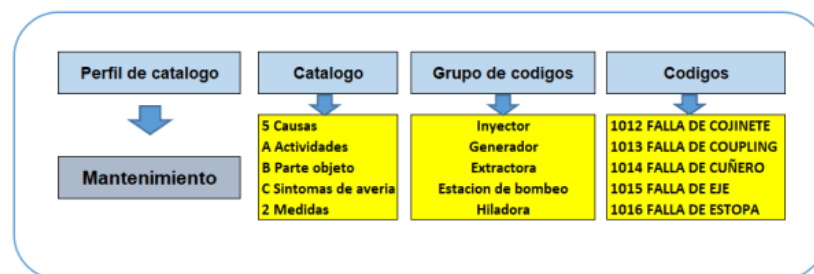
2.7.2.10. Catálogos de fallas principales en equipos

Podemos definir un catálogo de fallas como la interfase entre el hombre y la máquina, esto permite al hombre reflejar en el sistema de gestión de mantenimiento lo que está sucediendo con el equipo.

En el módulo PM de SAP la estructura de un catálogo de fallas debe de contener los siguientes datos:

- Parte objeto
- Síntomas de averías
- Causas de averías
- Medidas

Figura 29. Estructura de catálogos en módulo PM



Fuente: elaboración propia.

Es importante hacer notar la estructura de la información del catálogo. La jerarquía de información se enumera a continuación.

Categoría de catálogo – categorías principales de información de mantenimiento, como causas de averías.

Grupo de códigos – agrupaciones de códigos individuales que tienen características similares. Por ejemplo, el sistema agrupa todas las fallas relacionadas con bombas en un mismo grupo de códigos.

Códigos – códigos individuales representan el nivel más detallado de información de catálogos de mantenimiento. Por ejemplo, una arandela dañada puede describir una avería de un motor.¹⁵

2.7.2.11. Planificación del mantenimiento

La planificación del mantenimiento consiste en preparar adecuadamente la ejecución de las tareas de mantenimiento realizando estrategias, objetivos, métodos y recursos necesarios para la ejecución. La planificación del mantenimiento es la base para la optimización de las acciones operativas, acciones de procesos y acciones de producción.

Por medio de la planificación del mantenimiento podemos obtener las directrices de una visión a futuro para las actividades de mantenimiento como para las operaciones de producción.

Un plan de mantenimiento dentro del módulo PM de SAP, se describe de la siguiente forma:

- Cabecera del plan

La cabecera contiene toda la información relativa a la programación del plan de mantenimiento.

- Posiciones de mantenimiento

¹⁵ PINEDA CASTILLO, Jairo Alexander. *Catálogos de mantenimiento*. p.5.

Son las posiciones que se asocian con el equipo, la ubicación técnica y hojas de ruta de mantenimiento. A cada posición se le asigna una hoja de ruta diferente.

Para crea un plan de mantenimiento necesitamos los siguientes datos:

- Plan de mantenimiento preventivo.

Es el nombre que se le asignara al plan de mantenimiento

- Tipo de plan mantenimiento

En este apartado se debe de seleccionar la opción de orden de mantenimiento.

- Estrategia

La estrategia es el tipo de estrategia creada, un ejemplo es ESTTMP = Estrategia de tiempo LIZTEX.

2.8. Mantenimiento

Según la norma UNE-EN 13306 el mantenimiento es la “Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y gerenciales durante el ciclo de vida

de un ítem con el fin de mantenerlo, o restaurarlo, a un estado en el cual pueda desempeñar la función requerida”.¹⁶

2.8.1. Mantenimiento correctivo

Según la norma UNE-EN 13306 el mantenimiento correctivo es el “Mantenimiento ejecutado después del reconocimiento de una avería, y destinado a llevar un elemento a un estado en el que pueda desarrollar una función requerida”.¹⁷

En la planta únicamente se realizan mantenimientos correctivos, dichos mantenimiento no se encuentran registrados en el sistema SAP, debido a que el equipo no cuenta con una ubicación técnica dentro del sistema. El registro de cada mantenimiento correctivo se lleva en una hoja de electrónica, la cual está a cargo del supervisor de la planta.

Para generar un mantenimiento correctivo en SAP se debe de realizar un avisó sobre la avería ocurrida. Las etapas para crear un aviso de incidencia en SAP son las siguientes:

- Equipo u objeto técnico con la incidencia/avería.
- Denominación del equipo.
- Fecha en la que ocurre la incidencia/avería.
- Descripción de la avería.

2.8.2. Mantenimiento preventivo

¹⁶ AENOR. *Terminología del mantenimiento*. UNE-EN 13306. Madrid: AENOR, 2013.

¹⁷ *Ibíd.*

Según la norma UNE-EN 13306 mantenimiento preventivo está definido como el “Mantenimiento ejecutado a intervalos predeterminados o de acuerdo con unos criterios prescritos, y destinado a reducir la probabilidad de fallo o la degradación de funcionamiento de un elemento”.¹⁸

El módulo PM de SAP de la empresa en general cuenta con varios niveles de mantenimiento, para la propuesta no centraremos en los niveles de equipos y ubicaciones técnicas.

- Nivel de equipos:

En este nivel se puede asignar operaciones y planificaciones de mantenimiento a cada uno de los equipos existente en la planta que funcionen independientemente unos de otros.

- Ubicaciones técnicas

En este nivel se realiza la planificación del mantenimiento para una zona de la planta, la cual comprende a varios equipos.

El mantenimiento preventivo se puede dividir en tres tipos de mantenimiento diferentes los cuales son:

- Mantenimiento preventivo por tiempo

La estrategia de mantenimiento está basada en un ciclo de unidades de tiempo (días, semanas, meses, años, otros.). La orden de mantenimiento genera

¹⁸ AENOR. Terminología del mantenimiento. UNE-EN 13306. Madrid: AENOR, 2013.

un aviso según el horizonte de apertura que se le asignó a la estrategia de mantenimiento.

- Mantenimiento preventivo por actividad

La estrategia de mantenimiento está basada en un ciclo de actividad medible (número de operaciones realizadas, número de unidades producidas, número de vueltas de un motor, otros.). La orden de mantenimiento genera un aviso al superar el valor del contador que se le ha asignado al equipo en la estrategia de mantenimiento.

- Mantenimiento preventivo por estado

La estrategia de mantenimiento está basada por una combinación de ciclos en el que varios contadores generan diferentes valores. La orden de mantenimiento genera un aviso cada vez que se almacenen los valores de los contadores, es decir, con cada almacenamiento se dispara el ciclo.

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Para el desarrollo de la propuesta se utilizaron hojas electrónicas de Microsoft Excel con todos los datos correspondientes que los procesos del módulo PM indican. Se proporcionaron las transacciones y rutas de SAP para programar el mantenimiento en la planta. Al no contar con un usuario dentro del sistema toda la información recopilada junto con el plan propuesto se le entregó al ingeniero encargado del mantenimiento general de la empresa, para su verificación e implementación en el sistema.

Se creó un criterio de código de colores para colocar los datos que son necesarios, los datos opciones y los datos incensarios. El código de colores es aplicado a las columnas de las hojas electrónicas.

Tabla XV. **Código de colores**

Código de colores	
	Datos necesarios
	Datos opcionales
	Datos no requeridos

Fuente: elaboración propia.

EL departamento de mantenimiento utilizará los siguientes procesos para gestionar el módulo PM de SAP en la planta.

Tabla XVI. **Procesos de gestión**

Clave de proceso	Denominación	Descripción
PM01	Asignación de características	Diferencia entre los equipos de una misma clase.
PM02	Asignación de clases de equipos	Agrupación de equipos que contengan las mismas características.
PM03	Puestos de trabajo	Asigna un centro de coste o la unidad organizativa en la que se realiza una operación.
PM05	Levantamiento de equipo	Datos específicos del equipo (datos del fabricante), como clase y característica.
PM04	Ubicaciones técnicas bajo taxonomía ISO 14224:2016	Estructura jerárquica de la planta por medio de la taxonomía ISO 14424:2016.
PM07	Catálogos de fallas principales de los equipos	Describe las principales causas de fallas en los equipos y proporcionar una acción de corrección para cada falla.
PM08	Hojas de ruta	Describe una secuencia de paso que se deben de realizar para hacer un mantenimiento.
PM09	Lista de materiales de mantenimiento	Describe los insumos, repuestos y servicios necesarios para el equipo.
PM10	Puntos de medida	Describen las condiciones del equipo.
PM11	Documentos de medida	Documentan la descripción de las condiciones de los equipos.

Continuación tabla XVI.

Clave de proceso	Denominación	Descripción
PM12 / PM13	Plan de mantenimiento preventivo basado en tiempo y combinados	Planifica el mantenimiento de cada equipo por medio de ciclos simples o ciclos combinados.

Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Levantamiento de equipo (PM05 SAP HANA)

Los equipos se encuentran montados sobre las ubicaciones técnicas. Para crear una ubicación técnica de los equipos en SAP se debe de utilizar la transacción IE01 o seguir la ruta menú SAP -> Gestión de objetos técnicos -> Equipos -> Crear equipo.

Como se indicó anteriormente, para realizar el levantamiento de equipo en el sistema se necesitan los datos generales del equipo, datos de organización, datos de emplazamiento y datos de estructura.

Para la recopilación de datos, se diseñó una hoja electrónica en Excel, con la estructura que muestra la tabla número XVII. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XVII. Equipos PM05

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Equipo	Código del equipo, según la definición del BBP.	8
B	Válido de	Fecha a partir de la cual será válido el equipo.	8

Continuación tabla XVII.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
C	Tipo de equipo	Tipo al cual pertenece el equipo. Clave para distinguir objetos técnicos individuales en función de su utilización.	1
D	Denominación	Texto breve que identifica al equipo.	40
E	Número de clase	Número de clase asociada al equipo. Esto es para equipos con características adicionales.	18
F	Clase de objeto	Clase de objeto (familia) a la que pertenece el equipo.	10
G	Fabricante	Empresa fabricante del equipo	30
H	País productor	País en el que se fabricó el equipo.	3
I	Denominación tipo	Modelo del equipo.	20
J	Año	Año en el que se fabricó el equipo.	4
K	Mes	Mes en el que se fabricó el equipo	2
L	Centro emplazamiento	Centro en el cual se encuentran ubicados los equipos sujetos a mantenimiento.	4
M	Emplazamiento	Área en la cual se encuentran ubicados los equipos sujetos a mantenimiento.	10
N	Área de empresa	Persona contacto por emplazamiento, en el cual se encuentran ubicados los equipos.	3
O	Indicador ABC	Grado de criticidad del equipo	3
P	Puesto de trabajo	Puesto de trabajo de producción homólogo con el equipo. NO LLENAR.	8
Q	Sociedad	Sociedad financiera a la que pertenece el equipo.	4
R	Activo fijo	Activo Fijo asociado al equipo en el módulo de finanzas.	12
S	Subnúmero de activo fijo	Subnúmero de activo fijo asociado al equipo en el módulo de finanzas.	4

Continuación tabla XVII.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
T	Centro de costo	Centro de costo, al que pertenece el equipo.	10
U	Centro planificación	Centro encargado de la planificación del mantenimiento del equipo.	4
V	Grupo planificación	Grupo encargado de la planificación del equipo.	3
W	Puesto de trabajo responsable	Puesto de trabajo de mantenimiento responsable del equipo.	8
X	Centro de planificación de puesto de trabajo	Centro en el cual se encuentra el puesto de trabajo responsable entrado.	4
Y	Perfil de catálogo	Perfil de catálogo a asociar al equipo (homólogo con la familia del equipo).	9
Z	Ubicación técnica	Ubicación técnica en la que está instalado el equipo.	30
AA	Equipo superior	Equipo superior en el que está instalado el equipo (si es un subequipo).	18
AB	Número de identificación técnica	Código o número actual del equipo, u otra identificación que requiera.	25
AC	Material	Código de material que identifica el número de pieza del fabricante.	18
AD	Número de serie	Número que identifica el número de serie, según el fabricante.	18

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Plantilla de equipos PM05**

Autoguardar

PMO3-Plantilla Equipos.xlsx

Buscar

Mauro Salvador MS

ArchivoInicioInsertarDisposición de páginaFórmulasDatosRevisarVistaProgramadorAyudaAcrobatPower Pivot

Predefinido

Diye

Salir

Nuevo

Opciones

Normal

Ver. salt.

Diseño

Vistas

Pág.

Vistas de libro

Regla

Barra de fórmulas

Líneas de cuadrícula

Encabezados

Mostrar

Zoom

100%

Ampliar selección

Nueva ventana

Organizar todo

Inmovilizar

Dividir

Ver en paralelo

Desplazamiento sincrónico

Restablecer posición de la ventana

Cambiar ventanas

Macros

CompartirComentarios

675

X

✓

f

LITEXZ

C	E	F	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R																
2 Tipo de Contorno		D		E		F		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R	
3 Contorno		D		E		F		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R	
4 CHAT 1		CHAB 1		CHAB 2		CHAB 3		CHAB 4		CHAB 5		CHAB 6		CHAB 7		CHAB 8		CHAB 9		CHAB 10		CHAB 11		CHAB 12		CHAB 13			
5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18			
19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32			
33		34		35		36		37		38		39		40		41		42		43		44		45		46			
47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60			
61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71		72		73		74			
75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86		87		88			
89		90		91		92		93		94		95		96		97		98		99		100		101		102			
103		104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116			
117		118		119		120		121		122		123		124		125		126		127		128		129		130			
131		132		133		134		135		136		137		138		139		140		141		142		143		144			
145		146		147		148		149		150		151		152		153		154		155		156		157		158			
159		160		161		162		163		164		165		166		167		168		169		170		171		172			
173		174		175		176		177		178		179		180		181		182		183		184		185		186			
187		188		189		190		191		192		193		194		195		196		197		198		199		200			
201		202		203		204		205		206		207		208		209		210		211		212		213		214			
215		216		217		218		219		220		221		222		223		224		225		226		227		228			
229		230		231		232		233		234		235		236		237		238		239		240		241		242			
243		244		245		246		247		248		249		250		251		252		253		254		255		256			
257		258		259		260		261		262		263		264		265		266		267		268		269		270			
271		272		273		274		275		276		277		278		279		280		281		282		283		284			
285		286		287		288		289		290		291		292		293		294		295		296		297		298			
299		300		301		302		303		304		305		306		307		308		309		310		311		312			
313		314		315		316		317		318		319		320		321		322		323		324		325		326			
327		328		329		330		331		332		333		334		335		336		337		338		339		340			
341		342		343		344		345		346		347		348		349		350		351		352		353		354			
355		356		357		358		359		360		361		362		363		364		365		366		367		368			
369		370		371		372		373		374		375		376		377		378		379		380		381		382			
383		384		385		386		387		388		389		390		391		392		393		394		395		396			
397		398		399		400		401		402		403		404		405		406		407		408		409		410			
411		412		413		414		415		416		417		418		419		420		421		422		423		424			
425		426		427		428		429		430		431		432		433		434		435		436		437		438			
439		440		441		442		443		444		445		446		447		448		449		450		451		452			
453		454		455		456		457		458		459		460		461		462		463		464		465		466			
467		468		469		470		471		472		473		474		475		476		477		478		479		480			
481		482		483		484		485		486		487		488		489		490		491		492		493		494			
495		496		497		498		499		500		501		502		503		504		505		506		507		508			
509		510		511		512		513		514		515		516		517		518		519		520		521		522			
523		524		525		526		527		528		529		530		531		532		533		534		535		536			
537		538		539		540		541		542		543		544		545		546		547		548		549		550			
551		552		553		554		555		556		557		558		559		560		561		562		563		564			
565		566		567		568		569		570		571		572		573		574		575		576		577		578			
579		580		581		582		583		584		585		586		587		588		589		590		591		592			
593		594		595		596		597		598		599		600		601		602		603		604		605		606			
607		608		609		610		611		612		613		614		615		616		617		618		619		620			
621		622		623		624		625		626		627		628		629		630		631		632		633		634			
635		636		637		638		639		640		641		642		643		644		645		646		647		648			
649		650		651		652		653		654		655		656		657		658		659		660		661		662			
663		664		665		666		667		668		669		670		671		672		673		674		675		676			
677		678		679		680		681		682		683		684		685		686		687		688		689		690			
691		692		693		694		695		696		697		698		699		700		701		702		703		704			
705		706		707		708		709		710		711		712		713		714		715		716		717		718			
719		720		721		722		723		724		725		726		727		728		729		730		731		732			
733		734		735		736		737		738		739		740		741		742		743		744		745		746			
747		748		749		750		751		752		753		754		755		756		757		758		759		760			
761		762		763		764		765		766		767		768		769		770		771		772		773		774			
775		776		777		778		779		780		781		782		783		784		785		786		787		788			
789		790		791		792		793		794		795		796		797		798		799		800		801		802			
803		804		805		806		807		808		809		810		811		812		813		814		815		816			
817		818		819		820		821		822		823		824		825		826		827		828		829		830			
831		832		833		834		835		836		837		838		839		840		841		842		843		844			
845		846		847		848		849		850		851		852		853		854		855		856		857		858			
859		860		861		862		863		864		865		866		867		868		869		870		871		872			
873		874		875		876		877		878		879		880		881		882		883		884		885		886			
887		888		889		890		891		892		893		894		895		896		897		898		899		900			
901		902		903		904		905		906		907		908		909		910		911		912		913		914			
915		916		917		918		919		920		921		922		923		924		925		926		927		928			
929		930		931		932		933		934		935		936		937		938		939		940		941		942			
943		944		945		946		947		948		949		950		951		952		953		954		955		956			
957		958		959		960		961		962		963		964		965		966		967		968		969		970			
971		972		973		974		975		976		977		978		979		980		981		982		983		984			
985		986		987		988		989		990		991		992		993		994		995		996		997		998			
999		1000		1001		1002		1003		1004		1005		1006		1007		1008		1009		1010		1011		1012			
1013		1014		1015		1016		1017		1018		1019		1020		1021		1022		1023		1024							

Fuente: elaboración propia.

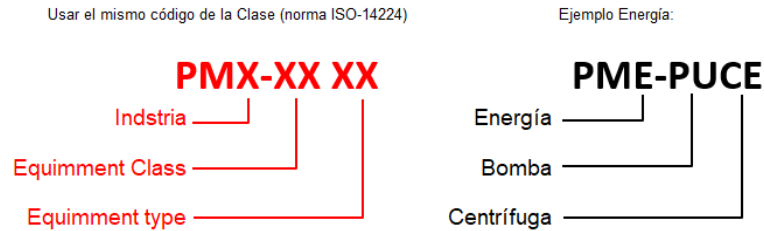
3.1.2. Clasificación de las clases de equipos (PM02 SAP HANA)

Para crear una clase en SAP, se debe de utilizar la transacción CL02 o seguir la ruta Menú SAP -> Logística -> Mantenimiento -> Gestión de Objetos Técnicos -> Entorno -> Clases -> Datos Maestros -> Gestión de Clases.

Como se indicó anteriormente, para la creación de las clases de nuestros equipos utilizamos el anexo A de la norma ISO 14224:2016 la tabla A.4 secciones A.2.2 a A.2.12. y la tabla A.5 secciones A.2.2 a A.2.12.

La figura 30 muestra la forma en la que los equipos están clasificados:

Figura 31. Clases en equipo PM02



Fuente: elaboración propia.

Para la recopilación de datos, se diseñó una hoja electrónica en Excel, con la estructura que muestra la tabla número XVIII. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XVIII. Clases PM02

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Clase	Nombre que identifica inequívocamente una clase para las clases de Energía tienen que comenzar con PME_.	30
B	Descripción de clase	Descripción de la clase	40
C	Grupo de características	El grupo de clases se pueden agrupar clases del mismo tipo la misma clase. Este grupo se utiliza para facilitar la búsqueda de clases.	3

Fuente: elaboración propia.

Figura 32. Plantilla de clases PM02

Clase	Descripción Clase	Grupo Clase
1	Clase	Descripción Clase
2	Clase	Descripción Clase
3	FME_ACEL	ACTUADOR
4	FME_ALAR	VENTILADOR
5	FME_CED	MOTOR
6	FME_CLVM	MEDIDOR
7	FME_CDR	COMPRESOR
8	FME_ERIC	FUENTE
9	FME_EANC	CARGADOR
10	FME_EAPO	FUENTE
11	FME_EGMT	GENERADOR
12	FME_EMSI	MOTOR
13	FME_EPMP	PRENSA
14	FME_ESDH	SECCIONADOR
15	FME_ESHS	INTERRUPTOR
16	FME_ETBU	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN
17	FME_ETGS	TRANSFORMADOR DE SERVICIO
18	FME_ETNT	TRANSFORMADOR PUESTA A TIERRA
19	FME_ETPT	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
20	FME_ETVO	TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
21	FME_FFEK	EXTINGUIDOR
22	FME_FFHD	HIDRANTE
23	FME_FFHF	HIDRANTE
24	FME_FGAS	MEDIDOR
25	FME_FGRD	DETECTOR
26	FME_FGHD	ALCOHOLMETRO
27	FME_FGMS	ESTACIÓN
28	FME_FGSE	EQUIPO
29	FME_FICA	FILTRO DE CARTUCHO
30	FME_FIFS	FILTRO PARA SÓLIDOS
31	FME_FIRB	FILTRO AUTOMÁTICO
32	FME_FISA	FILTRO DE ARENA
33	FME_GAPE	APARTARRAYOS
34	FME_GSRT	RESISTENCIA
35	FME_HBTO	CALEFACCIÓN
36	FME_HCPC	COMPUTADORA
37	FME_HEAC	INTERCAMBIADOR AIRE
38	FME_HEFP	INTERCAMBIADOR DE PLACAS
39	FME_HERE	INTERCAMBIADOR DE RESISTENCIA
40	FME_HEST	INTERCAMBIADOR CONCHA Y TUBO
41	FME_HGRU	SOPORTE
42	FME_HMER	CALENTAMIENTO RESISTIVO
43	FME_HMPC	CALIBRADOR
44	FME_HYVA	ABRE ACORDEONADO
45	FME_ISFO	ALUMBRADO

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. Análisis y asignación de características (PM01 SAP HANA)

Para crear una característica en SAP, se debe de utilizar la transacción CT04 o seguir la ruta Menú SAP -> Logística > Mantenimiento > Gestión de objetos técnicos > Entorno > Clases > Datos maestros > Gestión de características.

Para la recopilación de datos, se diseñaron dos hojas electrónicas en Excel, la hoja número uno representa las características de los equipos y la estructura de dicha hoja lo muestra la tabla número XIX. La hoja numero dos representa el

valor de la característica y su estructura lo muestro la tabla número XXI. Las tablas muestran el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XIX. **Características de equipos PM01**

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Nomenclatura de característica	Nombre que identifica inequívocamente una característica.	30
B	Descripción de característica	Descripción de las características.	30
C	Grupo de características	Con el grupo de características se pueden agrupar características de la misma clase. Este grupo se utiliza para facilitar la búsqueda de características.	10
D	Tipo de datos	<p>El tipo de datos especifica una característica e indica el formato con que se deben indicar los valores de característica.</p> <p>Están disponibles los siguientes tipos de datos definidos previamente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formato carácter (char): para valores de característica compuestos de una serie de caracteres - Formato numérico (num): para valores de característica numéricos - Formato de fecha (date): para valores de 	18

Continuación tabla XIX.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
		<ul style="list-style-type: none"> - característica que indican una fecha - Formato de tiempo (time): para valores de característica que indican tiempo - Formato de moneda (curr): para valores de característica que se indican en monedas". 	
E	Cantidad de posiciones	<p>Número total de posiciones que se puede indicar en la valoración de la característica. Este número incluye los decimales.</p> <p>Los caracteres separadores de decimales y los signos +/- no cuentan.</p> <p>Nota adicional: en las características de clases de datos de formato carácter, (char) se puede actualizar, en los valores, un indicador dependiente de idioma. Este indicador puede tener hasta 30 caracteres independientemente de las indicaciones.</p>	5
F	Número de decimales	Número de decimales que están a disposición en la valoración de la característica. El número de los lugares decimales tiene que ser menor que el número de dígitos disponibles.	5

Continuación tabla XIX.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
G	Unidad de medida	Unidad en la que se indica un valor de característica numérico. En la valoración de una característica puede indicar unidades divergentes, si la unidad indicada en la actualización de característica es convertible. La dimensión (longitud, volumen, otros.). Decide en qué otras unidades se puede convertir una unidad de medida.	6
D	De un valor	Indicador que controla la característica.	1

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Plantillas de características PM01

Autoguardado - PM01_Caracteristicas.xlsx										
Archivos Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Ayuda Herramientas Power Pivot										
160										
A B C D E F G H I J K L M										
1	Nomenclatura Característica	Descripción Características	Grupo Característica	Tipo de Datos	Cantidad Posiciones	No. Decimales	Unidad de Medida	De un valor		
2	CARACTERÍSTICAS (30)	CARACTERÍSTICAS (40)	CARACTERÍSTICAS (50)	CARACTERÍSTICAS (58)	CARACTERÍSTICAS (6)	CARACTERÍSTICAS (6)	CARACTERÍSTICAS (6)	CARACTERÍSTICAS (6)		
3	PM_AISLAMIENTO	ATISLAMIENTO	ZPM	NUM	8	2	MOR/mio			
4	PM_ALINEACION	ALINEACION	ZPM	NUM	4	2	mm			
5	PM_ALTURA_CM	ALTURA EN CENTIMETROS	ZPM	NUM	5	2	cm			
6	PM_ALTURA_M	ALTURA EN METROS	ZPM	NUM	4	2	m			
7	PM_ALTURA_MM	ALTURA EN MILIMETROS	ZPM	NUM	3		mm			
8	PM_ANCHO_CM	ANCHO CENTIMETROS	ZPM	NUM	5	2	cm			
9	PM_ANCHO_M	ANCHO METROS	ZPM	NUM	5	2	m			
10	PM_ANCHO_MM	ANCHO MILIMETROS	ZPM	NUM	7	3	mm			
11	PM_ANCHO_PLG	ANCHO PULGADAS	ZPM	NUM	5	2	"			
12	PM_ANGULO_DEG	ANGULO	ZPM	NUM	5	2	deg			
13	PM AREA_M2	AREA METROS CUADRADOS	ZPM	NUM	7	2	m2			
14	PM_AVANCE_MM	AVANCE MILIMETROS	ZPM	NUM	6	3	mm			
15	PM_CAIDA_PRESION	CAIDA DE PRESION	ZPM	NUM	5	2	Pa			
16	PM_CAPACIDAD_AH	CAPACIDAD AMPERIOS HORA	ZPM	NUM	3		Ah			
17	PM_CAPACIDAD_ENFRIAMIENTO	CAPACIDAD DE ENFRIAMIENTO	ZPM	NUM	5		BTU/h			
18	PM_CAPACIDAD_G	CAPACIDAD EN GALONES	ZPM	NUM	8	2	gal us			
19	PM_CAPACIDAD_KG	CAPACIDAD KILOGRAMOS	ZPM	NUM	7	2	kg			
20	PM_CAPACIDAD_L	CAPACIDAD EN LITROS	ZPM	NUM	7	3	l			
21	PM_CAPACIDAD_MEM_GB	CAPACIDAD DE MEMORIA GIGABYTES	ZPM	NUM	5	1	GB			
22	PM_CAPACIDAD_ML	CAPACIDAD EN MILILITROS	ZPM	NUM	6	2	ml			
23	PM_CAPACIDAD_MM	CAPACIDAD MILIMETROS	ZPM	NUM	3		mm			
24	PM_CAPACIDAD_TM3	CAPACIDAD TONELADAS MÉTRICAS	ZPM	NUM	5	2	t/m3			
25	PM_CAUDAL_CFM	CAUDAL PIES CUBICOS POR MINUTO	ZPM	NUM	7	2	cfm			
26	PM_CAUDAL_GPM	CAUDAL EN GALONES POR MINUTO	ZPM	NUM	6	2	gpm			
27	PM_CAUDAL_LH	CAUDAL EN LITROS POR HORA	ZPM	NUM	7	2	l/h			
28	PM_CAUDAL_LM	CAUDAL LITROS MINUTO	ZPM	NUM	5	2	l/min			
29	PM_CAUDAL_M3H	CAUDAL EN METROS CUBICOS H	ZPM	NUM	6	2	m3/h			
30	PM_CAUDAL_M3S	CAUDAL EN METROS CUBICOS SEG	ZPM	NUM	4	2	m3/s			
31	PM_CICLO_OPERACION_H	CICLO OPERACIÓN EN HORAS	ZPM	NUM	5	2	h			
32	PM_CICLO_OPERACION_M	CICLO OPERACIÓN EN MINUTOS	ZPM	NUM	5	2	min			
33	PM_CICLO_OPERACION_S	CICLO OPERACIÓN EN SEGUNDOS	ZPM	NUM	4		s			
34	PM_CILINDRAJE_CC	CILINDRAJE	ZPM	NUM	5	1	cm3			
Lista de Valores Características de Equipos Valores de Características Datos Adicionales										

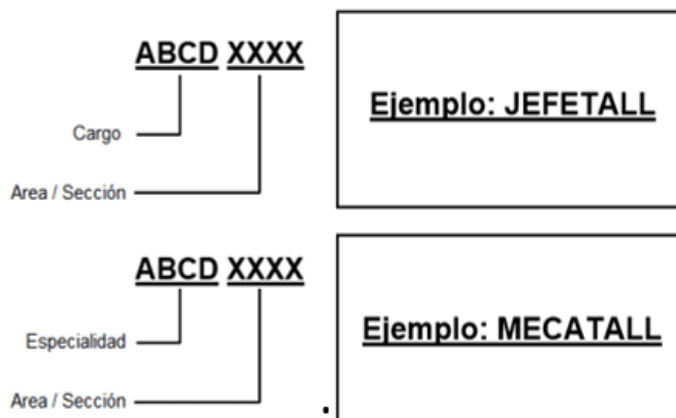
Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Asignación de puestos de trabajo (PM03 SAP HANA)

Para crear un puesto de trabajo en SAP, se debe de utilizar la transacción IR01 o seguir la ruta Menú SAP -> Logística -> Mantenimiento -> Mantenimiento planificado->Planificación de trabajo > Entorno -> Puesto de trabajo-> Crear.

Para la asignación de puestos de trabajo, se utilizó el código que muestra la figura 33 y las definiciones de la tabla XX.

Figura 34. Código de puestos de trabajo



Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. Definición de puesto de trabajo

Código de puestos de trabajo
Primer nivel
Los cuatros primeros caracteres alfabéticos (ABCD) se definieron para identificar el cargo del puesto de trabajo. (jefe o encargado quien supervisa los puestos de trabajo de segundo nivel).
Los últimos caracteres alfabéticos (XXXX) se definieron para identificar la planta/área que supervisa el jefe o encargado.
Utilización: equipos y cabeceras de hojas de ruta.

Continuación tabla XX.

Código de puestos de trabajo
Segundo nivel
Los cuatros primeros caracteres alfabéticos (ABCD) se definieron para identificar la especialidad del puesto de trabajo.
Los últimos caracteres alfabéticos (XXXX) se definieron para identificar la planta/área donde se desempeñan el puesto de trabajo. Para puesto de trabajo de nivel 2 (personas que realizan labores de mantenimiento).
Utilización: operaciones de hojas de ruta.

Fuente: elaboración propia.

Para la recopilación de datos, se diseñó una hoja electrónica en Excel, con la estructura que muestra la tabla número XXI. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XXI. **Puesto de trabajo PM03**

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Centro	Es el centro en el que estará ubicado el puesto de trabajo.	4
B	Puesto de trabajo	Código de puesto de trabajo según el nivel de la persona seleccionada; por ejemplo: JEFEREFI, constituye el primero nivel dentro del código de trabajo.	8
c	Clase de puesto de trabajo	Las clases de puesto se dividen en varias partes, únicamente se tomó en cuenta el número cinco ya que este constituye la actividad mecánica.	1
D	<i>Global talent</i>	Descripción del puesto de trabajo.	30

Continuación tabla XXI.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
E	Utilización de hoja de ruta	Es el tipo de hoja de ruta que se utilizara, debido a que existen diferentes hojas de ruta (inspección, insumos, ubicaciones técnicas, otros.): Se seleccionó la hoja de ruta que incluye todos los tipos, esta corresponde al número 009.	3
F	Clave de control	Es la referencia que SAP le asigna a la mano interna y corresponde a PM01	4
G	Clase de capacidad	Es la referencia que se le asigna a la mano de obra y corresponde a 002.	3
H	Unidad	Unidad en la que se indica un valor de característica numérico. En la valoración de una característica puede indicar unidades divergentes, si la unidad indicada en la actualización de característica es convertible. La dimensión (longitud, volumen, otros.) decide en qué otras unidades se puede convertir una unidad de medida.	6
I	Hora de inicio	Inicio de jornada laboral.	8
J	Hora pausas	Pausas programadas dentro de la jornada laboral como la hora de comida.	8
K	Hora final	Fin de jornada laboral.	8
L	Grado de utilización	Rendimiento que se le denomina a la clase.	3
M	<i>Ct.capacidad in</i>	Es la cantidad de personal que se encuentran incluidas	4

Continuación tabla XXI.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
		en la jornada laboral.	
N	Capacidad	Es el tiempo que dura la jornada laboral de cada colaborador. La jornada depende del tipo de empresa en la que se encuentren.	3
O	Sobrecarga	Cantidad de trabajo adicional que se le asigna a un colaborador dentro de la jornada laboral	3
P	Centro de coste	Centro de costo al que pertenece el equipo.	10

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. Plantilla para asignación de puesto de trabajo PM03

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Centro	Puesto de trabajo	Clase de puesto de trabajo	Global talent	Utilización de hoja de ruta	Clase de control	Clase de capacidad	Unidad	Rincón	Hombres	R. final	Grado de utilización	Capacidad in	Capacidad	Sobrecarga	Centro de coste
0004	MECARETI	3	Mecanismo de refinera	6	PM01	2%	7:00	12:00	6:00	80	3	12	10	0004007	0004007
0004	ELECTAB	3	Electricista de refinera	9	PM01	2%	7:00	12:00	6:00	80	3	12	10	0004008	0004008

Fuente: elaboración propia.

3.1.5. Creación de ubicaciones técnicas bajo taxonomía ISO 14224:2016 (PM04 SAP HANA)

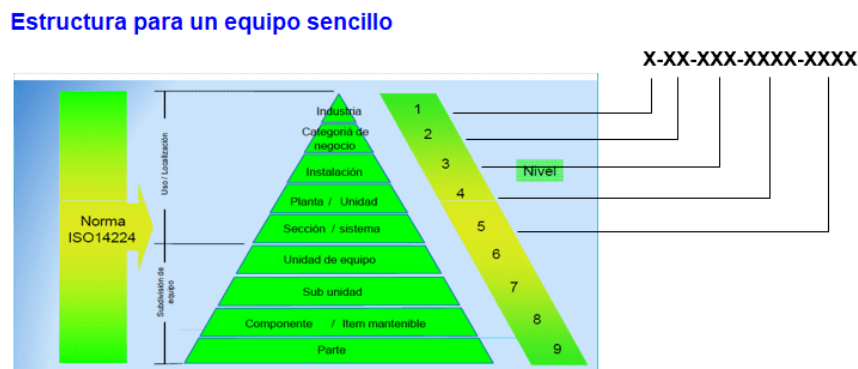
Para crear la ubicación técnica en SAP, se debe de utilizar la transacción IL01 o seguir la ruta Menú SAP > Logística -> Mantenimiento -> Gestión de objetos técnicos -> Ubicación técnica -> Crear.

Para crear las ubicaciones técnicas de la planta, se utilizó la pirámide taxonómica de la norma ISO 14421:2016. Se utilizó los primeros cinco niveles de la pirámide para crear una estructura de ubicación técnica sencilla para los equipos.

La estructura está conformada por cinco niveles jerárquicos, los cuales pertenecen al uso y localización dentro de la pirámide taxonómica. La longitud de caracteres es de catorce.

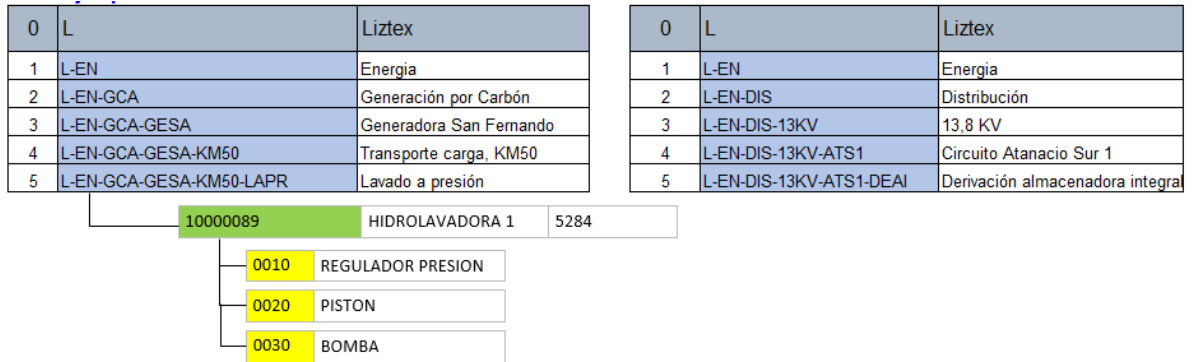
Las figuras 35 y 36 muestran un ejemplo de la estructura jerárquica dentro de la empresa en general.

Figura 36. Estructura para un equipo sencillo



Fuente: elaboración propia.

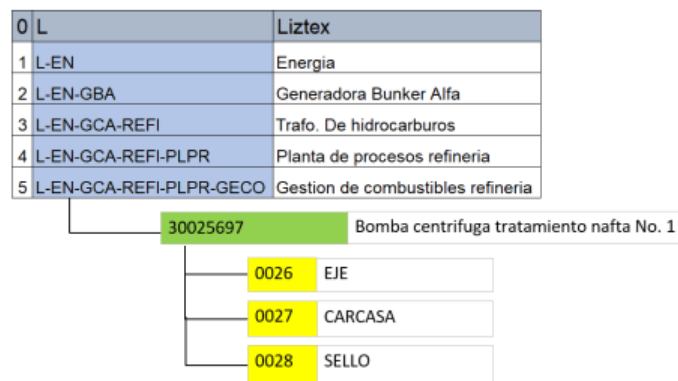
Figura 37. **Ubicación técnica de la empresa**



Fuente: elaboración propia.

La ubicación técnica creada en la que se trabajó dentro del módulo está representada en la figura 37.

Figura 38. **Ubicación técnica de planta transformadora de hidrocarburos**



Fuente: elaboración propia.

Para la recopilación de datos, se diseñó una hoja electrónica en Excel, con la estructura que muestra la tabla número XXII. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XXII. **Ubicación técnica PM04**

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Ubicación técnica. Maestra.	Es la ubicación general de la planta en la que se implementaran los equipos con sus respectivos mantenimientos.	14
B	Denominación	Corresponde al nombre que se le dará a la ubicación técnica.	30
C	Ubicación técnica	Es la estructura que se asignara a la ubicación según el orden jerárquico de la norma ISO 14424:2016.	14
D	Centro de coste	Departamento al que se le asigna el control del costo económico de la ubicación técnica.	8
E	Centro de planificación	El centro encargado de la gestión del mantenimiento.	4
F	Grupo de planificación	Es la nomenclatura asociada al centro de planificación.	3
G	Puesto de trabajo	Técnico encargado de realizar las actividades de mantenimiento dentro del centro de planificación seleccionado.	8

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. Plantilla de ubicaciones técnicas PM04

1	Ubicación técnica Maestri	Denominación	Ubicación técnica	Centro de cos	Centro de planificación	Grupo de planificación	Puesto de trabajo
2	L-EN-GCA-REFI	AREA DE CARGA Y DESCARGA REFI	L-EN-GBA-REFI-CADE	E004366	E004	OPE	MECAREFI
3	L-EN-GCA-REFI	GESTION DE COMBUSTIBLES REFI	L-EN-GBA-REFI-CADE-GECO	E004367	E004	OPE	MECAREFI
4	L-EN-GCA-REFI	GESTION LUBRICANTES REFI	L-EN-GBA-REFI-CADE-GELU	E004368	E004	OPE	MECAREFI
5	L-EN-GCA-REFI	SERVICIOS GENERALES E INFRAESTRUCT REFI	L-EN-GBA-REFI-CADE-SEGI	E004369	E004	OPE	MECAREFI
6	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA ELECTRICO GENERAL REFI	L-EN-GBA-REFI-CADE-SELG	E004370	E004	OPE	MECAREFI
7	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA DE LOGOS REFI	L-EN-GBA-REFI-CADE-SILO	E004371	E004	OPE	MECAREFI
8	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA PRECALENTAMIENTO HFO REFI	L-EN-GBA-REFI-CADE-SIPH	E004372	E004	OPE	MECAREFI
9	L-EN-GCA-REFI	SEGURIDAD Y CONTROL REFI	L-EN-GBA-REFI-CADE-SISO	E004373	E004	OPE	MECAREFI
10	L-EN-GCA-REFI	OPIONA PLANTA PROCESADORA REFI	L-EN-GBA-REFI-OFIR	E004374	E004	OPE	MECAREFI
11	L-EN-GCA-REFI	SERVICIOS GENERALES E INFRAESTRUCT REFI	L-EN-GBA-REFI-OFIR-SEGI	E004375	E004	OPE	MECAREFI
12	L-EN-GCA-REFI	SEGURIDAD Y CONTROL REFI	L-EN-GBA-REFI-OFIR-SISO	E004376	E004	OPE	MECAREFI
13	L-EN-GCA-REFI	PLANTA DE PROCESOS REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR	E004377	E004	OPE	MECAREFI
14	L-EN-GCA-REFI	EQUIPOS AUXILIARES REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-EQUA	E004378	E004	OPE	MECAREFI
15	L-EN-GCA-REFI	GESTION DE COMBUSTIBLES REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-GECO	E004379	E004	OPE	MECAREFI
16	L-EN-GCA-REFI	GESTION LUBRICANTES REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-GELU	E004380	E004	OPE	MECAREFI
17	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA DE AIRE DE ALTA PRESION REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-SAMP	E004381	E004	OPE	MECAREFI
18	L-EN-GCA-REFI	SERVICIOS GENERALES E INFRAESTRUCT REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-SEGI	E004382	E004	OPE	MECAREFI
19	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA ELECTRICO GENERAL REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-SELG	E004383	E004	OPE	MECAREFI
20	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA FILTRADO Y CENTRIFUGADO HFO REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-SFOH	E004384	E004	OPE	MECAREFI
21	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA PRECALENTAMIENTO HFO REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-SIPH	E004385	E004	OPE	MECAREFI
22	L-EN-GCA-REFI	SEGURIDAD Y CONTROL REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-SISO	E004386	E004	SSO	MECAREFI
23	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA REFI	L-EN-GBA-REFI-PLPR-SITA	E004387	E004	SSO	MECAREFI
24	L-EN-GCA-REFI	SEGURIDAD Y CONTROL TRAF. DE HIDROCAR.	L-EN-GBA-REFI-SISO	E004388	E004	SSO	MECAREFI
25	L-EN-GCA-REFI	SUBESTACION SS	L-EN-GBA-REFI-SUBS	E004389	E004	SSO	MECAREFI
26	L-EN-GCA-REFI	GESTION ADMINISTRATIVA	L-EN-GBA-REFI-SUBS-GEAD	E004390	E004	SSO	MECAREFI
27	L-EN-GCA-REFI	SUB-ESTACION ELECTRICA SUBS	L-EN-GBA-REFI-SUBS-SEEL	E004391	E004	SSO	MECAREFI
28	L-EN-GCA-REFI	SERVICIOS GENERALES E INFRAESTRUCT SUBS	L-EN-GBA-REFI-SUBS-SEGI	E004392	E004	SSO	MECAREFI
29	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA ELECTRICO GENERAL SUBS	L-EN-GBA-REFI-SUBS-SELG	E004393	E004	SSO	MECAREFI
30	L-EN-GCA-REFI	SEGURIDAD Y CONTROL SUBS	L-EN-GBA-REFI-SUBS-SISO	E004394	E004	SSO	MECAREFI
31	L-EN-GCA-REFI	TANQUES DE ALMACEN REFINERIA	L-EN-GBA-REFI-TANT	E004395	E004	SSO	MECAREFI
32	L-EN-GCA-REFI	GESTION DE COMBUSTIBLES REFI	L-EN-GBA-REFI-TANT-GECO	E004396	E004	SSO	MECAREFI
33	L-EN-GCA-REFI	GESTION LUBRICANTES REFI	L-EN-GBA-REFI-TANT-GELU	E004397	E004	ELE	ELECTAEL
34	L-EN-GCA-REFI	SERVICIOS GENERALES E INFRAESTRUCT REFI	L-EN-GBA-REFI-TANT-SEGI	E004398	E004	ELE	ELECTAEL
35	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA ELECTRICO GENERAL REFI	L-EN-GBA-REFI-TANT-SELG	E004399	E004	ELE	ELECTAEL
36	L-EN-GCA-REFI	SISTEMA DE LOGOS REFI	L-EN-GBA-REFI-TANT-SILO	E004400	E004	ELE	ELECTAEL

Fuente: elaboración propia.

3.1.6. Creación de catálogos de fallas principales de los equipos (PM07 SAP HANA)

Para crear catálogos en SAP, se debe de utilizar la transacción QS41 o seguir la ruta Menú SAP > Logística -> Mantenimiento -> Gestión de mantenimientos -> Entorno -> Catálogo > Tratar.

Para el desarrollo de la propuesta, se utilizaron los catálogos de parte objeto (B), síntoma de averías (C), causa de avería (5) y acción correctiva (2). El sistema SAP le asigna a cada Catálogo una letra o un carácter número.

Para la recopilación de los datos del catálogo de fallas, se diseñaron cuatro hojas electrónicas en Excel, con la estructura que muestran las tablas XXIII, XXIV, XXV y XXVI.

Tabla XXIII. **Parte objeto (B) PM07**

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Catálogo	Corresponde al tipo de catálogo a crear. Este será un catálogo de partes objetos, se debe de seleccionar el tipo de catálogo B.	1
B	Perfil	Es la clase a la cual pertenece la parte objeto del equipo.	8
C	Descripción	Descripción de la clase a la cual se le asignaran las partes objetos.	40
D	ID	Es el número con el cual se identificará la pieza.	8
E	Código	Es el número con el que se identificará a la parte o pieza dentro del sistema SAP.	8
F	Parte objeto	Nombre de la parte o pieza que pertenece a la clase.	40
G	Nombre del perfil	Nombre de la clase a la que se le asignaron las partes objetos.	8

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Plantilla de catálogo de fallas (parte objeto B)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
CATALOGO	PERFIL	DESCRIPCIÓN	ID	CÓD.	PARTE OBJETO	NOM. PERF.	Fecha actualización	Solicitante	
1	B	ACELO010	79	0079	BARRA	PME_ACEL			
2	B	ACELO010	437	0437	EJE DE TRANSMISIÓN	PME_ACEL			
3	B	ACELO010	474	0474	ENGRANAJE DE BOMBA DE ACCIONAMIENTO	PME_ACEL			
4	B	ACELO010	478	0478	ENGRANAJE RALENTÍ DE LA BOMBA	PME_ACEL			
5	B	ACELO010	562	0562	IMÁN	PME_ACEL			
6	B	ACELO010	716	0716	OTROS	PME_ACEL			
7	B	ACELO010	718	0718	PALANCA DE ACCIONAMIENTO	PME_ACEL			
8	B	ACELO010	735	0735	PASADOR	PME_ACEL			
9	B	ACELO010	755	0755	PIEZA DE PUENTE	PME_ACEL			
10	B	ACELO010	761	0761	PISTÓN ACUMULADOR	PME_ACEL			
11	B	ACELO010	762	0762	PISTÓN DE PODER	PME_ACEL			
12	B	ACELO010	763	0763	PISTÓN DE SALIDA COMBUSTIBLE 2DA ETAPA	PME_ACEL			
13	B	ACELO010	876	0876	RESORTE DE RETROALIMENTACIÓN	PME_ACEL			
14	B	ACELO010	888	0888	ROTOR	PME_ACEL			
15	B	ACELO010	890	0890	ROTOR DE ENGRANAJE	PME_ACEL			
16	B	ACELO010	957	0957	SOLENOIDE DE PARADA	PME_ACEL			
17	B	ACELO010	1098	1098	UNIÓN	PME_ACEL			
18	B	ACELO010	1102	1102	VÁLVULA CHEQUE	PME_ACEL			
19	B	ACELO010	1111	1111	VÁLVULA DE CIERRE DE MUELLE DE RETORNO	PME_ACEL			
20	B	ACELO010	1143	1143	VÁLVULA PILOTO 2DA ETAPA	PME_ACEL			
21	B	ACELO010	1153	1153	VARILLA DE EMPUJE	PME_ACEL			
22	B	ACMO0010	210	0210	CAJA DE ENGRANAJES	PME_ACMO			
23	B	ACMO0010	689	0689	MOTOR	PME_ACMO			
24	B	ACMO0010	716	0716	OTROS	PME_ACMO			
25	B	ACMO0010	1014	1014	TARJETA UNIDAD PROCESADORA DE CONTROL	PME_ACMO			
26	B	AZAZ0010	375	0375	CUENCA	PME_AZAZ			
27	B	AZAZ0010	716	0716	OTROS	PME_AZAZ			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. Síntoma de avería (C) PM07

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Catálogo	Corresponde al tipo de catálogo a crear. Este será un catálogo de síntomas de avería, se debe de seleccionar el tipo de catálogo C.	1
B	Perfil	Es la clase a la cual pertenece el síntoma de avería.	8
C	Descripción	Descripción de la clase a la cual se le asignaran el síntoma de avería.	40
D	ID	Es el número con el cual se identificará al síntoma de avería.	8

Continuación tabla XXIV.

E	Código	Es el número con el que se identificará al síntoma de avería dentro del sistema SAP.	8
F	Síntoma de avería	Nombre del síntoma de avería.	40
G	Nombre del perfil	Nombre de la clase a la que se le asignaron los síntomas de avería.	8

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. Plantilla de catálogo de fallas (síntomas de avería C)

CATALOGO	PERFIL	DESCRIPCIÓN	ID	CÓD.	SÍNTOMA AVERÍA	NOM. PERFIL	FECHA ACTUALIDAD	Solicitante
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	472	0472	FUGA EXTERNA	PME_ACEL		
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	396	0396	NO FUNCIONA / ACTIVA	PME_ACEL		
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	042	0042	NO REGULA	PME_ACEL		
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	073	0073	OTROS	PME_ACEL		
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	078	0078	PERDIDA DE ACEITE	PME_ACEL		
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	084	0084	PERDIDA DE PRESIÓN	PME_ACEL		
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	733	0733	RUIDO	PME_ACEL		
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	778	0778	VARIACIÓN DE CARGA	PME_ACEL		
C	ACELO010	PARTE OBJETO ACTUADOR	784	0784	VARIACIÓN DE REVOLUCIONES	PME_ACEL		
C	ACMO010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	086	0086	FUGA EN EJE	PME_ACMO		
C	ACMO010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	089	0089	FUGA EN SELLO	PME_ACMO		
C	ACMO010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	063	0063	NO ABRE O CIERRA	PME_ACMO		
C	ACMO010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	073	0073	OTROS	PME_ACMO		
C	AZAZ010	PARTE OBJETO AZUD	060	0060	OBSTRUCCIÓN / RESTRICCIÓN	PME_AZAZ		
C	AZAZ010	PARTE OBJETO AZUD	073	0073	OTROS	PME_AZAZ		
C	BLAX010	PARTE OBJETO VENTILADOR AXIAL	70	0070	ALTA TEMPERATURA	PME_BLAX		
C	BLAX010	PARTE OBJETO VENTILADOR AXIAL	162	0162	COLAPSO	PME_BLAX		
C	BLAX010	PARTE OBJETO VENTILADOR AXIAL	253	0253	DISPARO DE MOTOR	PME_BLAX		
C	BLAX010	PARTE OBJETO VENTILADOR AXIAL	073	0073	OTROS	PME_BLAX		
C	BLAX010	PARTE OBJETO VENTILADOR AXIAL	733	0733	RUIDO	PME_BLAX		
C	BLAX010	PARTE OBJETO VENTILADOR AXIAL	786	0786	VARIACIÓN DE VELOCIDAD	PME_BLAX		
C	BLAX010	PARTE OBJETO VENTILADOR AXIAL	793	0793	VIBRACIÓN EXCESIVA	PME_BLAX		
C	BLAX010	PARTE OBJETO VENTILADOR AXIAL	756	0756	SUCIEDAD	PME_BLAX		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	182	0182	COLAPSO	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	333	0333	DEFICIENCIA ESTRUCTURAL	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	386	0386	FALLA EN EL ARRANQUE	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	394	0394	FALSA PARADA	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	475	0475	FUGA EXTERNA - MEDIO DE SERVICIO	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	523	0523	LECTURA INCORRECTA	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	546	0546	MEDICIÓN DE PESO INCORRECTO	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	564	0564	NO ABRE Y NO CIERRA EL CILINDRO / TARA	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	026	0026	NO GIRA LA BANDA	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	035	0035	NO PARA	PME_BSSC		
C	BSSC010	PARTE OBJETO BASCULA DE BACHEO	073	0073	OTROS	PME_BSSC		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. Causas de avería (5) PM07

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Catálogo	Corresponde al tipo de catálogo a crear. Este será un catálogo de causa de avería, se debe de seleccionar el tipo de catálogo 5.	1
B	Perfil	Es la clase a la cual pertenece la causa de avería.	8
C	Descripción	Descripción de la clase a la cual se le asignaran la causa de avería.	40
D	ID	Es el número con el cual se identificará la causa de avería.	8
E	Código	Es el número con el que se identificará la causa de avería dentro del sistema SAP.	8
F	Causa de avería	Nombre de la causa de avería.	40
G	Nombre del perfil	Nombre de la clase a la que se le asignaron las causas de avería.	8

Fuente: elaboración propia.

Figura 42. Plantilla de catálogo de fallas (causa de avería 5)

CATEGORÍA	PERFIL	DESCRIPCIÓN	ID	CÓD.	CAUSA AVERÍA	NOM. PERFIL	FECHA ACTUALIZACIÓN	Indicador
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	75	0075	CAUSA EXTERNA	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	161	0161	DESGASTE EN ENGRANAJE	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	259	0259	FALLA DE BOOSTER	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	267	0267	FALLA DE CABLE	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	296	0296	FALLA DE COMPUERTA	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	304	0304	FALLA DE CONTROLADOR	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	326	0326	FALLA DE LIE	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	333	0333	FALLA DE ENGRANAJE	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	413	0413	FALLA DE REPUESTO	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	423	0423	FALLA DE ROTOR	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	425	0425	FALLA DE SENSOR	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	464	0464	FALLA DE TUBERÍA	PME_ACEL		
5	ACEL0010	PARTE OBJETO ACTUADOR	581	0581	INCORRECTA CALIBRACIÓN	PME_ACEL		
5	ACMO0010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	48	0048	ATASCAMIENTO DE VÁLVULA	PME_ACMO		
5	ACMO0010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	197	0197	ERROR DE ACTIVACIÓN DE TORQUE	PME_ACMO		
5	ACMO0010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	232	0232	FALLA DE ALIMENTACIÓN	PME_ACMO		
5	ACMO0010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	274	0274	FALLA DE CABLE	PME_ACMO		
5	ACMO0010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	383	0383	FALLA DE MOTOR	PME_ACMO		
5	ACMO0010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	433	0433	FALLA DE SEÑAL DE MANDO	PME_ACMO		
5	ACMO0010	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	446	0446	FALLA DE TARJETA DE CONTROL	PME_ACMO		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	19	0019	AJUSTE INCORRECTO	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	24	0024	ALINEACIÓN INCORRECTA	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	42	0042	ARRANCADO INCORRECTO	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	68	0068	BALANCEO INCORRECTO	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	73	0073	CAMBIO INCORRECTO	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	101	0101	CORTADO	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	129	0129	DESARMADO INCORRECTO	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	142	0142	DESCARGA INCORRECTA	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	144	0144	DESCONECTADO	PME_AZAZ		
5	AZAZ0010	PARTE OBJETO AZUD	171	0171	DESINSTALACIÓN	PME_AZAZ		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Acción correctiva (2) PM07**

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Catálogo	Corresponde al tipo de catálogo a crear. Este será un catálogo de acción correctiva, se debe de seleccionar el tipo de catálogo 2.	1
B	Perfil	Es la clase a la cual pertenece la acción correctiva.	8
C	Descripción	Descripción de la clase a la cual se le asignaran la acción correctiva.	40
D	ID	Es el número con el cual se identificará la acción correctiva.	8
E	Código	Es el número con el que se identificará la acción correctiva dentro del sistema SAP.	8
F	Causa de avería	Nombre de la acción correctiva.	40
G	Nombre del perfil	Nombre de la clase a la que se le asignaron las acciones correctivas.	8

Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **Plantilla de catálogo de fallas (acción correctiva 2)**

A	B	C	D	E	F	G
CATALOG	PERFIL	DESCRIPCIÓN	ID	CÓD.	ACCIÓN CORRECTIVA	NOM. PERFIL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	8	0008	AJUSTAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	33	0033	ALINER	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	39	0039	ABRANCAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	45	0045	BALANCEAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	47	0047	CAUBAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	125	0125	CAMBIAR O REEMPLAZAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	163	0163	COMPROBAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	175	0175	CONECTAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	177	0177	CORTAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	178	0178	DESARMAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	179	0179	DESCARGAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	180	0180	DESCONECTAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	182	0182	DESINSTALAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	184	0184	DESPLAZAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	185	0185	DESTAPAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	192	0192	ENGRASAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	193	0193	ENVIAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	205	0205	INSPECCIONAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	219	0219	INSTALAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	223	0223	LAVAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	223	0223	LIMPIAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	250	0250	LUBRICAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	254	0254	MAQUINAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	255	0255	MECANIZAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	256	0256	MEDIR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	268	0268	PAAAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	275	0275	PINTAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	274	0274	PROBAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	300	0300	RECTIFICAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	306	0306	REPARAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	330	0330	REVISAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	348	0348	SANEAMIENTO	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	352	0352	SOLDAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR	356	0356	SOPLETAR	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	537	0537	CAUBAR TORQUE	PME_ACEL
2	ACEL0000	PARTE OBJETO ACTUADOR MOTORIZADO	56	056	PAINTAR PAAAR	PME_ACEL

Fuente: elaboración propia.

3.1.7. Creación de hojas de ruta para equipos (PM08 SAP HANA)

Para crear hojas de ruta en SAP, se debe de utilizar la transacción IA05 o seguir la ruta Menú SAP > logística -> mantenimiento -> mantenimiento planificado -> hoja de ruta -> para equipo > crear.

Para poder crear las hojas de ruta, se creó anteriormente los procesos PM01, PM02, PM03, PM04, PM05 y PM07.

Para la recopilación de datos, se diseñó una hoja electrónica en Excel, con la estructura que muestra la tabla número XXVII. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XXVII. Hojas de ruta PM08

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Selección de estrategia	Estrategia es el plan de mantenimiento, este puede estar dividida en actividad de: tiempo, cantidad operacional y kilómetros. Ejemplo: ESTHRO= ESTRATEGIA HORA LIZTEX	6
B	Contador de grupo de hoja de ruta	Indica el tipo de hoja de ruta que se utilizara, debido a que en un equipo se pueden realizar diversos mantenimientos, el contador indicara cuál de estos mantenimientos se encontrara en acción.	40

Continuación tabla XXVII.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
		<p>Ejemplo:</p> <p>El mantenimiento a un contador de galones por la parte de calibración y su mantenimiento por medio de la parte eléctrica.</p>	
C	Centro de planificación	Centro que se encarga de la gestión del mantenimiento al equipo.	4
D	Puesto de trabajo	Personal a carga en realizar las actividades de mantenimiento al equipo.	8
E	Utilización	Es la estructura que tendrá la hoja de ruta dentro del módulo, en este caso es el número 4, este número indica mantenimiento.	1
F	Grupo de planificación	Nomenclatura que está asociada al centro de planificación.	3
G	Estatus	Situación en la que se encuentra la hoja de ruta dentro de la estrategia de mantenimiento, en este caso se debe de seleccionar el número 4, este número indica una liberación general, y con esto la hoja de ruta que libre dentro del sistema para utilizarse en la estrategia seleccionada.	1
H	Estado instalación	Es la forma en la que se puede realizar el mantenimiento. Estas formas pueden variar,	1

Continuación tabla XXVII.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
		debido que los mantenimientos en los equipos se pueden realizar con el equipo en funcionamiento o fuera de servicio. En el módulo se puede seleccionar entre 0 que es fuera de servicio o 1 que es en funcionamiento.	
I	Descripción de operación	Es el nombre del tipo de mantenimiento que se le realizara al equipo seleccionado.	40
J	Texto	Son los pasos detallados que describen la operación de mantenimiento seleccionada. Dentro del texto se pueden colocar imágenes, manuales, otros.	No definido
K	Unidad	La unidad en la que está trabajando la estrategia de mantenimiento seleccionada.	3
L	Cantidad de personas	Cantidad de personas que se va a utilizar para la actividad de mantenimiento	3
M	Duración	Tiempo individual que se tomara cada técnico en realizar la tarea de mantenimiento asignada. La duración se obtiene al dividir el número de personas dentro del trabajo.	3
N	Trabajo	Tiempo en que se llevara	

Continuación tabla XXVII.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
		a cabo la actividad de mantenimiento.	

Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Plantilla Hojas de ruta PM08**

[illegible]

Fuente: elaboración propia.

3.1.8. Asignación de repuestos (PM09 SAP HANA)

Para crear una lista de repuestos en SAP, se debe de utilizar la transacción IB01 o seguir la ruta Menú SAP -> logística > mantenimiento > gestión de objetos técnicos > lista de materiales > lista de materiales para equipo > crear.

El número de componente de cada repuesto es generado por medio del módulo MM del sistema SAP. Al realizar la lista de repuestos se utilizó el número de componente que ya se ha genera posteriormente por dicho módulo.

Para la recopilación de datos, se diseñaron treinta hojas electrónicas en Excel. La estructura de cada hoja es la misma que se representa en la tabla número XXVII. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XXVIII. **Repuestos e insumos PM09**

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Equipo	Es el número que el sistema SAP le asigna al equipo.	8
B	Centro	Es el centro al que se le relacionara los repuestos e insumos.	4
C	Utilización de la lista de materiales	Se debe ingresar el número 4, este número está relacionado con el área de mantenimiento.	1
D	Tipo de posición (TpP)	En tipo de posición se debe de ingresar la letra L. La letra L está relacionada al área de almacén dentro del sistema SAP.	1
E	Componente	Es el número de material que el sistema SAP le asigna al material. El número de material lo general el módulo MM de SAP.	8
F	Denominación del componente	Contiene una breve descripción del material.	40

Continuación tabla XXVIII.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
G	Cantidad	La cantidad de repuestos que se utilizarán.	6
G	Unidad de medida (UM)	Unidad de medida del componente. Ej. UN (unidades), GL (galón), otros.	2

Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Plantilla para asignación de repuestos e insumos PM09**

Equipa	Centro	Utilización de la lista de material	Tipo	Componente	Denominación del componente	Cantidad	UM
1	30025699	0004	4	L	1012345689 cojinete delantero 6205 zz	1	UN
2	30025700	0004	4	L	1012345690 cojinete delantero 6205 zz	1	UN
3	30026777	0004	4	L	1012345693 cojinete delantero 6205 zz	1	UN
4	30027915	0004	4	L	1012345692 cojinete delantero DE 6309	1	UN
5	30027916	0004	4	L	1012345693 cojinete delantero 6309	1	UN
6	30027917	0004	4	L	1012345694 cojinete delantero DE 6309	1	UN
7	30027918	0004	4	L	1012345695 cojinete delantero 6309	1	UN
8	30027919	0004	4	L	1012345696 cojinete delantero 6309	1	UN
9	30027920	0004	4	L	1012345697 cojinete delantero 6309	1	UN
10	30026769	0004	4	L	1012345698 cojinete delantero 6380 zz	1	UN
11	30026770	0004	4	L	1012345699 cojinete delantero 6380 zz	1	UN
12	30026771	0004	4	L	1012345700 cojinete delantero 6380 zz	1	UN
13	30027921	0004	4	L	1012345701 cojinete delantero 6205 ZZ	1	UN
14	30027922	0004	4	L	1012345702 cojinete delantero 6205 ZZ	1	UN
15	30027923	0004	4	L	1012345703 cojinete delantero DE 6311	1	UN
16	30027924	0004	4	L	1012345704 cojinete delantero DE 6205	1	UN
17	30026776	0004	4	L	1012345705 cojinete delantero 6309	1	UN
18	30026778	0004	4	L	1012345706 cojinete delantero DE 6205	1	UN
19	30026779	0004	4	L	1012345707 cojinete delantero 6307 ZZ/C3	1	UN
20	30026780	0004	4	L	1012345708 cojinete delantero DE 6205	1	UN
21	30027941	0004	4	L	1012345709 cojinete delantero 6207 ZZ/C3	1	UN
22	30026781	0004	4	L	1012345710 cojinete delantero 6205 zz	1	UN

Fuente: elaboración propia.

3.1.9. Creación de puntos de medida (PM10 SAP HANA)

Para crear puntos de medida en SAP, se debe de utilizar la transacción IK01 o seguir la ruta Menú SAP -> Gestión de Objetos técnicos -> Contadores/Puntos medida -> Crear.

En la creación de puntos de medida en el apartado de Obj.pto.medida, se tomó únicamente la sección de IEQ, la cual pertenece a la denominación de equipo. Existe también la sección de IFL, la cual pertenece a la denominación de equipo por ubicación técnica.

Para la recopilación de datos, se diseñó una hoja electrónica en Excel, con la estructura que muestra la tabla número XXIX. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XXIX. **Puntos de medida PM10**

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Ob.pto. medida	Es la restricción que se le asigna al punto de medida; en nuestro caso se seleccionara la sección IEQ, la cual hace referencia a equipo.	3
B	Equipo	Es la denominación o código que SAP le asigna al equipo dentro del módulo PM,	8
C	Denominación	Nombre del equipo seleccionado.	40
D	Tp.objeto	Hace referencia a la asignación de clase que tiene el equipo dentro de SAP.	6

Continuación tabla XXIX.

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
E	Punto de medida	Número que se le asigna al punto de medida, si el punto de medida está bajo parámetros de tiempo como minutos, horas, días, semanas, meses y años es necesario que se coloque como contador,	5
F	Posición de medida	Corresponde al lugar o equipo al que se le realizar la medición.	40
G	Característica	Son las descripciones del tipo de punto de medición. Estas características tienen relación con las unidades del sistema que se esté trabajando y el número de decimales que deben de llevar las unidades.	40
H	Actividad Anual	Es la relación de trabajo del equipo en el proceso, un ejemplo de esto sería si dicho equipo trabaja las 24 horas al día los 7 días de la semana. El equipo tendrá una actividad anual de 8,760 horas.	4
I	Unidad	Unidad en la que se indica un valor de característica numérica.	6
J	Decimales	Unidad de decimales que tendrá la unida.	2

Fuente: elaboración propia.

Figura 46. Plantilla de punto de medición PM10

Id	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Objeto/medida	Equipo	Denominación	Tp objeto	Punto de medi	Posición de medida	Denominación	Características	Actividad an	Unid	Decim			
2	IEQ	30026725	BOMBA CENTRIFUGA CARGA FO B17	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA CARGA FO B17	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
3	IEQ	30026726	BOMBA CENTRIFUGA CARGA FO B18	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA CARGA FO B18	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
4	IEQ	30026728	BOMBA CENTRIFUGA CARGA-RECFO B18	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA CARGA-RECFO B18	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
5	IEQ	30026730	BOMBA CENTRIFUGA DEST-ETA B14	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA DEST-ETA B14	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
6	IEQ	30026731	BOMBA CENTRIFUGA DEST-VAP-ETA B08	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA DEST-VAP-ETA B08	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
7	IEQ	30026735	BOMBA CENTRIFUGA INYEC-ETA B15	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA INYEC-ETA B15	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
8	IEQ	30026736	BOMBA CENTRIFUGA LAV DIESEL SODA CA B13	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA LAV DIESEL SODA CA B13	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
9	IEQ	30026740	BOMBA CENTRIFUGA LAVADO NAFTA B12	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA LAVADO NAFTA B12	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
10	IEQ	30026741	BOMBA CENTRIFUGA RECIRCULACION NAFTA B07	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA RECIRCULACION NAFTA B07	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
11	IEQ	30026697	BOMBA CENTRIFUGA TRATAMIENTO NAFTA NO. 1	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA TRATAMIENTO NAFTA NO. 1	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
12	IEQ	30026698	BOMBA CENTRIFUGA TRATAMIENTO NAFTA NO. 2	PMI_PU	84	BOMBA CENTRIFUGA TRATAMIENTO NAFTA NO. 2	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
13	IEQ	30026729	BOMBA DE ENGRANAJE CIR KEROSENE B11	PMI_PU	84	BOMBA DE ENGRANAJE CIR KEROSENE B11	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
14	IEQ	30026732	BOMBA DE ENGRANAJE HFO ALI. B02	PMI_PU	84	BOMBA DE ENGRANAJE HFO ALI. B02	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
15	IEQ	30026733	BOMBA DE ENGRANAJE HFO ALI. DIREC B03	PMI_PU	84	BOMBA DE ENGRANAJE HFO ALI. DIREC B03	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
16	IEQ	30026734	BOMBA DE ENGRANAJE HFO TAN. ALI. B01	PMI_PU	84	BOMBA DE ENGRANAJE HFO TAN. ALI. B01	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
17	IEQ	30026724	BOMBA DIAFRAGMA AUXILIAR DE ACIDO B20	PMI_PU	84	BOMBA DIAFRAGMA AUXILIAR DE ACIDO B20	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
18	IEQ	30026727	BOMBA ROTATIVA CARGA FO B19	PMI_PU	84	BOMBA ROTATIVA CARGA FO B19	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
19	IEQ	30026737	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B21	PMI_PU	84	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B21	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
20	IEQ	30026738	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B22	PMI_PU	84	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B22	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
21	IEQ	30026739	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B23	PMI_PU	84	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B23	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
22	IEQ	30026764	CALDERA ELECTRICA ETANOLO C01	PMI_HB	84	CALDERA ELECTRICA ETANOLO C01	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
23	IEQ	30026742	CALEFACTOR CON CALENTAMIENTO DIREC HFO	PMI_HB	84	CALEFACTOR CON CALENTAMIENTO DIREC HFO	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
24	IEQ	30011899	CARGADOR DE BATERIAS 125VDC BLOQ 3	PMI_EA	84	CARGADOR DE BATERIAS 125VDC BLOQ 3	PMI_CORRIENTE_PCONSUMO	CORRIENTE PUNTO DE CONSUMO	8760	A	2			
25	IEQ	30026766	COLUMNA DE DESTILACION HFO	PMI_SV	84	COLUMNA DE DESTILACION HFO	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
26	IEQ	30026743	COMPUTADORA 20 REFINERIA	PMI_HC	84	COMPUTADORA 20 REFINERIA	PMI_CORRIENTE_PCONSUMO	CORRIENTE PUNTO DE CONSUMO	8760	A	2			
27	IEQ	30026744	CONDENSADOR NAFTA CON01	PMI_HE	84	CONDENSADOR NAFTA CON01	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
28	IEQ	30026774	DEPU CIL CIR RECT H GAS LLAMA-SEGU T001	PMI_VE	84	DEPU CIL CIR RECT H GAS LLAMA-SEGU T001	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
29	IEQ	30027945	DEPU CIL CIR RECT V GAS LLAMA-SEGU T002	PMI_VE	84	DEPU CIL CIR RECT V GAS LLAMA-SEGU T002	PMI_HOROMETRO	HOROMETRO DE TRABAJO	8760	h	2			
30	IEQ	30026745	ESMERIL ELECTRIC0 08	PMI_TO	84	ESMERIL ELECTRIC0 08	PMI_CORRIENTE_PCONSUMO	CORRIENTE PUNTO DE CONSUMO	8760	A	2			
31	IEQ	30026633	EXTINGUIDOR 190 POS 125LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 190 POS 125LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
32	IEQ	30026634	EXTINGUIDOR 191 POS 125LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 191 POS 125LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
33	IEQ	30026635	EXTINGUIDOR 192 POS 20LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 192 POS 20LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
34	IEQ	30026636	EXTINGUIDOR 193 POS 125LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 193 POS 125LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
35	IEQ	30026637	EXTINGUIDOR 194 POS 10LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 194 POS 10LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
36	IEQ	30026638	EXTINGUIDOR 195 CO2 10LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 195 CO2 10LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
37	IEQ	30026639	EXTINGUIDOR 196 CO2 20LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 196 CO2 20LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
38	IEQ	30026640	EXTINGUIDOR 197 POS 20LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 197 POS 20LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
39	IEQ	30026641	EXTINGUIDOR 198 CO2 50LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 198 CO2 50LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
40	IEQ	30026642	EXTINGUIDOR 199 POS 20LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 199 POS 20LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
41	IEQ	30026643	EXTINGUIDOR 200 POS 20LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 200 POS 20LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
42	IEQ	30026644	EXTINGUIDOR 201 POS 125LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 201 POS 125LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			
43	IEQ	30026645	EXTINGUIDOR 202 POS 125LB	PMI_FF	137	EXTINGUIDOR 202 POS 125LB	PMI_PRESION_PSI	PRESION PSI	8760	psi	2			

Fuente: elaboración propia.

3.1.10. Creación de documentos de medida (PM11 SAP HANA)

Para crear documentos de medición en SAP, se debe de utilizar la transacción IK11 o seguir la ruta Menú SAP > logística -> mantenimiento -> gestión de mantenimiento -> notificación -> documentos de medición -> crear.

Los documentos de medición se deben de actualizar diariamente en el sistema.

Para la recopilación de datos, se diseñó una hoja electrónica en Excel, con la estructura que muestra la tabla número XXX. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XXX. Documentos de medición PM10

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Equipo	Es la denominación o código que SAP le asigna al equipo dentro del módulo PM.	8
B	Punto de medida	Es el número que se asignó al punto de medida.	5
C	Posición de medida	Es el número asociado al punto de medida creado, a dicho punto se le asociara el documento de medición por crear.	5
D	Documento de medición	Orden de correlativo de documentos de medición	5
E	Fecha de medición	Es la fecha en la que se creó el documento de medición. Debe tener el formato DD.MM.AAAA o DD/MM/AAAA.	8
F	Hora medición	Es la hora en la que se realizó el documento de medición. Debe tener el formato HH:MM:SS o HH.MM.SS.	8
G	Características	Es referente a la característica del punto de medida.	40
H	Diferencia	Es el valor cuantificable del punto de medición.	8
I	Unidades	Unidad en la que se indica un valor de característica numérico.	6

Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Plantilla de documentos de medición PM11

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Equip.	Posición de medida	Punto de medida	Documento de medicación	Fecha de medición	hora medición	Características	Diferencia	Unidad				
30026725	BOMBA CENTRIFUGA CARGA FO B17	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026726	BOMBA CENTRIFUGA CARGA FO B18	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026728	BOMBA CENTRIFUGA CARGA RECIR FO B18	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026730	BOMBA CENTRIFUGA DEST. ETA B14	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026731	BOMBA CENTRIFUGA DEST. VAP. ETA B18	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026735	BOMBA CENTRIFUGA INYEC. ETA B35	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026736	BOMBA CENTRIFUGA LAV. DIESEL SODA CA B13	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026740	BOMBA CENTRIFUGA LAVADO NAFTA B12	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026741	BOMBA CENTRIFUGA RECIRCULACION NAFTA B07	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026757	BOMBA CENTRIFUGA TRATAMIENTO NAFTA NO. 1	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026758	BOMBA CENTRIFUGA TRATAMIENTO NAFTA NO. 2	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026779	BOMBA DE ENGRANAJE C/R KEROSENE B11	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026782	BOMBA DE ENGRANAJE HFO ALL B02	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026783	BOMBA DE ENGRANAJE HFO ALL DIREC B03	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026784	BOMBA DE ENGRANAJE HFO TAN. ALL B01	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026784	BOMBA DIAFRAGMA AUXILIAR DE ACIDO B20	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026777	BOMBA ROTATIVA CARGA FO B19	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026777	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B21	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026780	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B22	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026780	BOMBA ROTATIVA DIESEL ACIDO B23	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026784	CALEDERA ELECTRICA ETANOL C01	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026782	CALEFACTOR CON CALENTAMIENTO DIREC HFO	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30011899	CARGADOR DE BATERIAS 12VDC BLOQ 3	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026786	COLUMNA DE DESTILACION HFO	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026785	COMPUTADORA 20 REFINERIA	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026784	CONDENSADOR NAFTA COMBI	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026774	DEPU. CIL. RECT. H GAS LLAMA-SEGU T001	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30027945	DEPU. CIL. RECT. V GAS LLAMA-SEGU T002	86	1	1/01/2020		PM_INERCI		Kg/m2				
30026745	EMEREL ELECTRICO 08	1	1	1/01/2020			0	0				
30026853	EXTINGUIDOR 180 CO2 10LB	139	1	1/01/2020		PM_RECORRIDO_MM		mm				
30026854	EXTINGUIDOR 181 PQS 125LB	139	1	1/01/2020		PM_RECORRIDO_MM		mm				
30026855	EXTINGUIDOR 182 PQS 20LB	139	1	1/01/2020		PM_RECORRIDO_MM		mm				
30026856	EXTINGUIDOR 183 PQS 125LB	139	1	1/01/2020		PM_RECORRIDO_MM		mm				
30026857	EXTINGUIDOR 184 PQS 10LB	139	1	1/01/2020		PM_RECORRIDO_MM		mm				
30026858	EXTINGUIDOR 185 CO2 10LB	139	1	1/01/2020		PM_RECORRIDO_MM		mm				
30026859	EXTINGUIDOR 186 PQS 10LB	139	1	1/01/2020		PM_RECORRIDO_MM		mm				

Fuente: elaboración propia.

3.1.11. Propuesta del plan de mantenimiento preventivo (basado en tiempo) simple (PM12 SAP HANA)

Para crear un plan de mantenimiento en SAP, se debe de utilizar la transacción IP42 o seguir la ruta Menú SAP > logística -> mantenimiento -> mantenimiento planificado-> planificación de mantenimiento -> planes de mantenimiento preventivo -> plan de estrategia > crear.

En la figura 48 se muestra las estrategias de mantenimiento disponibles dentro del módulo PM del sistema. La propuesta está basada en un plan de mantenimiento preventivo de tiempo simple. Por lo tanto, se utilizó la estrategia ESTTMP = ESTRATEGIA TIEMPO LIZTEX.

Figura 48. **Estrategias de mantenimiento**

Estrategia	Texto breve
ESTHRO	Estrategia Horas LIZTEX
ESTKMS	Estrategia Kilometros LIZTEX
ESTTMP	Estrategia Tiempo LIZTEX
ESTCOP	Estrategia Cantidad de operaciones LIZTEX

Fuente: elaboración propia.

La figura 49 muestra el tipo de ciclo que tiene la estrategia y la descripción de este.

Figura 49. **Tipo de ciclo de estrategia**

Estrategia	Ciclo	Descripción ciclo
ESTTMP	1D	Diario
ESTTMP	2D	Cada 2 Días
ESTTMP	7D	Semanal
ESTTMP	15	Quincenal
ESTTMP	1M	Mensual
ESTTMP	2M	Bimestral
ESTTMP	3M	Trimestral
ESTTMP	4M	Cuatrimstral
ESTTMP	6M	Semestral
ESTTMP	8M	Octamestral
ESTTMP	1A	Anual
ESTTMP	2A	Bianual
ESTTMP	3A	Triannual
ESTTMP	4A	Cuatrienio
ESTTMP	5A	Quinquenal
ESTTMP	6A	Sexenio
ESTTMP	7A	Septenio
ESTTMP	8A	Octenio
ESTTMP	10	Diez Años

Fuente: elaboración propia.

Cada equipo está constituido por frecuencias de mantenimiento diferente. Dichas frecuencias cuentan con tres niveles en los que se indica el tipo de mantenimiento que se debe de realizar.

En las figuras 50 y 51 se muestran la frecuencia en niveles y la descripción de cada nivel con el que operan los intercambiadores de calor en la planta.

Figura 50. **Frecuencia de mantenimiento intercambiadores de calor**

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO INTERCAMBIADORES DE CALOR		
N1	N2	N3
Bimestral	Trimestral	Bienal
	Semestral	
Medio año	Anual	De 3 a 5 años

Fuente: elaboración propia.

Figura 51. **Descripción de niveles**

DESCRIPCION DE NIVELES	
Nivel 1	Consta de inspecciones visuales y un mantenimiento ligero. El mantenimiento puede estimarse para que dure entre unas 4 y 8 horas, dependiendo si este necesita extraer una pieza interna.
Nivel 2	Consiste principalmente en inspecciones y lavado interior del equipo. El mantenimiento puede estimarse de 24 horas a 48 horas, dependiendo si es necesario extraer piezas.
Nivel 3	Consiste en inspecciones amplias, pruebas y grandes tareas de mantenimiento que han surgido durante los mantenimientos N1 y N2. El lavado que se realiza es con químicos, este mantenimiento tiene un tiempo estimado de 48 horas a 72 horas, dependiendo si es necesario extraer piezas.

Fuente: elaboración propia.

Para la recopilación de datos, se diseñaron cincuenta y cuatro hojas electrónicas en Excel, con la estructura que muestra la tabla número XXXI. La tabla muestra el rango de columnas utilizadas, campo, descripción del campo y longitud de caracteres.

Tabla XXXI. **Plan de mantenimiento preventivo PM11**

Columna	Campo	Descripción del campo	Longitud
A	Plan de mantenimiento preventivo	Nombre que se le asignara al plan de mantenimiento.	40
B	Tipo. plan mantenimiento	Se debe de seleccionar la opción de orden de mantenimiento.	40
C	Estrategia	Es el tipo de ciclo con el que se realizar el mantenimiento. Se debe de colocar ESTTMP que es la referencia al ciclo de mantenimiento por tiempo.	7
D	Intervalo de toma	Intervalo de tiempo durante el que la planificación tendrá lugar.	3
E	Sujeto a conclusión	Esta opción creara el aviso de mantenimiento.	1
F	Horizonte de apertura	Corresponde al intervalo de liberación de la orden de mantenimiento.	80 %
G	Posición	Es el equipo o ubicación técnica al que se le asignara el plan de mantenimiento.	8

Fuente: elaboración propia.

Figura 52. Plantilla de plan de mantenimiento preventivo simple (PM12)

Plan mant. Prev.	Tp. plan mantenimiento	Estado	Intervalo de tor	Sujeto a concluir	Horizonte de apertura	Posición
1	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027902
2	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027903
3	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027902
4	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027912
5	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027913
6	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027914
7	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027906
8	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027909
9	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027904
10	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027907
11	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027911
12	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027905
13	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027910
14	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027910
15	Orden de mantenimiento	ESTTMP	365	Marca	0.8	30027910

Fuente: elaboración propia.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso (PFD) representa la información básica del proceso que se realiza en la planta. Dicho diagrama se diseñó con base en las categorías simbólicas que se encuentran en la tabla C.1 Anexo C de la norma ISO 10628.

La información básica que contiene el diagrama es la simbología de cada equipo, el código SAP de cada equipo, las líneas de procesos que se realizan en la planta y sus temperaturas de operación.

La tabla XXXII muestra la descripción de los procesos que están definidos dentro del diagrama de flujo de proceso.

Tabla XXXII. **Procesos planta transformadora de hidrocarburos**

Color de tubería	Proceso	Temperatura de trabajo en grados Celsius (°C)
	Gas	40-160
	Nafta	40-160
	Keroseno	170-180
	Diésel	220-240
	Residuo de crudo (Bunker)	330-425

Fuente: elaboración propia.

El diagrama de flujo de proceso (PFD) se encuentra representado en el anexo 1.

4.2. Implementación de equipos en el sistema (SAP HANA S/4)

Para la implementación de los equipos en el sistema, se utilizaron los datos de la plantilla PM05, la cual corresponde al levantamiento de equipo de la planta.

Para implementar los equipos en el sistema SAP, se procedió a copiar los datos de la plantilla mencionada para poder crear un documento en block de notas, dentro del documento creado se eliminó el último espacio en blanco y se guardó el documento con el nombre de “Creación de equipos serie”. La forma en la que se implementarán los equipos fue en serie.

Figura 53. Block de notas con equipos a carga

Material	REFID	Qty	Description	Technical Specs
70010695	REFI0000093	M	MEZCLADOR NAFTA-H2O M204	PME_MOME PME_MX LIZTEX GT CILINDRO CI
70010695	REFI0000043	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA CARGA FO M18	PME_EMSI PME_EM ABB US P25
70010695	REFI0000045	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA CARGA FO M19	PME_EMSI PME_EM ABB US M23
70010695	REFI0000039	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA CARGA-RECIR FO M16	PME_EMSI PME_EM STERLING S
70010695	REFI0000026	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA CIR KEROSENE M11	PME_EMSI PME_EM WEG BR 90L
70010695	REFI0000035	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA DEST-ETA M14	PME_EMSI PME_EM LEPONO BR AJM
70010695	REFI0000024	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA DEST-VAP-ETA M08	PME_EMSI PME_EM AQUASTRONG IT
70010695	REFI0000007	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA HFO ALI. B02	PME_EMSI PME_EM AEG DE Y2
70010695	REFI0000009	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA HFO ALI. DIREC B03	PME_EMSI PME_EM ROBERTBIRKE
70010695	REFI0000005	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA HFO TAN. ALI. B01	PME_EMSI PME_EM WEG BR AL1
70010695	REFI0000037	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA INYEC-ETA M15	PME_EMSI PME_EM NEWMAY GB PV
70010695	REFI0000030	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA LAVADO DIESEL M13	PME_EMSI PME_EM AEG DE AM
70010695	REFI0000028	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA LAVADO NAFTA M12	PME_EMSI PME_EM AQUASTRONG IT
70010695	REFI0000022	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA RECIR NAFTA M07	PME_EMSI PME_EM ABB US M25
70010695	REFI0000047	M	MOTOR ELECTRICO BOMBA SUC-DESECHOS M20	PME_EMSI PME_EM ABB US M35
70010695	REFI0000041	M	MOTOR ELECTRICO CENTRIFUGO CARGA FO M17	PME_EMSI PME_EM ABB US P25
70010695	REFI0000049	M	MOTOR ELECTRICO LLAMA-SEGU M21	PME_EMSI PME_EM RELIANCE ELECTRIC US
70010695	REFI0000012	M	MOTOR ELECTRICO QUEMADOR HFO Q01	PME_EMSI PME_EM GENERAL ELECTRIC
70010695	REFI0000014	M	MOTOR ELECTRICO QUEMADOR HFO Q02	PME_EMSI PME_EM OBR AND SEMBOWER, I
70010695	REFI0000019	M	MOTOR ELECTRICO VALVULA 3/2 VIAS HFO M06	PME_EMSI PME_EM
70010695	REFI0000021	M	TRANSMISOR DE PRESION FLUJO-GAS T02	PME_IPPS PME_IP DPHARP JP EJA

Fuente: elaboración propia.

Al tener el block de notas creado, se ingresó al menú del sistema SAP a la opción módulo de producción con conexión local (PRD). Al ingresar en el módulo

PRD, se utilizó la transacción de creación de equipos con número de serie para manejo de material de renovación IQ01.

Figura 54. Renovación de equipos



Fuente: elaboración propia.

Dentro de la IQ01, nos solicita el número de material (número de renovación en caso de *overhaul*), el número de serie que es el número de registro de control de la empresa, y el tipo de material por registrar, en nuestro caso una máquina o equipo (m). Estos datos se recolectan mediante la plantilla PM05.

Al ingresar en la IQ01, se seleccionó vista de equipo, dentro de vista de equipo se seleccionó la opción de datos generales. En datos generales, se ingresó la denominación del equipo el cual corresponde al nombre del equipo.



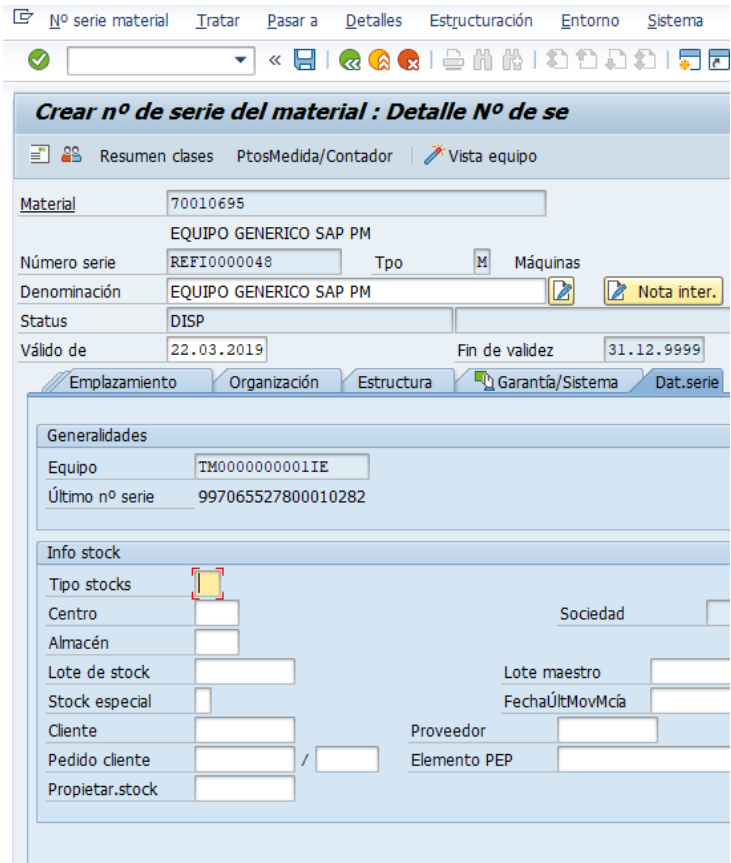
Al tener la denominación del equipo, se seleccionó el ícono de resumen de clases , dentro de resumen de clases se seleccionó el ícono matchcode . Al seleccionar este ícono sale una ventana emergente con el nombre de n.º de clase, en esta venta se procedió a eliminar la restricción de datos que por defecto tiene un rango de 500.

Figura 55. Datos generales



Crear n° de serie del material : Detalle N° de se

Resumen clases PtosMedida/Contador Vista equipo

Material: 70010695
EQUIPO GENERICO SAP PM

Número serie: REFI0000048 Tpo: M Máquinas

Denominación: EQUIPO GENERICO SAP PM [Nota inter.]

Status: DISP

Válido de: 22.03.2019 Fin de validez: 31.12.9999


Emplazamiento Organización Estructura Garantía/Sistema Dat.serie

Generalidades

Equipo: TM00000000001IE

Último n° serie: 997065527800010282

Info stock

Tipo stocks: 

Centro: Sociedad:

Almacén:

Lote de stock: Lote maestro:

Stock especial: FechaÚltMovMcía:

Cliente: Proveedor:

Pedido cliente: Elemento PEP:

Propietar.stock:

Fuente: elaboración propia.

Al eliminar la registración, se procedió a seleccionar el perfil del equipo a crear, en nuestro caso seleccionamos PME_PUCE. Dentro del perfil se procedió a seleccionar el tipo de objeto, que para nuestro caso corresponde a una bomba.

Al finalizar la selección, se procedió a completar los datos generales del equipo, datos de fabricación y aprovisionamiento.

Una vez efectuada la finalización de los datos por completar, se procedió a asignar el emplazamiento en el equipo. Los datos que el emplazamiento solicita son centro de emplazamiento, emplazamiento, área de empresa, puesto de trabajo indicador ABC y campo de clasificación. En nuestro caso, estos datos corresponden de la siguiente manera:

- Centro de emplazamiento: E004
- Emplazamiento: E003
- Área de trabajo: E015
- Puesto de trabajo: MECAREFRI
- Indicador ABC: X
- Campo de clasificación: E003007

Dichos datos ya se habían recolectado en la plantilla mencionada.

Al finalizar con los datos de emplazamiento, se procedió a seleccionar la opción de organización. Los datos que solicita dicha opción son centro de coste, perfil catálogo y los datos de emplazamiento exceptuando los datos de indicador ABC y campo de clasificación. En nuestro caso, estos datos corresponden de la siguiente manera:

- Centro de emplazamiento: E004
- Emplazamiento: E003
- Área de trabajo: E015
- Puesto de trabajo: MECAREFRI
- Centro de coste: E004067

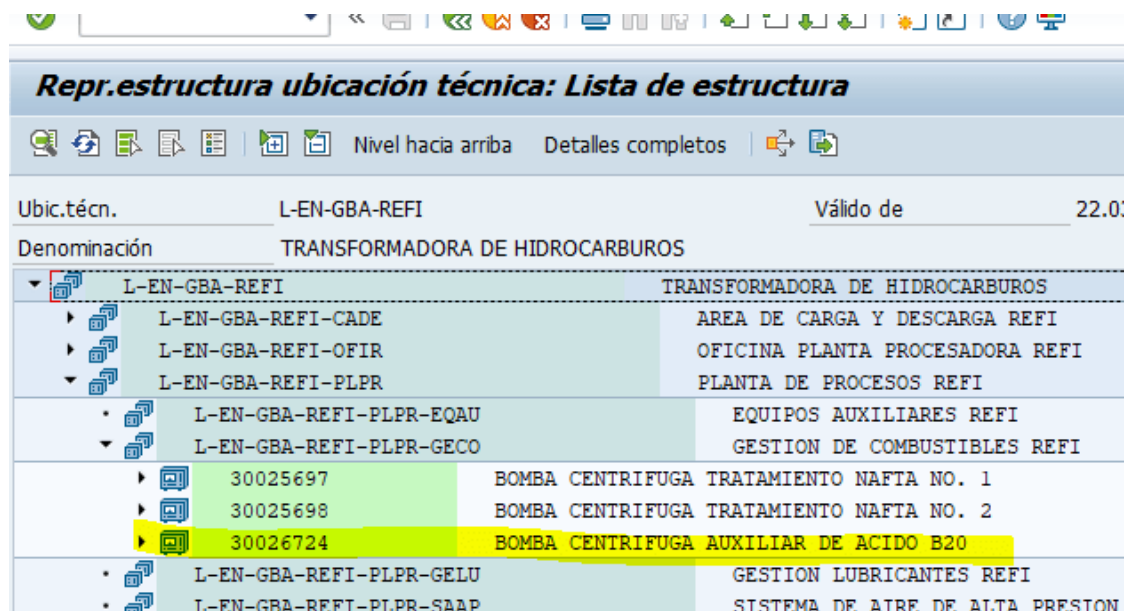
- Perfil catálogo: PME_PUCE

Una vez efectuada la finalización de los datos por completar, se procedió a asignar la estructura, la cual corresponde a la ubicación técnica de nuestro equipo. La ubicación técnica correspondiente para el equipo es L-EN-GBA-REFI-PLR-GECO. La descripción de esta ubicación está presente en la figura 38.

Posteriormente se procede a grabar los datos solicitados y SAP genera un número de referencia o código para nuestro equipo.

Para verificar que el equipo se encuentra en el sistema, se utilizó la transacción IH01, la cual está asociada a la estructura de ubicación técnica.

Figura 56. **Bomba centrífuga dentro del sistema SAP**



The screenshot shows the SAP transaction IH01, titled "Repr.estructura ubicación técnica: Lista de estructura". The interface includes a toolbar with various icons and a menu bar with options like "Nivel hacia arriba" and "Detalles completos". The main display area shows a hierarchical tree structure of technical locations. The selected location is L-EN-GBA-REFI-PLPR-GECO, which is highlighted in yellow. The corresponding description is "BOMBA CENTRIFUGA AUXILIAR DE ACIDO B20".

Ubic.técn.	Denominación	Válido de
L-EN-GBA-REFI	TRANSFORMADORA DE HIDROCARBUROS	22.01.2010
L-EN-GBA-REFI-CADE	AREA DE CARGA Y DESCARGA REFI	
L-EN-GBA-REFI-OFIR	OFICINA PLANTA PROCESADORA REFI	
L-EN-GBA-REFI-PLPR	PLANTA DE PROCESOS REFI	
L-EN-GBA-REFI-PLPR-EQAU	EQUIPOS AUXILIARES REFI	
L-EN-GBA-REFI-PLPR-GECO	GESTION DE COMBUSTIBLES REFI	
30025697	BOMBA CENTRIFUGA TRATAMIENTO NAFTA NO. 1	
30025698	BOMBA CENTRIFUGA TRATAMIENTO NAFTA NO. 2	
30026724	BOMBA CENTRIFUGA AUXILIAR DE ACIDO B20	
L-EN-GBA-REFI-PLPR-GELU	GESTION LUBRICANTES REFI	
L-EN-GBA-REFI-PLPR-SAAP	SISTEMA DE AIRE DE ALTA PRESTION	

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. En la planta se realiza un proceso de destilación atmosférica, por medio de una columna fraccionaria de destilación.
2. Al utilizar la jerarquía que indica la pirámide de la norma ISO 14224:2016, se logró ubicar de manera correcta cada equipo, separando por conjunto de clases y característica.
3. A través de los registros elaborados con las indicaciones que necesita el módulo PM de sistema SAP HANA S/4, se logró que la planta contara dentro del sistema de la empresa con registros de características, clases, ubicaciones técnicas, equipos, hojas de ruta, otros.
4. El problema que presenta el proceso es la falta de una línea de reflujo estable. Además de esto, los equipos no son los adecuados. La columna de destilación no cuenta con las válvulas de bandejas adecuadas. El *stripper* de reflujo se encuentra dividido en dos partes y solamente una de estas partes cuenta con el sistema de condensación y reboiler. Los tanques de sedimento no cuentan con deflectores dentro de ellos, la cual genera que el flujo que entra no tenga una forma turbulenta.

RECOMENDACIONES

1. Utilizar la norma ISO 10628 para cada nuevo equipo dentro del diagrama de flujo de proceso que incorpore el ingeniero programador del mantenimiento.
2. Emplear la jerarquía de la pirámide taxonómica de la norma ISO 14224:2016 en cada nuevo equipo que integre al proceso o a la planta el ingeniero programador del mantenimiento.
3. Atender las especificaciones que indica el módulo PM de SAP cuando el ingeniero supervisor del mantenimiento genere los registros del equipo y de sus mantenimientos dentro del sistema.
4. Agregar, por parte del ingeniero de procesos, una línea de reflujo estable, constituida mínimamente por dos líneas que contengan una bomba de reflujo cada una.
5. Efectuar los cambios de diseño de los tanques de sedimentación y de las válvulas de bandeja de columna de destilación que considere convenientes el ingeniero de procesos.

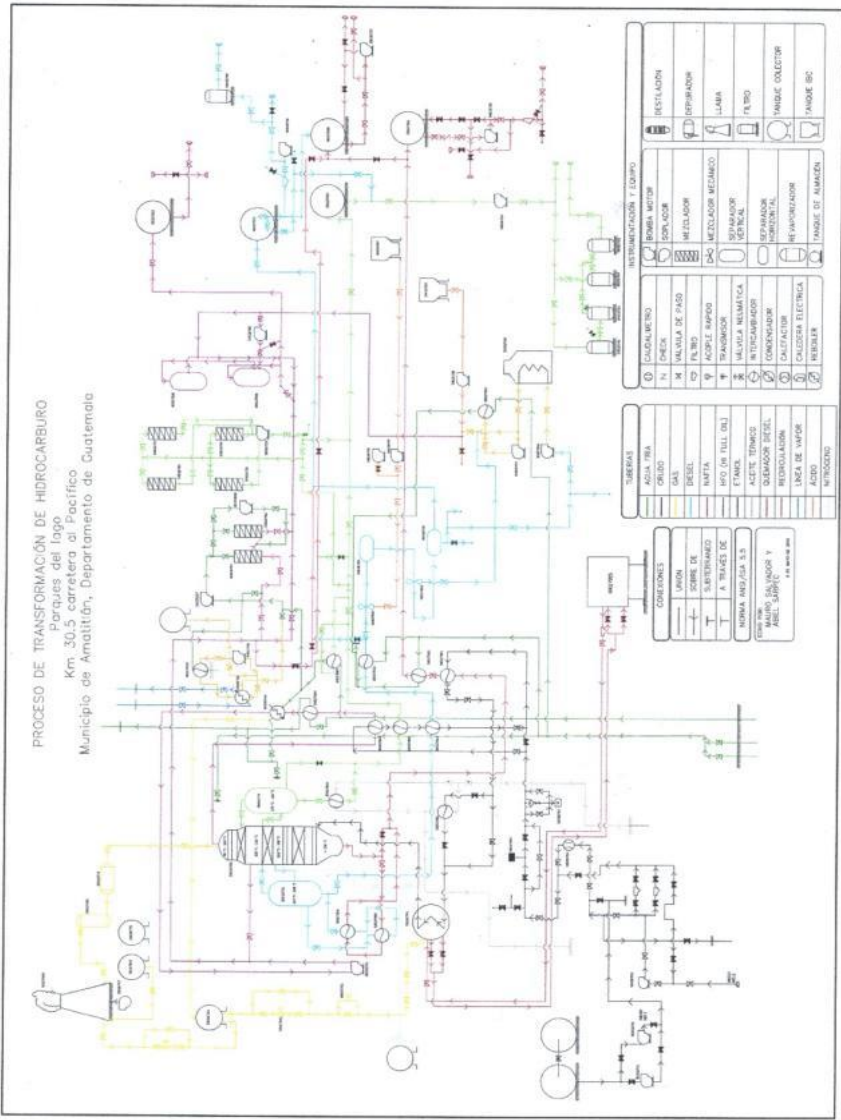
BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Española de Normalización y Certificación. ISO 10628:1997: *Diagrama de flujo de plantas de proceso reglas generales*. [en línea]. <<https://profesorrenato.files.wordpress.com/2018/04/213875555-une-en-iso-10628-2001-pdf.pdf>>. [Consulta: 15 de diciembre de 2020].
2. AVALLONE, Eugene; NORIEGA, Francisco. *Manual del ingeniero mecánico*. México: McGraw-Hill, 1995. 220 p.
3. BSI Standards. ISO 14224:2016: *Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment (ISO 14224:2016)* [en línea]. <<http://hadidavari.com/wp-content/uploads/2018/11/ISO-14224-2016.pdf>>. [Consulta: 20 de diciembre de 2020].
4. GARCÍA GALLEGO, Miguel. *Aplicación HYSYS destilación atmosférica de crudo petrolífero*. Trabajo de graduación de Ing. Química. Universidad de Sevilla, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, 2012. 221 p.
5. GIL MORENO, Luis. *Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo para el departamento de mantenimiento general de la refinería La Libertad Perenco Guatemala Limited*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 114 p.

6. KOHAN, A. L. *Manual de calderas*. España: McGraw-Hill, 1995. 350 p.
7. LIZTEX. *Nuestra Historia*. [en línea]. <<http://liztex.com/nuestra-historia/>>. [Consulta: 20 de diciembre de 2020].
8. MATAS AGUILAR, Antonio. *Desarrollo y puesta en marcha del mantenimiento preventivo, mediante SAP PM, en una empresa de distribución de productos farmacéuticos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de Sevilla, Departamento de Organización Industrial y Gestión de Empresas I, 2018. 114 p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Diagrama de flujo de proceso (PFD)



Fuente: elaboración propia.

