

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE UN
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA
COORDINACIÓN DE CALIDAD Y TALLERES DE LA REFINERÍA DE
BARRANCABERMEJA.
CASO ESTUDIO MANTENIMIENTO A ANALIZADORES EN LÍNEA DEL
ÁREA DE ANALÍTICA.**

ALFONSO HERNÁNDEZ ORTÍZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2019

**PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE UN
SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA
COORDINACIÓN DE CALIDAD Y TALLERES DE LA REFINERÍA DE
BARRANCABERMEJA.
CASO ESTUDIO MANTENIMIENTO A ANALIZADORES EN LÍNEA DEL
ÁREA DE ANALÍTICA.**

ALFONSO HERNÁNDEZ ORTÍZ

**Trabajo De Grado Para Optar El Título De Especialista En
GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**Director
JOHN FREDY VERGARA OSORIO
Magister en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2019**

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a:

A Dios por la vida y la fortaleza para concluir esta nueva meta.

A mi familia por todo su apoyo y comprensión.

Al Ingeniero John Fredy Vergara Osorio por su valiosa colaboración.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	16
1.1 MARCO CONTEXTUAL	16
1.1.1 Ecopetrol S.A.	16
1.1.2 Refinería de Barrancabermeja.	18
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
1.3 OBJETIVOS	25
1.3.1 Objetivo General.	25
1.3.2 Objetivos Específicos	26
1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO	27
2. MARCO TEORICO	28
2.1 MARCO TEÓRICO	28
2.2 HISTORIA DE LOS INSTRUMENTOS DE ANALÍTICA	30
2.2.1 Historia de los analizadores en sistemas de control.	32
2.2.2 Parámetros esenciales de un analizador.	33
2.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA	34
2.3.1 Sistema Fire & Gas.	35
2.3.1.1 Detectores de gas inflamable.	36
2.3.1.2 Detectores de gas toxico.	37

2.3.1.3 Detector de llama.	38
2.3.1.4 Válvulas de Diluvio.	39
2.3.2 Analizadores de oxígeno.	39
2.3.3 Cromatografía.	40
2.3.4 Sistema de Monitoreo de turbo maquinaria Bently Nevada.	41
2.3.5 Monitoreo de vibración Aero enfriadores.	43
2.3.6 Analizadores por demanda de aire ADA.	44
2.3.7 Analizadores de agua.	45
2.3.7.1 Turbiedad.	46
2.3.7.2 Conductividad.	46
2.3.7.3 PH.	46
3. MARCO CONCEPTUAL	48
3.1 LA INFORMACIÓN Y SU IMPORTANCIA EN EL MANTENIMIENTO	48
3.1.1 Introducción a los sistemas de información.	49
3.1.1.1 Que son los sistemas de información de mantenimiento.	49
3.1.1.2 Actividades de un sistema de información.	49
3.1.1.3 Sistemas de información de mantenimiento CMMS.	50
3.1.2 Definición de mantenimiento.	50
4. RECOPIACIÓN Y ANALÍISIS DE INFORMACIÓN	52
4.1 BITÁCORA	52
4.1.1 Reunión de inicio de turno.	54
4.1.2 Protocolos	57
4.1.2.1 Información de protocolos.	57

4.2 INFORMACIÓN RECOLECTADA	59
4.3 CLASIFICACION DE EQUIPOS POR TAREAS SIMILIRARES, EPPS Y EQUIPOS ESPECIALES	61
4.4 CONSULTA PARA LA DEFINICION DE INFROMACION RELEVANTE PARA EL ALSITAMINETO Y LA EJECUCION	64
5. CASO ESTUDIO SISTEMA FIRE & GAS PLANTA DE AROMÁTICOS	67
6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN	71
6.1 ACTIVIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	71
6.1.1 Entrada de información.	72
6.1.2 Almacenamiento de la información.	72
6.1.3 Procesamiento de la información.	72
6.2 SALIDAS DE INFORMACIÓN	73
6.3 DEFINICIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA INFORMACIÓN	73
6.3.1 Entradas.	73
6.3.2 Salidas.	74
6.4 GENERAR PROTOCOLO	75
7. CONCLUSIONES	77
8. RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFIA	80
ANEXOS	82

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación Geográfica Refinería de Barrancabermeja.	19
Figura 2. Vista satelital de la Refinería de Barrancabermeja	20
Figura 3. Algunas marcas de analizadores de la refinería	25
Figura 4. Detector de gas	37
Figura 5. Detector ge H ₂ S	38
Figura 6. Detector de llama	38
Figura 7. Válvula de diluvio	39
Figura 8. Instalación analizadora de O ₂	40
Figura 9. Componentes básicos de un cromatógrafo	41
Figura 10. Componentes de un sistema Bently nevada.	42
Figura 11. Esquema típico de montaje sistema Bently Nevada	43
Figura 12. Panel Bently Nevada 1900/65 A	44
Figura 13. ADA Ametek 880	44
Figura 14. Turbidometro Hach	46
Figura 15. Analizador de PH Rosemount	47
Figura 16. Bitácora de analítica	53
Figura 17. Planillas de charla técnica	55
Figura 18. Protocolo de entrega de mantenimiento ADA	58
Figura 19. Protocolo de entrega de mantenimiento Analizador de oxigeno	59
Figura 20. Diagrama de entrada proceso salida EPS	75

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Estructura organizacional Ecopetrol S.A	18
Tabla 2. Producciones basadas en una carga de crudo de 230 KBD	24
Tabla 3. Torres enfriadoras	60
Tabla 4. Clasificación de familias mantenimiento preventivo	61
Tabla 5. Clasificación de familias mantenimiento correctivo	63
Tabla 6. Tabla de ubicación y tipo de gas monitoreado F&G.	67

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. TRATAMIENTO DE DATOS	83
ANEXO B. FORMATOS PARA PROTOCOLOS MANTENIMIENTO	84
ANEXO C. HOJA DE DECISION DE RCM	85
ANEXO D. ANALIZADORES EN LÍNEA	86
ANEXO E. SISTEMAS DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN SISTEMAS FIRE & GAS	96

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LA COORDINACIÓN DE CALIDAD Y TALLERES DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA.
CASO ESTUDIO MANTENIMIENTO A ANALIZADORES EN LÍNEA DEL ÁREA DE ANALÍTICA.*

AUTOR: ALFONSO HERNÁNDEZ ORTÍZ**

PALABRAS CLAVE: ANALIZADORES, ANALÍTICA, VARIABLES MEDIDAS, HSE, MANTENIMIENTO

CONTENIDO:

Esta monografía plantea una propuesta metodológica para la estructuración de un sistema de información de mantenimiento para la coordinación de calidad y talleres de la refinería de Barrancabermeja caso estudio mantenimiento a analizadores en línea del área de analítica, planteado como respuesta a la necesidad de minimizar los tiempos de alistamientos en la ejecución de mantenimiento, a su vez garantizar la correcta documentación de actividades realizadas y la transferencia de conocimiento cuando se realizan mejoras o se implementan tareas adicionales en pro de mejorar el rendimiento y desempeño de los equipos y que no están plasmadas en los manuales del fabricante.

Este desarrollo está soportado por la información técnica de los manuales de los equipos, los protocolos de mantenimiento de intervenciones anteriores el conocimiento y la experiencia del personal que realiza los montajes, instalaciones, puesta a punto y que además realiza los mantenimientos preventivos y correctivos que se requieran para mantener una operación estable y confiable, en base a la experiencia de cada uno de ellos se realizó un sondeo de opinión respecto a que parámetros son los que se debieron tener en cuenta para las estructuración de la propuesta la cual agilizará la toma de datos y alistamientos en pro de mejorar los tiempos necesarios para las intervenciones de mantenimientos ya realizados con anterioridad.

El resultado de la propuesta va encaminado a resaltar la importancia de documentar con detalla cada una de las actividades realizadas en los mantenimientos con el fin de llevar una trazabilidad y seguimiento detallado de tiempos y de las intervenciones a las que se someten los equipos.

* Monografía de grado

** Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: John Fredy Vergara Osorio.

ABSTRACT

TITLE: METHODOLOGICAL PROPOSAL TO STRUCTURE A MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM FOR MAINTENANCE FOR THE QUALITY COORDINATION AND WORKSHOPS OF THE BARRANCABERMEJA REFINERY CASE STUDY MAINTENANCE TO INLINE ANALYZERS OF THE ANALYTICS AREA. *

AUTHOR: ALFONSO HERNANDEZ ORTIZ**

KEY WORDS: ANALYZERS, ANALYTICS, MEASURED VARIABLES, HSE, MAINTENANCE.

CONTENT:

This monography states a methodological proposal to structure a management information system for maintenance case study maintenance to inline analyzers of the analytics area. This, in response to the need of minimizing the time of the readiness process for the maintenance execution, guaranteeing the appropriate documentation of the activities carried out, which are not included in the manufacturers manual, assuring the transference of knowledge when additional or improvement tasks are implemented in order to improve the equipment performance.

This development is supported by the technical information provided in the equipment manual, the maintenance protocols of previous interventions, the knowledge and experience of the personnel that carries out the assemblies, installations, fine-tuning and who are also in charge of performing the preventive and corrective maintenance that is required to maintain a stable and reliable operation. Based on the personnel experience, an opinion poll was conducted to know which

parameters should be taken into consideration when structuring the proposal that aims at expediting the data collection and the readiness process in order to improve the necessary time for maintenance interventions carried out before.

The result of this proposal pretends to highlight the importance of documenting in detail each activity carried out during the maintenances, in order to keep traceability and follow-up regarding the time and the interventions the equipment is subjected to.

The result of this proposal pretends to highlight the importance of documenting in detail each activity carried out during the maintenances, in order to keep traceability and follow-up regarding the time and the interventions the equipment is subjected to.

* Monograph

** Physical – Mechanical Faculty. Maintenance Management Specialization. Director David Henrique Juliao Fortich

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el mantenimiento es uno de los ejes primordiales en toda organización y a medida que el tiempo pasa los procesos y los equipos se van modernizando por lo que todo tiende a cambiar. En la refinería de Barrancabermeja los cambios de tecnologías e inclusión de nuevos sistemas son una constante, para el área de mantenimiento analítica se hace primordial esta actualización, pero también es vital contar con la información de primera mano de todos los analizadores que actualmente están funcionando en la refinería, es por esto que se debe contar con las hojas de vida de cada uno de los equipos donde se contemple diagrama de montaje, fecha de puesta en marcha, rutinas de mantenimiento recomendadas por el fabricante etc.

Actualmente se cuenta con información muy valiosa recopilada durante muchos años y experiencias propias en donde se han realizado modificaciones, variaciones a las rutinas de mantenimiento ya que los procesos lo requieren y los equipos se deben adaptar a la operación cambiante de la organización en donde no siempre las cargas del crudo van a ser las mismas debido a la diversidad con diferentes especificaciones que se embarca hoy en día en la refinería lo cual genera alteraciones en la operación y por tanto se hace necesario garantizar la confiabilidad de cada uno de los analizadores, es por esto que se debe contar con una estructura de gestión de la información en donde el mantenedor tenga la posibilidad de consultar datos relevantes de los equipos, mantenimientos realizados, históricos, modificaciones realizadas, procedimientos y todo lo relacionado con HSE esto con el fin de que la herramienta le de todas las ayudas posibles para que su planeación sea la más completa y se eviten reprocesos a la hora de intervenir los equipos, pero también es necesario que una vez el mantenimiento sea cual sea preventivo, correctivo o cambio de tecnología se documente de la mejor manera y disponer de la información en cualquier momento.

Para la estructuración de la propuesta se recopiló información ya existente en los protocolos de mantenimiento, se identificaron otras formas de transferencia de conocimiento que se dan al interior del grupo y que no se están documentando formalmente y además se contó con la opinión de los instrumentistas del área de analítica en donde se aplicó una encuesta respecto a que le gustaría encontrar al momento de consultar un historial de un equipo, cuál sería la estructura más adecuada al momento de documentar y que le sería de ayuda como resultado final del proceso, teniendo en cuenta la necesidad y la expectativa de lo que se buscaba se definieron las entradas y las salidas que la información ya tratada debe entregar.

1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1 MARCO CONTEXTUAL

1.1.1 Ecopetrol S.A.¹. La reversión al Estado Colombiano de la Concesión De Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos. La naciente empresa asumió los activos revertidos de la Tropical Oil Company que en 1921 inició la actividad petrolera en Colombia con la puesta en producción del Campo La Cira-Infantas en el Valle Medio del Río Magdalena, localizado a unos 300 kilómetros al nororiente de Bogotá.

Ecopetrol emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó su operación. En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956.

En 1970 adoptó su primer estatuto orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República.

La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines, conforme a las reglas del derecho privado y a las normas contenidas en sus estatutos, salvo excepciones consagradas en la ley (Decreto 1209 de 1994).

En septiembre de 1983 se produjo la mejor noticia para la historia de Ecopetrol y una de las mejores para Colombia: el descubrimiento del Campo Caño Limón, en

¹ www.ecopetrol.com.co

asocio con OXY, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Gracias a este campo, la Empresa inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser un país exportador de petróleo. En los años noventa Colombia prolongó su autosuficiencia petrolera, con el descubrimiento de los gigantes Cusiana y Cupiagua, en el Piedemonte Llanero, en asocio con la British Petroleum Company.

En 2003 el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos.

Con la expedición del Decreto 1760 del 26 de Junio de 2003 modificó la estructura orgánica de la Empresa Colombiana de Petróleos y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 4832 del 31 de octubre de 2005, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá D.C., y aclarada por la Escritura Pública número 5773 del 23 de diciembre de 2005.

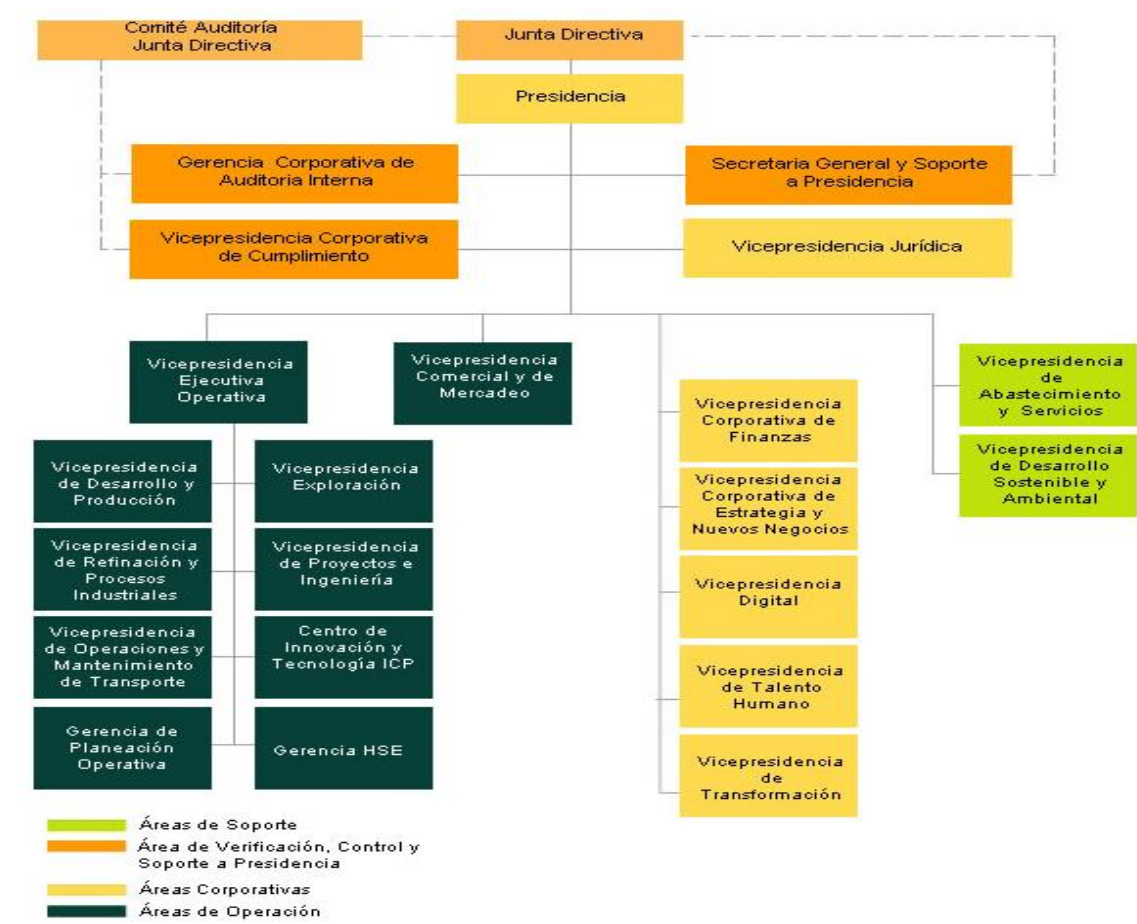
Con la transformación de la Empresa Colombiana de Petróleos en la nueva Ecopetrol S.A., la Compañía se liberó de las funciones de Estado como administrador del recurso petrolero y para realizar esta función fue creada La ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos).

A partir de 2003, Ecopetrol S.A. inició una era en la que, con mayor autonomía, ha acelerado sus actividades de exploración, su capacidad de obtener resultados con visión empresarial y comercial y el interés por mejorar su competitividad en el mercado petrolero mundial.

Actualmente, Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país con una utilidad neta de \$15,4 billones registrada en 2011 y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su tamaño, pertenece al grupo de las 40 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica.

En la siguiente tabla se visualiza la estructura organizacional de Ecopetrol.

Tabla 1. Estructura organizacional Ecopetrol S.A



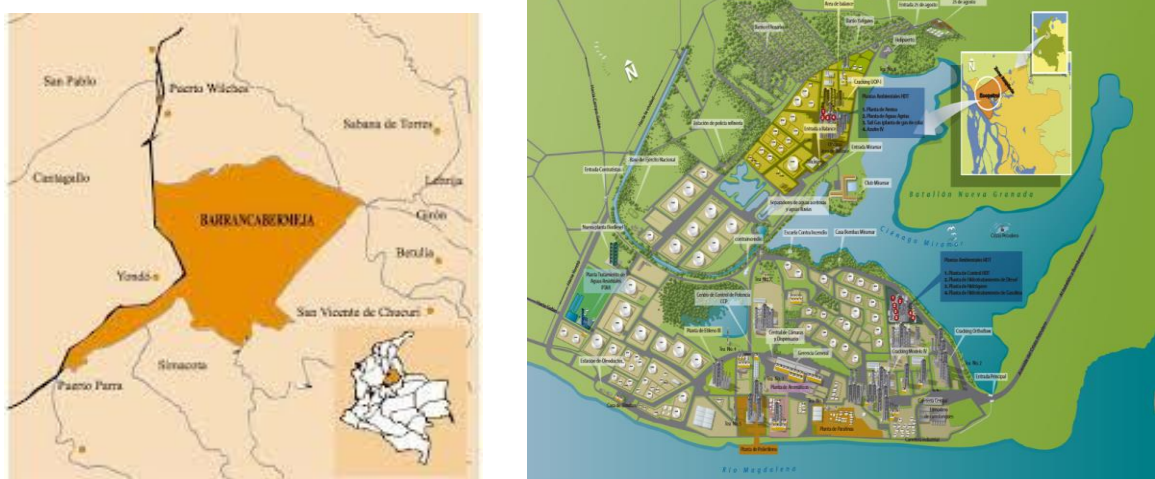
Fuente: Ecopetrol S.A

1.1.2 Refinería de Barrancabermeja. La Refinería de Barrancabermeja una de las primeras zonas en las que comenzó la explotación petrolera a principios del siglo XX; inicio las operaciones con unos alambiques traídos en 1992 desde

Talara en el Perú. A partir de una capacidad instalada inicial de 1.500 barriles por día se inició la construcción de esta inmensa infraestructura.

La Refinería de Barrancabermeja; ubicada a orillas del río Magdalena en la parte occidental del departamento de Santander dentro del municipio de Barrancabermeja; Se extiende en un área de 254 hectáreas como se muestra en la figura 1 y 2 entregada a título de información; en las que se distribuyen más de cincuenta plantas y unidades de proceso, tratamiento, servicios y control ambiental.

Figura 1. Ubicación Geográfica Refinería de Barrancabermeja.



Fuente: Ecopetrol S.A

Sede: Barrancabermeja (Santander).

Negocio: Refinación de crudo y petroquímica.

Capacidad instalada: 250

Figura 2. Vista satelital de la Refinería de Barrancabermeja



Fuente: Ecopetrol S.A

La Refinería de Barrancabermeja abastece el mercado nacional y exporta excedentes de fuel oil y petroquímicos al mercado internacional.

Produce diésel, gasolina, jet, GLP, propileno, asfalto, fuel oil, aromáticos, bases lubricantes, avigás, azufre, ceras parafínicas, disolventes alifáticos y polietileno

Cumplimiento especificaciones nacionales (contenido azufre: Gasolina <300 ppm y Diésel <50 ppm)

A lo largo de su historia se han desarrollado grandes obras para asegurar su actualización tecnológica, repotenciación y automatización:

Décadas 30 a 50: construcción de las primeras plantas industriales de destilación combinada, primera unidad de Cracking Catalítico (Modelo IV) y primera unidad de Viscorreducción.

Años 60: construcción de dos unidades de crudo y vacío (unidad U250 y U2100), así como la segunda de Cracking (unidad Orthoflow) y primera unidad de polietileno.

Años 70: Montaje del tren de lubricantes y parafinas, la planta de aromáticos y el conjunto de Unidad de Balance.

Años 80: ampliación de la capacidad para procesamiento de crudo de la refinería de 130 a 170 KBPD, construcción de la Unidad 150 en reemplazo de la unidad de crudo original, y modernización de la unidad FCC Modelo IV.

Años 90: actualización de la unidad U-200 y Viscosreductora I, reformas a la Unidad U2000 para procesamiento de crudos livianos tipo Cusiana y Cupiagua y modernización de la unidad Orthoflow, así como la construcción de la cuarta unidad de Cracking, UOP II

Años 2000: construcción de la nueva unidad de Alkilación, nueva planta de Ácido Sulfúrico, reemplazo de hornos de la unidad U-250, modernización de la unidad de Aromáticos, modernización de la unidad de filtración de parafinas, e inicio de la construcción de las plantas de Hidrotratamiento de Diesel y Gasolina, nueva planta de hidrógeno y nueva unidad de Azufre IV.

2010 hasta la fecha: Puesta en servicio de las unidades de hidrotratamiento, Automatización total de la refinería, montaje del Centro de Optimización, modernización de los servicios industriales (nuevo Turbogás U5100, repotenciación del turbogás de la Unidad de Balance, montaje de nuevas unidades de compresión de aire industrial, nueva planta de agua de ultrafiltración, recuperación de la unidad de Turboexpander, actualización de metalurgia de la unidad U250, entre otros.

Inversiones que muestran la permanente evolución de la Refinería:

Inversiones de crecimiento: (entre 2007 y 2017) USD\$2.424 millones.

- Unidades de hidrotratamiento de combustibles
- Recuperación de la unidad de turboexpander
- Ampliación capacidad de producción de asfalto
- Almacenamiento de Gas Licuado de Petróleo

Inversiones actualización tecnológica: (entre 2008 y 2017) USD\$1.011 millones.

- Plan Maestro de Servicios Industriales
- Centro de Optimización de la Refinería
- Equipo electrónico
- Sistema de control y energía Scada
- Equipos de análisis para Laboratorio

Inversiones continuidad operativa: (entre 2008 y 2017) USD\$737 millones.

- Actualización equipos estático, rotativo, de mantenimiento.
- Recuperación de estructuras de torres enfriadoras.

- Reemplazos de sistemas de distribución de potencia
- Reposición de cabezal gas ácido

Inversiones ambientales:(entre 2008 y 2017) USD\$117 millones.

- Plan Maestro Ambiental
- Instalación ciclón terciario UOPI
- Presurización de cuartos de control
- Segregación de aguas lluvias y aceitosas

Inversiones en mantenimiento: (entre 2007 y 2017) USD\$1.913 millones.

Como producto del trabajo realizado en los últimos años, la firma internacional Solomon Associates -que evalúa el desempeño en el 85% de las refinerías del mundo- ubicó a este complejo industrial como una de las mejores de su medición a nivel de Latinoamérica.

La refinería participó dentro de un grupo de 32 refinerías y fue evaluada por su eficiencia energética, costos y factor de utilización. Obtuvo una buena calificación en este estudio, entre otros factores por su disponibilidad operacional, el margen neto, el índice de mantenimiento, la tasa de retorno de inversión y el índice de personal.

En la siguiente tabla se presenta un ejemplo de las producciones basadas en una carga de crudo de 230 KBD en la refinería de Barrancabermeja.

Tabla 2. Producciones basadas en una carga de crudo de 230 KBD

Productos	Producción (*), kbd	Usos
Gasolinas	60,0	Consumo vehículos automotores
Diesel	65,0	Consumo vehículos automotores, transporte público y pesado
Jet	23,0	Combustible para aviones turbina o tipo jet
Fuel Oil	20,0	Combustible industrial y marinos
GLP	6,0	Combustible en estufas domésticas y equipo industrial
PGR	3,5	Precursor industria petroquímica (polipropileno)
Disolventes Aromáticos (kb/m)	90	Solventes
Bases lubricantes (kb/m)	55	Aceites lubricantes para motor
Parafinas (ton/m)	3500	Velas, betún, papel parafinado
Disolventes Alifáticos (kb/m)	28	Pinturas, precursores petroquímicos
Polietileno (ton/m)	4000	Plásticos de baja densidad
Azufre (ton/m)	2400	Fertilizantes
Acido (ton/m)	2100	Industria, fertilizantes

Fuente: Ecopetrol S.A

El análisis la ubica como una de las más eficientes y rentables de Latinoamérica y superior a la media de Estados Unidos, Canadá, Japón y Europa.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Coordinación de Calidad y Talleres de la Refinería de Barrancabermeja; cuenta con el área de Instrumentos Analítica, grupo encargado de asegurar la confiabilidad y disponibilidad de 345 analizadores en línea instalados en las unidades de proceso, estos analizadores en línea son los responsables del control de calidad de productos finales, monitoreo, protección de máquinas rotativas, eficiencia energética en combustión de calderas y hornos, así como garantizar que las emanaciones y efluentes de la refinería estén dentro de los parámetros permitidos por la ley ambiental nacional.

A pesar de ser un área especializada esta no cuenta con un sistema de información de HSE donde se contemple uso de EPPS especiales o

requerimientos adicionales como construcción de andamios, plataformas etc. Tampoco se tiene una base de información de mantenimiento estructurada donde se lleve la trazabilidad de las intervenciones realizadas a los analizadores en línea que tiene a su cargo, generando perdida de información valiosa la cual generaría valor agregado en oportunidad y calidad a los mantenimientos periódicos programadas y los emergentes para cada analizador en particular.

En la siguiente figura se presenta a manera de información algunas marcas de analizadores para la Refinería:

Figura 3. Algunas marcas de analizadores de la refinería



Fuente: Manuales de fabricante Biblioteca analítica Refinería

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General. Proponer la arquitectura para un sistema de gestión de la información de mantenimiento que se adapte a las necesidades del área de analítica con el fin de asegurar la información de los mantenimientos ya realizados y futuras intervenciones para la toma de decisiones y así reducir las horas hombre utilizadas en alistamiento de equipos, elementos de protección personal

especiales, estructuras adicionales como andamios para los mantenimientos de los analizadores de la Refinería de Barrancabermeja.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Recopilar información de los protocolos de mantenimiento y los analizadores en línea en cada una de las variables medidas existentes.
- Documentar la transferencia de conocimiento e información adicional de actividades de mejora realizadas a los equipos y montajes que no están siendo consignadas en los protocolos, pero si están siendo socializadas en las charlas técnicas de inicio de turno.
- Realizar un sondeo de opinión a los mantenedores del área de analítica sobre que posible información se debe tener en cuenta para agilizar sus tareas de consulta de mantenimiento alistamiento y documentación.
- Identificar equipos que tengan tareas de mantenimiento preventivo en común y agruparlos para un alistamiento más ágil.
- Establecer en que equipos se requiere utilizar andamios, plataformas, configuradores o elementos de protección personal especiales como equipos de aire fresco, traje tychem para la realización de sus mantenimientos entre otros materiales.
- Definir las entradas y salidas del sistema de gestión de la información en base a los datos recolectados para la estructuración de la propuesta metodológica.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En toda organización se busca que las tareas de mantenimientos estén estrechamente ligadas a la eficacia, eficiencia y confiabilidad, al lograr que el mantenimiento fusione y aplique estos conceptos las intervenciones se van a traducir en la reducción de costos y el aumento de la confiabilidad en las tareas de mantenimiento.

Para nuestro caso en la Refinería de Barrancabermeja en el área de analítica es una de las secciones en donde más se tiene contacto con gran cantidad de equipos de diversas marcas y tecnologías, siendo esta una condición especial la cual conlleva a un alto flujo de información referente a:

Instalación de equipos nuevos, puesta a punto, mantenimientos preventivos y correctivos.

El presente trabajo pretende proponer un modelo de aseguramiento y optimización de la información de intervención a analizadores en línea con el fin de reducir los tiempos de alistamiento e intervención por parte del personal de analítica, logrando con esto intervenciones bajo el marco de la seguridad el personal y la confiabilidad para los analizadores en línea.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO TEÓRICO

En la actualidad desde las pequeñas empresas hasta las más grandes a nivel mundial han invertido recurso humano y económico con el fin de lograr planes de mantenimiento enfocados en sostener su productividad y confiabilidad en cada una de sus actividades, es así como los departamentos de mantenimiento se han convertido en una pieza fundamental para alcanzar sus objetivos a corto y largo plazo.

El mantenimiento como lo menciona Moubray, es la acción de asegurar que los activos físicos continúen cumpliendo con la función para la cual fueron diseñados ² Actualmente las personas que están dedicadas a labores de mantenimiento se enfrentan día a día con retos y situaciones que van sujetas al ritmo acelerado de cambio en el cual el mundo se mueve hoy, por lo tanto, los encargados del mantenimiento deben estar a la vanguardia de estos cambios, y con ello nace el inconveniente de tener que manejar grandes cantidades de información de cada uno de los equipos y a su vez de datos que nacen con cada intervención. Gamba y Barrera³ determinan como de gran importancia las recomendaciones de los fabricantes y las experiencias alcanzadas en la organización para mejorar su plan de mantenimiento. Mejoras basadas en experiencia, interacción directamente con el fabricante, cambios operacionales de la variable a medir para la cual se deben realizar nuevos ajustes a los originales, llegando a perderse información de muy alto valor tanto para el grupo de mantenedores como para la compañía en general por consecuencia de falencias en el correcto manejo de la información.

² MOUBRAY, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Asheville, North Carolina: Ed Aladon, 2004

³ GAMBA TRIANA, María Isabel; BARRERA ROJAS, Milton Andrés, Propuesta para el mejoramiento del mantenimiento preventivo de los vehículos livianos para la empresa Tresca S.A.S, UIS trabajo de grado 2015 Bucaramanga.

En conclusión, se hace necesario que la información actual que se encuentra en físico “protocolos de mantenimiento” en el área de analítica, junto con mejoraras realizadas a equipos por el mantenedor este consignada, asegurada y disponible para ser consultada por todo el personal al momento de realizar el alistamiento para la realización de las tareas de mantenimiento; A su vez se pueda tener una trazabilidad del comportamiento de los equipos para de acuerdo a ella tomar decisiones y generar recomendaciones. Adicionalmente contar con la opción que al ser documentado el mantenimiento se pueda generar el protocolo de entrega en simultánea con lo cual se logrará una reducción significativa de las horas hombre dedicadas a entregables “protocolo de mantenimiento”, con esta reducción se optimiza el recurso y se garantiza que la información siempre estará segura y disponible para su consulta.

En la refinería de Barrancabermeja esta la coordinación de calidad y talleres de mantenimiento y dentro de ella se encuentra el área de instrumentos analítica la cual es la encargada del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de los analizadores de la refinería.

Los analizadores son Instrumentos dedicados a medir una determinada característica de un fluido como por ejemplo ph, turbiedad, porcentaje de oxigene que hace parte de un producto final, elemento intermedio o materia prima de un proceso de fabricación.

Los analizadores dentro de un lazo de control optimizan las acciones y se pueden llegar en algunos casos al desarrollo de estrategias de control avanzado para optimizar el rendimiento y la seguridad de las plantas de proceso.⁴

⁴ F Velasco Aparicio Analizadores de procesos en línea introducción a las técnicas analíticas ediciones Diaz de santos 2015 pág. 5, 11

2.2 HISTORIA DE LOS INSTRUMENTOS DE ANALÍTICA

Históricamente se considera que los modernos instrumentos analíticos de proceso se empezaron a desarrollar, en los años 30 del siglo pasado. En los laboratorios de investigación de la I. G. Farbenindustrie (actual BASF) en Ludwigshafen, Alemania, los doctores K. F. Luft y E. Lehrer desarrollaron el registrador de absorción infrarroja y el registrador de oxígeno magnético, respectivamente. Estos instrumentos nacieron en el taller de instrumentación de la planta I. G. en Oppau. Ochenta años más tarde, la absorción infrarroja no dispersiva, con el detector acústico Luft, y la medida de oxígeno basada en la susceptibilidad magnética se siguen usando ampliamente en aplicaciones industriales.⁵

Aunque el desarrollo de las técnicas instrumentales para análisis químicos cualitativos y cuantitativos comenzó a principios del siglo 20, esta actividad se confinaba en laboratorios científicos de investigación. Los primeros instrumentos analíticos fueron contruidos por los propios investigadores. La industria de los primeros instrumentos analíticos de tipo comercial empezó a tomar forma a lo largo de los años 30. El Dr. Arnold O. Beckman desarrolló el primer analizador de pH en 1934 (patente solicitada el 12 de octubre de 1934 y concedida el 27 de octubre de 1936) y fundó la empresa Beckman Instruments para su comercialización. En el año 1879, Eugen Hartmann funda el “Óptica Institute”. Wunibald Braun se le une en 1882. La empresa es establecida en Frankfurt Main en 1884. Desde 1901, “Hartmann & Braun” cotiza en bolsa y se especializa en el diseño y construcción de instrumentos de medida de variables eléctricas, de presión y temperatura. En 1919 presenta al mercado un analizador de CO₂ para control de combustión. Después de la segunda guerra mundial en 1946 un equipo de inteligencia del ejército inglés interrogó al personal de 23 plantas químicas y 18 firmas de fabricación de instrumentos a fin de estudiar el desarrollo y aplicación de

⁵ Erwin Lehrer; Karl Luft; Analizadores de procesos en línea introducción a las técnicas analíticas ediciones Díaz de santos pág. 5.

instrumentos industriales en la industria química alemana. Este equipo determinó que, durante la guerra, se estuvieron usando cientos de registradores de infrarrojos y algunos registradores de oxígeno, lo que suponía un gran avance. Además de sus investigaciones, este equipo confiscó y “evacuó” a Gran Bretaña varios de estos analizadores. En aquel tiempo, Hartmann & Braun era la empresa licenciataria por I. G. para la construcción de registrador por absorción infrarroja (URAS: Ultrarotabsortion Schreiber). Esta casa también construía otros tipos de instrumentos, entre ellos el CALDOS (Analizador de gases por diferencia de conductividad térmica) y el MAGNOS (Analizador de oxígeno por susceptibilidad magnética). A lo largo de los años 40 se comienzan a instalar analizadores en las refinerías y plantas químicas de EE UU. Inicialmente analizadores de infrarrojos con detector Luft, así como con filtros de interferencia, analizadores de oxígeno para control de combustión, analizadores de conductividad térmica diferencial para gases de hidrocarburos y destiladores para corrientes de proceso en refinerías. En los años 50, los cromatógrafos de gas se convirtieron en la tecnología preferida en la industria petroquímica. Las plantas de Unión Carbide en South Charleston, West Virginia y Phillips Petroleum en Bartlesville, Oklahoma, fueron líderes en el desarrollo de aplicaciones en línea para cromatógrafos. Estas aplicaciones de cromatografía en línea tuvieron un gran crecimiento y se convirtieron en la clase más importante de instrumentación analítica de proceso durante los años 60. También en los años 50, la empresa DuPont desarrolló una aplicación analítica en línea por fotometría ultravioleta en el contexto de la producción de pigmento de dióxido de titanio. DuPont organizó una unidad de negocio independiente para explotar comercialmente esta tecnología (UV de proceso) hasta que, 30 años más tarde, esta unidad de negocio se convirtió en Ametek. Al mismo tiempo, DuPont mejoró su fotómetro UV con la tecnología de matrices de fotodiodos a fin de incorporar al instrumento la capacidad de análisis de multicomponentes. A inicio de la segunda mitad del siglo, Kauko Einari Hallikainen, ingeniero norteamericano (Chicago, 1916-California, 2001) de origen finlandés, trabajando para Shell Development Company en Emerville, California y posteriormente (desde Enero de

1952 hasta Agosto de 1975) en sus propias compañías: Hallikainen Instruments y Hallikainen Associates, diseñó diversos analizadores para la medida de propiedades físicas. Instrumentos cuyos principios físicos siguen usándose hoy día. Entre ellos, el viscosímetro de capilar, el destilador continuo de un punto, analizadores de presión de vapor por tobera, punto de vertido por detección de giro de bola o el monitor de alarma de color.

Durante los años 60, la tecnología de analizadores de proceso ya se estaba aplicando ampliamente en las grandes refinerías de petróleo y plantas petroquímicas. Pero, excepto para aplicaciones de control de combustión, fuera de estas industrias los analizadores de proceso en línea prácticamente no se usaban. Estos analizadores “pioneros” básicamente eran: cromatógrafos, colorímetros, densímetros, destiladores de punto final y punto inicial, Flash Point, H₂S por cinta de acetato, infrarrojos, humedad, refractómetros, presión de vapor, viscosímetros y fotómetros UV. Cuando a finales de los 60 se produjo el uso intensivo de los ordenadores de proceso, y en los años 70-80 de los sistemas de control digitales, con el desarrollo de estrategias de control avanzado en refinerías de petróleo y plantas petroquímicas, se aceleró la aplicación de los analizadores en línea que se convirtieron en esenciales para tales estrategias. A su vez, estos analizadores se beneficiaron en gran medida de los nuevos computadores y microordenadores emergentes.

2.2.1 Historia de los analizadores en sistemas de control. La instalación con éxito de los primeros analizadores de proceso ocasionó un enorme interés en el uso de estos instrumentos analíticos en sistemas de control de procesos industriales. Durante mucho tiempo la fiabilidad de los analizadores, desafortunadamente, dejaba mucho que desear; la confianza en los resultados analíticos era, de forma comprensible, muy baja y, además, había muy poca experiencia de aplicaciones tanto en los fabricantes de los analizadores como en los usuarios. El resultado final era que, si se instalaban analizadores,

prácticamente se usaban en plan experimental. O solo como indicadores que permitían al operador ajustar el proceso, manipulando otras variables basándose en las medidas analíticas. Este procedimiento se denomina corrientemente como control de “lazo abierto”. Había algunas aplicaciones de control en “lazo cerrado”, pero eran consideradas como excepciones, y siempre con los medios instrumentales que permitían la posibilidad imprescindible de pasar a manual o lazo abierto. Pero después de años de experiencia y mejoras en la tecnología de los analizadores, y mucha más en el control de procesos, la situación es completamente diferente debido a los enormes progresos en la tecnología de la medida, en los materiales de diseño y, sobre todo, por la introducción de los microprocesadores y ordenadores, tanto en el campo de los instrumentos analíticos como en el de los sistemas de control. Estos sistemas de control e instrumentos digitales han propiciado la disponibilidad de técnicas avanzadas de control sofisticadas y altamente eficientes, permitiendo controles más precisos y la optimización de las operaciones de planta. En muchos casos, estas técnicas, para poder funcionar correctamente, deben tener acceso, en tiempo real, a datos de la calidad de las corrientes de proceso, datos suministrados por analizadores. El papel de los analizadores en los sistemas de control de proceso es, por lo tanto, muy importante. La principal justificación para instalar analizadores de proceso es su mayor contribución a la eficiencia y efectividad de los sistemas de control que aumentan el rendimiento de las plantas. Actualmente existen cientos de aplicaciones de control avanzado aplicadas a todo tipo de industrias y que se basan en medidas analíticas.

2.2.2 Parámetros esenciales de un analizador. Para cualquier tipo de analizador hay una serie de parámetros que permiten determinar la calidad de sus medidas. Estos parámetros son:

- Exactitud.

- Precisión o repetibilidad.
- Reproducibilidad.
- Sensibilidad.
- Linealidad.
- Ruido.
- Tiempo de respuesta. Tiempo de ciclo.
- Deriva de cero.
- Deriva de span.

La forma más usual de comprobar la calidad de los resultados de un analizador es compararlos con los resultados del mismo análisis realizado en el laboratorio.

2.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA

El área de instrumentos analítica es la encargada del mantenimiento en general de los analizadores en línea en la refinería de Ecopetrol Barrancabermeja, estos analizadores están divididos en grupos así:

- Sistema Fire & Gas
- Analizadores de oxígeno

- Cromatografía
- Turbo maquinaria
- Vibración Aero enfriadores
- Analizadores por demanda de aire “ADA”
- Analizadores de agua

Estos equipos se encuentran instalados en todas las plantas de la refinería por lo cual se evidencia la necesidad de un correcto alistamiento ya que el desplazamiento del personal a cada una de las áreas requiere de un tiempo considerable y un reproceso por falta de algún equipo, epp, o herramienta en particular impacta significativamente la programación diaria.

2.3.1 Sistema Fire & Gas. Los procesos industriales del sector de hidrocarburos contemplan el uso y manufactura de sustancias altamente peligrosas.

Inevitablemente, se pueden presentar escapes ocasionales de gases pueden ocurrir creando un potencial peligro para sus empleados vecinos y la planta. Los incidentes incluyen asfixia, envenenamiento, explosiones y pérdida de la vida.

En la refinería de Barrancabermeja, los sistemas de F & G son la herramienta de seguridad para reducir los riesgos al personal y a la planta en caso de presentarse un escape inesperado lo primordial de estos sistemas es el uso de dispositivos de alarmas tempranas tal como detectores de gases bien sea combustible, toxico, o de atmosfera peligrosa. Su principal función es la detectar en forma temprana el escape y con ello tener el tiempo suficiente para tomar una acción de protección.

Estos sistemas pueden ser usados como parte de un sistema de seguridad integrado para una planta industrial, en nuestro caso los sistemas están conformados por:

- Detectores de gas inflamable
- Detectores de gases tóxicos
- Detectores de llama
- Sistema de diluvio

2.3.1.1 Detectores de gas inflamable. Los detectores de gas combustible su principal función es la de mostrar los valores de gas y prevenir que sus valores sean los óptimos para que se dé la mezcla ideal que junto con el oxígeno y un punto caliente puedan generar una explosión o incendio estos sistemas están configurados para alarmar en 25% LEL y alarma en 50% LEL, cuando se llega a este nivel de concentración, según la configuración de la planta y de acuerdo a la lógica el sistema puede tomar acciones como son activar alarmas sonoras y visuales pero también activar el sistema de extinción.

En la siguiente figura se muestra a manera de ejemplo un detector de gas.

Figura 4. Detector de gas



Fuente: Ecopetrol detector de gas combustible Nest safety Millenium II planta etileno

2.3.1.2 Detectores de gas tóxico. Los Gases venenosos pueden amenazar la salud humana incluso a concentraciones muy bajas. Gases tóxicos: Olor fétido. Ej. Característico olor a “huevos podridos” de H_2S . La concentración de gases tóxicos se determina en partes por millón (ppm) y las partes por billón (ppb), dentro de esta misma categoría se contemplan los de alta y baja concentración de oxígeno ya que por muy alta o muy baja concentración pueden llegar a ser nocivos para la salud o explosivos.

En el complejo se tienen sistemas dedicados para el monitoreo de gases tóxicos los cuales son H_2S , Cloro, Co, Estos equipos están instalados en las plantas de Acido, Cracking II, HCM, HDT.

A continuación, se presenta como ejemplo en la figura un detector.

Figura 5. Detector ge H2S



Fuente: <https://mx.msasafety.com/Instrumentos-Permanentes-y-Detectores-de-Llama-%28fuego%29/Detectores-de-gas/Detector-de-gas-H2S-modelo-S4000TH/p/000140006700001012>

2.3.1.3 Detector de llama. Son dispositivos que por medio de lentes y filtros detectan presencia de llama y su señal de salida esta direccionada a un sistema de alarma para dar aviso y de acuerdo a su configuración permiten el apagado de los equipos para reducir al mínimo los daños causados por el fuego y a su vez la activación del sistema de diluvio, cortinas o gas secuestrante de oxígeno para su extinción.

Figura 6. Detector de llama



Fuente: Manual Detector de llama Net Safety.

2.3.1.4 Válvulas de Diluvio. Un sistema de diluvio es un sistema fijo de protección contra incendios en el que todo el sistema de tuberías después de la válvula de diluvio está vacías, hasta el momento en que se abre la válvula para distribuir el agua presurizada y descargarla desde las boquillas o los rociadores. La válvula de diluvio se abre por la activación de un sistema de detección de incendios o en forma manual desde el cuarto de control o en campo.

Figura 7. Válvula de diluvio

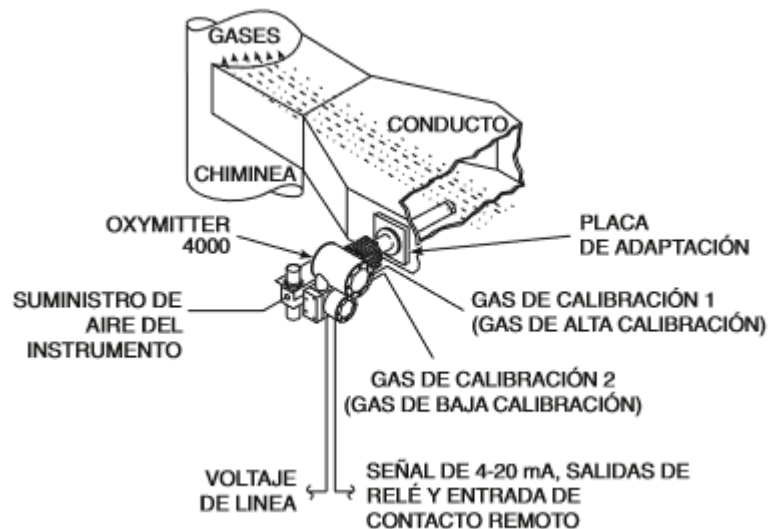


Fuente: Ecopetrol Válvula de diluvio instalada en la planta de etileno.

2.3.2 Analizadores de oxígeno. Una combustión eficiente es esencial en la reducción de costos en combustible pero también en el impacto ambiental que se puede generar por estas emanaciones, en los procesos químicos de la combustión los gases resultantes tienen volúmenes relativos estrechamente dependientes de la relación aire / combustible, el ideal de la combustión es llegar al punto estequiométrico que es donde no se tiene ni exceso ni deficiencia de aire, en la realidad este punto de mezcla perfecta nunca se consigue por tal motivo se debe tener control del oxígeno para los ajustes que se requieran con el fin de garantizar una combustión lo más eficiente posible. El analizador para realizar la medición de oxígeno está conformado por una celda de Zirconio cerrada en forma redonda la cual está en contacto con el proceso, al interior de la celda se encuentra el gas de referencia con un valor de 20.9% de O₂, la celda de zirconio genera un mV y esta

diferencia entre la referencia y el proceso es la media de oxígeno presente, para el control de la combustión se cuenta con los analizadores de oxígeno en la GRB estos equipos están instalados en todos los hornos y calderas del complejo.

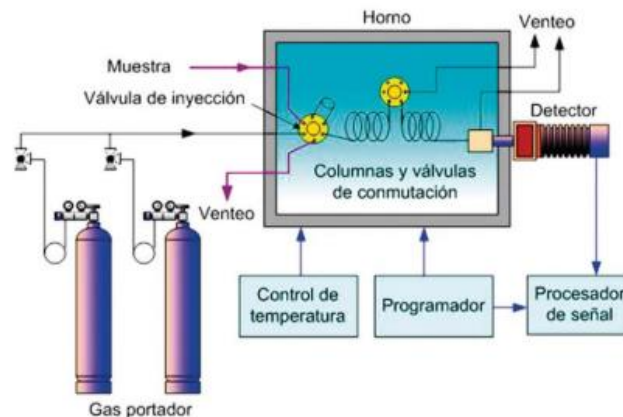
Figura 8. Instalación analizadora de O₂



Fuente: Manual Oximiter 4000 Rosemount

2.3.3 Cromatografía. La cromatografía es la técnica analítica por excelencia, su técnica consiste en un proceso físico por medio del cual cada uno de los componentes de la muestra es separado molecularmente de los demás, son analizadores en línea que funcionan en forma discontinua por llamarlo de alguna manera ya que se toma una muestra de proceso y es llevada al ciclo de análisis del cromatógrafo donde son separados sus componentes en las columnas y serán medidos en diferentes tiempos a medida que son transportados por los gases de arrastre al detector, los resultados son entregados en ppm o % de acuerdo a las características del componente medido.

Figura 9. Componentes básicos de un cromatógrafo



Fuente: Analizadores de proceso en línea: Introducción a sus técnicas analíticas (Francisco Velazco Aparicio 2015 ediciones díaz de santos pág. 29

En la refinería de Barrancabermeja contamos con Cromatógrafos en línea en las plantas de aromáticos, etileno, GLP, UOP I, UOPII, Orthoflow, turboexpander y polietileno, para el análisis de la carga que reciben o para la salida que será la carga a otra planta donde se deben controlar las concentraciones de cada uno de los componentes.

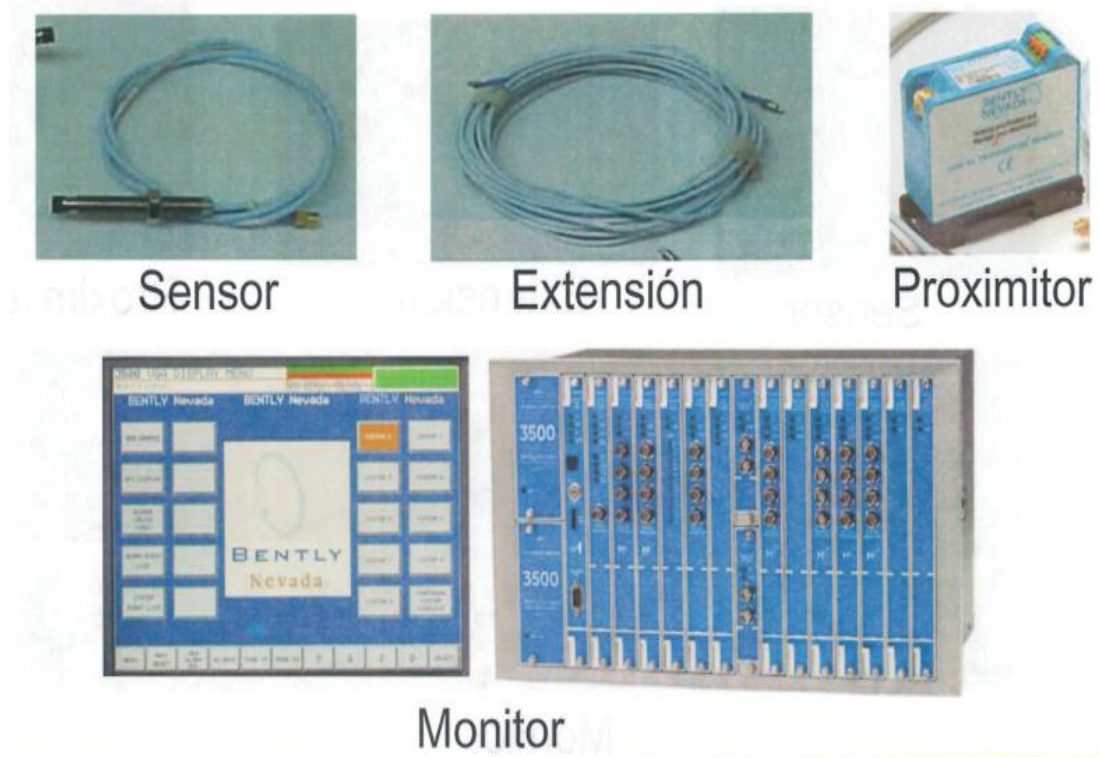
2.3.4 Sistema de Monitoreo de turbo maquinaria Bently Nevada. Los sistemas Bently Nevada ofrecen un monitoreo en línea de la condición de la máquina y a su vez realiza la protección de los equipos principales de acuerdo a la configuración que le sea programada.

Los parámetros que se miden en las máquina con este sistema son:

- Vibración y posición.
- Velocidad del rotor
- Temperatura

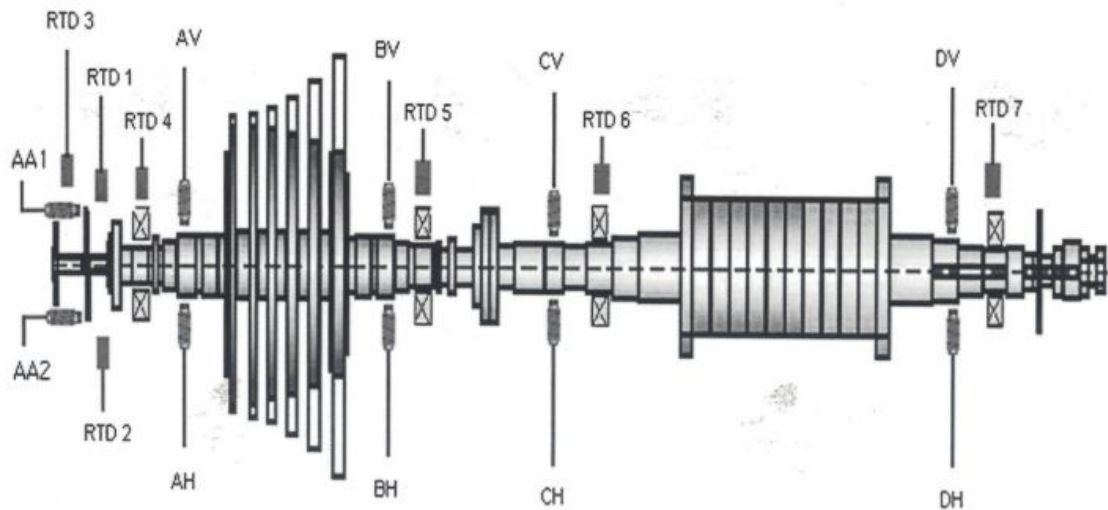
Las mediciones de vibración y posición son indicaciones del movimiento del rotor o carcasa de la máquina, los RTD y termocuplas son utilizados para medir la temperatura de los cojinetes empuje y radiales de la máquina, todas estas señales son llevadas a un rack propio de Bently Nevada en donde dada la configuración y lógica programada se establecen las ventanas operativas, alarmas y disparos de las maquinas si algunas de estas condiciones se salen de los parámetros de seguridad de la máquina.

Figura 10. Componentes de un sistema Bently nevada.



Fuente: Sistema instalado en la Planta Balance

Figura 11. Esquema típico de montaje sistema Bently Nevada



Fuente: Memorias Curso 3500 Bently Nevada.

El área de analítica tiene a su cargo el mantenimiento de estos sistemas de monitoreo cada vez que una turbo maquinaria es saca a mantenimiento, las actividades son las de desmonte y mantenimiento de sensores, pruebas de lazo, pruebas IPFs, mantenimiento del monitor, instalación de sensores de temperatura Termocuplas y Rtds, en el complejo se cuenta con sistemas asociados a turbo generadores de gas y vapor, compresores reciprocantes, compresores centrífugos.

2.3.5 Monitoreo de vibración Aero enfriadores. Son sistemas dedicados al monitoreo de vibración real de los reductores en los sistemas de aero enfriadores, están configurados para alarmar y apagar el ventilador una vez sea superada la ventana operativa configurada en cada uno de los canales del panel de monitoreo 1900/65^a de Bently Nevada.

Figura 12. Panel Bently Nevada 1900/65 A



Fuente: <https://www.industrial.ai/bently-nevada/online-machinery-protection/1900-machinery-protection-system>

Estos sistemas están ubicados en las torres enfriadoras de las plantas de Orthoflow, Modelo IV, Central del norte, Calderas balance, son responsabilidad del área de analítica su mantenimiento y pruebas funcionales cada vez que son programados para mantenimiento.

2.3.6 Analizadores por demanda de aire ADA. Estos analizadores permiten monitorear en línea el porcentaje de SO₂ y H₂S que no reaccionó en una unidad de proceso CLAUS, permitiendo saber qué tan eficiente está siendo la reacción.

Figura 13. ADA Ametek 880



Fuente: Ecopetrol equipo planta de HDT

El analizador de Gas de cola AMETEK análisis fotométrico para el monitoreo continuo del contenido de H₂S y SO₂ en una corriente de gas de cola de una planta CLAUS. El modelo 880-NSL, consta de un gabinete electrónico, un horno de proceso y un gabinete del detector, que incluye un dispositivo modular óptico, todo el conjunto del analizador va instalado directamente sobre la línea de proceso, de esta manera el gas puede ser tomado de la línea, analizado y devuelto a misma línea de proceso, evitando el uso de costosas líneas traceadas. Estos sistemas están instalados en las plantas de azufre de las unidades UOPII, UOPI y HDT.

2.3.7 Analizadores de agua. En el complejo el agua que se utiliza para alimentar los generadores de vapor y fines industriales proviene del Rio Magdalena, por la misma índole de su procedencia no se puede evitar que ella arrastre y disuelva impurezas que hacen que se necesario procesarla para que sea óptima para la utilización de la misma en las necesidades industriales, es por esto que se cuenta con analizadores en línea para medir las variables como son turbiedad, PH y conductividad.

Características del agua:

- Debe ser clara con una turbidez no mayor a 10 ppm de lo contrario debe ser filtrada.
- La dureza total no debe exceder un valor de 35ppm.
- Debe estar exenta de aceite y oxígeno.
- Bajo contenido de silice.

2.3.7.1 Turbiedad. La turbidez es uno de los parámetros más importantes en la calidad del agua, es un indicativo de su contaminación, tiene un papel importante en el desempeño de laboratorios de prueba de análisis de las plantas de tratamiento de aguas de plantas purificadoras agua.

Figura 14. Turbidometro Hach



Fuente: <http://dp0a.info/hach-2100n-turbidity-meter.html>

El barro y otros sólidos que puede traer el agua se pueden depositar en el fondo de la caldera formando una capa de fango que generara el sobrecalentamiento de las planchas inferiores, estos sobrecalentamientos provocan deformaciones que pueden ser altamente peligrosas.

2.3.7.2 Conductividad. Esta variable es mediada y controlada con el fin de evitar al interior de la caldera se presente embancamiento lo cual consiste en impedir la libre circulación o salida del agua, también se pueden formar incrustaciones al interior de la caldera generando recalentamiento en los tubos y disminuyendo la capacidad de la caldera.

2.3.7.3 PH. Esta variable es media con el objeto de proteger la caldera de la corrosión debido a la presencia de oxígeno y anhídrido carbónico en el agua para esto se mide el grado de alcalinidad o acidez del agua, y esto se logra utilizando

un pH metro, el rango de medida ideal para el agua de caldera debe ser entre 9.6 y 10.5 de ph.

Figura 15. Analizador de PH Rosemount



Fuente: Planta de ácido Refinería de Barrancabermeja

Estos equipos se encuentran en el plan de mantenimiento de analítica por lo tanto se evidencia el gran flujo de información de diversas tecnologías que se manejan en esta área.

3. MARCO CONCEPTUAL

Algunos conceptos importantes que estarán incluidos en el proceso de investigación son los siguientes.

3.1 LA INFORMACIÓN Y SU IMPORTANCIA EN EL MANTENIMIENTO

En las actividades de mantenimiento surgen informaciones adicionales de gran importancia para el mantenedor pero que no son relevantes para el operador, por lo tanto los protocolos de entrega de mantenimiento no están diseñados para recopilar esta información importante, ya que la intención del protocolo es la de entregar una información básica y clara de lo realizado al equipo para que el operador la pueda interpretar de forma fácil, sencilla y rápida, es por esta razón que en muchas ocasiones la información adicional se va perdiendo o queda en conocimiento de algunos mantenedores y no se realiza la correcta transferencia de conocimiento, igual sucede en la fase de planeación la información debe ser consultada con el fin de lograr contar con todos los requerimientos especiales para la ejecución.

Toda esta información debe estar disponible, actualizada y de fácil acceso para ser consultada, debe contar con las últimas modificaciones que se hayan podido realizar, logrando con esto la efectividad de intervención y disminuyendo los tiempos de mantenimiento. Dada esta condición se hace necesario contar con un sistema de información adecuado a las necesidades del área. Sin información adecuada es imposible mejorar la gestión de mantenimiento⁶.

⁶ https://reliabilityweb.com/assets/uploads/art/PDF/manejo_de_la_informacion.pdf

3.1.1 Introducción a los sistemas de información.

3.1.1.1 Que son los sistemas de información de mantenimiento. En el pasado han quedado las prácticas de recopilar información de los mantenimientos y confiabilidad que se obtenían manualmente. Afortunadamente estas viejas prácticas han sido reemplazadas por los sistemas computarizados de gestión del mantenimiento (S.I).

Un sistema de información es un conjunto de datos recopilados, organizados y preparados para ser utilizados en una necesidad específica, al hablar de un sistema de información de mantenimiento no nos enfocamos únicamente a un software, también está la recopilación de la información, organización, procesamiento y aprovechamiento de la misma según la necesidad que se quiera suplir.

3.1.1.2 Actividades de un sistema de información. Todo sistema de información realiza cuatro actividades básicas que son:

- **Entrada de información:** Proceso mediante el cual el sistema recibe los datos que requieren ser procesados, estas entradas pueden ser manuales o automáticas.
- **Almacenamiento de información:** Es una tarea realizada por la computadora de la cual el sistema puede buscar y recordar información archivada en cualquier momento.
- **Procesamiento de información:** Es un conjunto de operaciones preestablecidas para dar manejo y transformar los datos almacenados o ingresado recientemente.

- Salida de la información: Es la capacidad del sistema de entregar la información procesada de los datos de entrada y entregarlos con ciertas características especiales para ser interpretadas por el usuario final, las unidades principales de salida son las impresoras, graficadoras etc.

3.1.1.3 Sistemas de información de mantenimiento CMMS. Los CMMS Computerized Maintenance Management Systems, son sistemas de información utilizados para aumentar la efectividad y la eficiencia de la planeación y la ejecución de las tareas de mantenimiento. Los CMMS se han implementado para dejar atrás el papel y el lápiz en las actividades de mantenimiento, ya que con ellos se logra de manera digital una mejor organización de las actividades de mantenimiento, ellos permiten tener un acceso rápido y confiable de la información en cualquier momento que se requiera, adicional a ello pueden utilizar los reportes documentados por los mantenedores y almacenarlos a las hojas de vida de cada uno de los equipos.

Un CMMS es una solución atractiva para pequeñas operaciones de mantenimiento que necesitan una forma simple para gestionar órdenes de trabajo, registro de equipamiento o maquinaria y partes de repuesto. Estos sistemas no pueden hacerlo todo, pero a menudo cuestan menos que sus primos más grandes y poderosos: los sistemas EAM⁷.

3.1.2 Definición de mantenimiento. El mantenimiento es un servicio que agrupa una serie de actividades mediante las cuales un equipo, máquina, construcción civil o instalación, se mantiene o se restablece a un estado apto para realizar sus

⁷[Base de datos en línea]. (Recuperado en 19 de noviembre 2018)
<https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/eam-and-cmms-know-the-difference>

funciones, siendo importante en la calidad de los productos y como estrategia para una competencia exitosa⁸.

Tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento Correctivo: Es el que se realiza cuando se presenta la falla del equipo, no requiere de programación.
- Mantenimiento preventivo: Es el que se realiza antes de que ocurra la falla mediante inspección.
- Mantenimiento predictivo: Igual al mantenimiento preventivo se adelanta a la falla del sistema con la diferencia que se realiza con la medición de ciertos parámetros.
- Mantenimiento basado en el tiempo (MBT): Es el que se realiza con frecuencias preestablecidas y durante dichos intervalos de tiempo.
- Mantenimiento basado en la condición (MBC): Es el mantenimiento llevado a cabo “en respuesta” al deterioro significativo de la máquina, indicado a través de un cambio de parámetros en el monitoreo de condición de la máquina. No se efectúa ningún mantenimiento mientras la condición no cambie.

⁸ FUENTES DIAZ David. Sistemas de Información del Mantenimiento. Bucaramanga, 2015. Especialización en gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

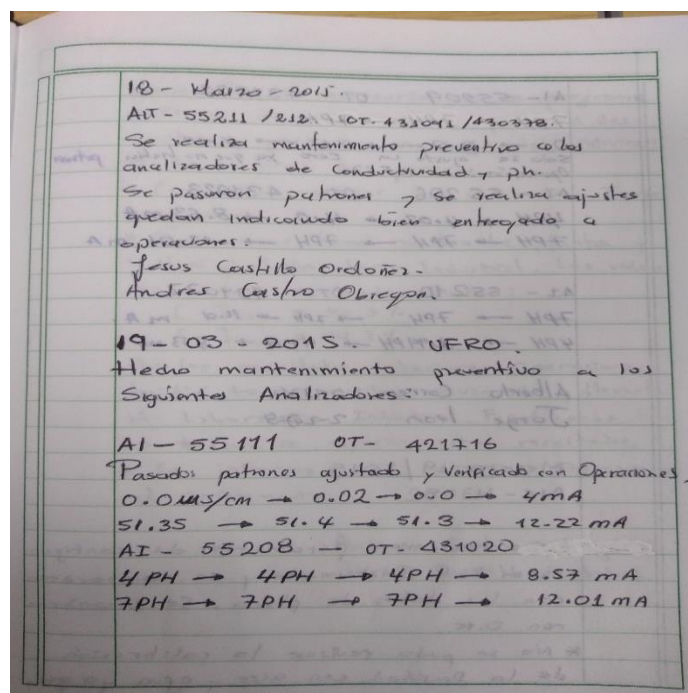
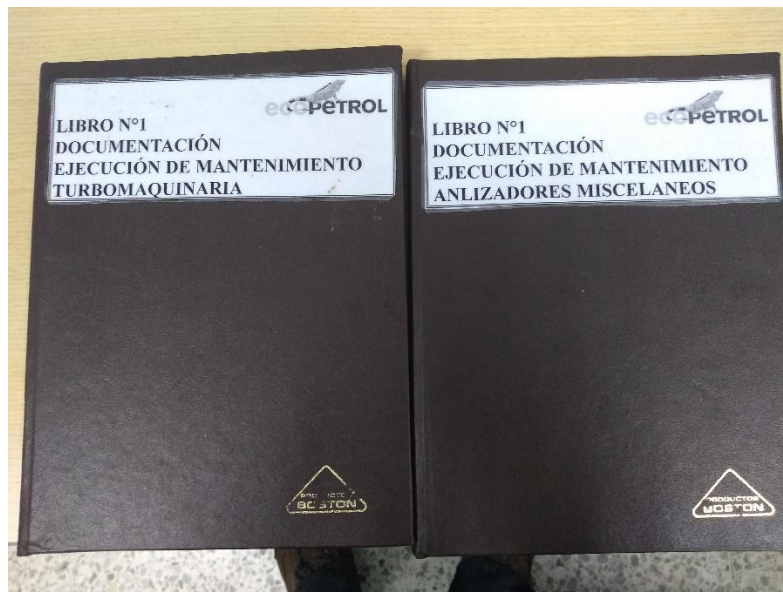
En el área de mantenimiento analítica la información ha sido y es un pilar fundamental para brindar confiabilidad y eficiencia en los equipos atendidos, al pasar el tiempo fueron llegando nuevas tecnologías y la información fue teniendo un vuelco total en donde se hace necesario manejar grandes volúmenes de información relacionada a equipos de tecnologías antiguas y también con las nuevas tecnologías que son integrados en cada proyecto o reparación de modernización de las planta, es por esto que poco a poco en nuestra organización hemos ido cambiando y actualizando nuevas formas de garantizar la disponibilidad de la información.

4.1 BITÁCORA

Inicialmente la información de las intervenciones se documentaba en libros y estos se almacenaban para su posterior consulta, cuando el equipo nuevamente se programaba para mantenimiento correctivo o preventivo era necesario acudir a consultar estas bitácoras para la información del equipo.

A continuación, se presenta a manera de ejemplo las figuras

Figura 16. Bitácora de analítica



Fuente: Instrumentos analítica

Con el pasar del tiempo se comenzó la migración a un sistema de información de mantenimiento Ellipse y estas bitácoras se volvieron obsoletas a pesar de la gran información allí contenida. Se implementó el software, pero para el área de

analítica prácticamente fue empezar de cero ya que la gran información de intervenciones realizadas y documentadas en las bitácoras no se digitalizó, solo se cargaron informaciones básicas de los equipos como lo es el tag, la planta donde está instalado, frecuencia de mantenimiento, variable medida, pero se dejaron atrás datos de gran importancia que ya se habían documentado y poco a poco, esta información poco a poco fue desapareciendo.

Se empieza a documentar nuevamente cada uno de los mantenimientos realizados por los ejecutores directos y con esto se logra formar nuevamente una base de datos de las intervenciones realizadas, pero no se contaba con información relevante para la planeación y alistamiento y HSE. Cuando se creía que se empezaba a tener una estructura sólida de información de las intervenciones documentadas en Ellipse se migro al sistema de información actual SAP.

En esta transición nuevamente para la nuestra área hubo pérdida significativa de información y es por eso que se hace necesario la utilización de un sistema de información técnico de mantenimiento paralelo al sistema de información empresarial SAP ya que esta información allí consignada es carácter técnico exclusivo del área de analítica.

4.1.1 Reunión de inicio de turno. La reunión de inicio de turno es un espacio de tiempo dado por la organización donde se discuten y se refuerzan principalmente los comportamientos seguros de cada uno de los individuos desde que inicia la jornada laboral, este espacio también es utilizado para información general de la organización, incidentes, accidentes, lecciones aprendidas, metas del día etc. Este espacio también es aprovechado para la realización de charlas técnicas en donde se exponen:

Fallas de equipos que no han podido ser resueltas.

- Mejoras realizada equipos ya instalados.
- Conceptos técnicos nuevos emitidos por fabricantes.
- Lluvia de ideas para solución de fallas recurrentes de equipos.
- Propuestas de mejoras para mejor desempeño de un equipo.

Para la información técnica solo se maneja una lista de asistencia donde todos los participantes firman, no se cuenta con un sistema de documentación donde se almacene físicamente o en forma digital, es decir la información siempre se está entregando en forma verbal.

Figura 17. Planillas de charla técnica

FORMATO REGISTRO DE ASISTENCIA					
PLANEACION E IMPLEMENTACION DEL DESARROLLO Y ALINEACION ORGANIZACIONAL					
DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN					
PDO-F-106		Elaborado: 09/04/2016		Versión: 1	
Tema o Nombre del Evento:	Mejora Tecnológica AI- 21001.				
Responsable del Evento:	Paula Victoria	Área:	Analítica	Empresa:	ecupetrol
Ubicación Evento:	Edificio /Lugar: Lab. Analítica	Piso/Oficina:	4	Fecha: (dd/mm/aaaa):	18-Sep-2018
				Hora de Inicio:	3:30 Pm
Tipo de Evento:	Charla ☐	Inducción ☐	Curso-Taller ☐	Reunión ☒	Otro ☐
Nombre del Asistente	Registro /Cédula	Área / Empresa	Firma		
Andrés Castro	30391	Analítica	[Firma]		
Henry E. Sime	2-3222	Analítica	[Firma]		
Esperanza Nessmay	23838	ANALITICA	[Firma]		
Tedy Meza	2-3070	Analítica	[Firma]		
Monica Susuch	28010	Analítica	[Firma]		
Alberto Correa	1326	Analítica	[Firma]		
Jorge Leon Luna	2-2478	Analítica	[Firma]		
John Freddy Vergara	54313	Analítica	[Firma]		
Paulo Charvick	2472	Analítica	[Firma]		
José Duarte	22894	Analítica	[Firma]		

FORMATO REGISTRO DE ASISTENCIA			
PLANEACION E IMPLEMENTACION DEL DESARROLLO Y ALINEACION ORGANIZACIONAL			
DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN			
PDO-F-106	Elaborado: 09/04/2016	Versión: 1	
Soluciones:			
①	Verificar presión del Horno (ventana operativa)		
②	Medir presión cabezote (según procedimiento)		
③	Probar con múltiples mediciones O2 proceso.		
④	Probar Sonda Aprox (conectada sin filtro)		
⑤	Verificar conexiones y cableado.		
⑥	Cambio de cabezote a nuevo (temporal)		
⑦	Cambio de Regulador Aproxador.		

FORMATO REGISTRO DE ASISTENCIA					
PLANEACION E IMPLEMENTACION DEL DESARROLLO Y ALINEACION ORGANIZACIONAL					
DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN					
PDO-F-106	Elaborado: 09/04/2016		Versión: 1		
Tema o Nombre del Evento:	Ejecución de Sistema FPG Net Catalyst				
Responsable del Evento:	Jorge E. Samandré	Área:	Analítica	Empresa:	Empresarial SA
Ubicación Evento:	Edificio / Lugar:	Plan/Oficina:	Fecha (dd/mm/aaaa):	Hora de Inicio:	
	Taller de Instrumentos	1	29 de Septiembre 2016	7 am	
Tipo de Evento:	Charla ☒	Inducción ☐	Curso-Taller ☐	Reunión ☐	Otro ☐
Nombre del Asistente	Registro / Cédula	Área / Empresa	Firma		
Andrés Castro Obregon	20325	Analítica	[Firma]		
José Fausto Vercosa Castro	05014913	Analítica	[Firma]		
Paulo Celso Victoria	20235	Analítica	[Firma]		
Jorge Duarte A.	201794	Analítica	[Firma]		
Alfonso Henríquez	31415	Analítica	[Firma]		
Diego Massimo Suarez	0080410	Analítica	[Firma]		
Tedy Mera	2-3820	Analítica	[Firma]		
Josel Sierra N	2-3830	Analítica	[Firma]		
Esperanza Nolasco	2-3838	Analítica	[Firma]		
Alberto Correa V	01326	Analítica	[Firma]		
Jorge Luis Prada F.	2-3995	Analítica	[Firma]		
Henry E. Sierra	2-3997	Analítica	[Firma]		

Fuente: Instrumentos Analítica

Dada esta condición de transferencia de conocimiento de forma verbal se evidencia que no está quedando información documentada, esta condición se pretende corregir con la propuesta de un sistema de gestión de la información de mantenimiento para la coordinación de mantenimiento.

4.1.2 Protocolos

4.1.2.1 Información de protocolos. Los protocolos de entrega de mantenimiento utilizados en cada una de las intervenciones actualmente están diseñados para que la que la información documentada en ellos sea clara y sencilla de interpretar para el operador de planta; esta información sencilla es la misma que se almacena sin gran detalle técnico para la trazabilidad e historial de intervenciones de los equipos, es así que en aspectos técnicos de intervención, mejoras, cambio de partes es importante que sea necesario que quede documentado.

La información ya existente en los protocolos actuales es de un gran valor ya que se cuenta con los datos más relevantes del equipo como son ubicación, variable, medida, tag, gama, marca, modelo.

Figura 18. Protocolo de entrega de mantenimiento ADA

PROTOCOLO DE ENTREGA ANALIZADORES GAS DE COLA H ₂ S / SO ₂																									
FECHA: lunes, 21 de enero de 2019					O.M. #																				
					PERMISO #:																				
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL ANALIZADOR																									
TAG: AI43701					MARCA: AMETEK																				
PLANTA: AZUFRE III (UOP II)					MODELO: 880 NSL																				
UBICACIÓN: SALIDA GASES DE COLA					SERIE: 880A180																				
2. DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO																									
SE REALIZÓ MANTENIMIENTO:					EL ANALIZADOR FUE:																				
PREVENTIVO ☒ CORRECTIVO ☐					CALIBRADO ☒ AJUSTADO ☐ REPARADO ☐																				
3. INFORMACION DE CALIBRACION																									
LECTURA DE TEMPERATURA					VARIABLES DEL SISTEMA																				
CELDA: [°C]					PHOTO_OFFSET																				
DEMISTER: [°C]					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>OFFSET 1</td> <td></td> <td>OFFSET 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>OFFSET 3</td> <td></td> <td>OFFSET 4</td> <td></td> </tr> </table>					OFFSET 1		OFFSET 2		OFFSET 3		OFFSET 4									
OFFSET 1		OFFSET 2																							
OFFSET 3		OFFSET 4																							
PRESION DE LA CELDA					PHOTO_SPAN																				
[PSIA]					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>SPAN 1</td> <td></td> <td>SPAN 2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SPAN 3</td> <td></td> <td>SPAN 4</td> <td></td> </tr> </table>					SPAN 1		SPAN 2		SPAN 3		SPAN 4									
SPAN 1		SPAN 2																							
SPAN 3		SPAN 4																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2">LECTURA INICIAL</th> <th colspan="2">LECTURA ENTREGA</th> </tr> <tr> <td>H2S</td> <td></td> <td>H2S</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SO2</td> <td></td> <td>SO2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AIR DEMAN</td> <td></td> <td>AIR DEMAN</td> <td></td> </tr> </table>					LECTURA INICIAL		LECTURA ENTREGA		H2S		H2S		SO2		SO2		AIR DEMAN		AIR DEMAN						
LECTURA INICIAL		LECTURA ENTREGA																							
H2S		H2S																							
SO2		SO2																							
AIR DEMAN		AIR DEMAN																							
OBSERVACIONES:																									
ENTREGADO POR MANTENIMIENTO					RECIBIDO POR OPERACIONES																				
NOMBRE																									
REGISTRO																									
FIRMA																									

Fuente: Instrumentos analítica Barrancabermeja

Figura 19. Protocolo de entrega de mantenimiento Analizador de oxígeno

PROTOCOLO DE ENTREGA DE ANALIZADORES DE OXIGENO EN MANTENIMIENTO							
FECHA:				lunes, 11 de febrero de 2019		O.M. #	10510198
						PERMISO #	29964
1. INFORMACIÓN DEL ANALIZADOR							
TAG:				AI-47044C			
PLANTA:				ACIDO			
UBICACIÓN							
				MARCA:			
				MARATHON MONITORS INC.			
				MODELO:			
				OXYFIRE			
				SERIE:			
2. DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO							
SE REALIZÓ MANTENIMIENTO:				EL ANALIZADOR FUE:			
PREVENTIVO ☒				CALIBRADO ☒			
CORRECTIVO ☐				AJUSTADO ☐			
				REPARADO ☐			
				RETIRADO POR REPARACIÓN DE LA PLANTA ☐			
3. DATOS DE VERIFICACIÓN/CALIBRACIÓN							
PATRÓN O ₂	INDICACIÓN DEL ANALIZADOR (% O ₂)	VOLTAJE DE LA CELDA (mV DC)	INDICACIÓN TABLERISTA (% O ₂)	TEMP. DE LA CELDA (HEATER)			
1%				VOLTAJE DE LA TERMOCUPLA			
8%				TEMP. PROBE HEAD (servomex)			
20,9%					ROTÁMETROS	PRESIÓN	
OTRO:				AIRE REF.	50-150CCM	2PSI	
OTRO:				CAL.	2SCFH	5PSI	
PUESTA EN SERVICIO (MEDICIÓN DEL PROCESO)			INDICACIÓN DEL ANALIZADOR (% O ₂)	INDICACIÓN EN EL DCS/CONTROLADOR (% O ₂)			
OBSERVACIONES:							
ENTREGADO POR MANTENIMIENTO				RECIBIDO POR OPERACIONES			
NOMBRE							
REGISTRO							
FIRMA							

Fuente: Instrumentos analítica Barrancabermeja

4.2 INFORMACIÓN RECOLECTADA

La siguiente información se consolidó en base a los protocolos almacenados y documentación que se tiene dispersa, la intención es centralizar la información en un listado de fácil consulta y disponible para todo el personal.

Tabla de información consolidada:

Tabla 3. Torres enfriadoras

PLANTA	TORRE	SUE	VALORACION RAM	PLANTA	TORRE	SUE	VALORACION RAM
TOPPING 2000	TE-880	SUE 881	L	ORTHOFLOW	TE-820	SUE 820	H
		SUE 882	L			SUE 821	H
		SUE 883	L			SUE 822	H
		SUE 884	L			SUE 823	H
		SUE 885	L			SUE 824	H
CRACKING IV	TE-801	SUE 801	H			SUE 825	H
		SUE 802	H			SUE 826	H
		SUE 803	H			SUE 827	H
		SUE 804	H			SUE 828	L
		SUE 805	H			SUE 829	L
		SUE 806	H			SUE 830	L
		SUE 807	H	UOP II	TE-4401	SUE 4401A	H
		SUE 808	H			SUE 4401B	H
		SUE 809	H			SUE 4401C	H
		SUE 810	H			SUE 4401D	H
		SUE 811	H			SUE 4401E	H
		SUE 812	H			SUE 4401F	H
		SUE 813	H	BALANCE	TE-2940	SUE 2940A	L
		SUE 814	H			SUE 2940B	L
		SUE 815	H			SUE 2940C	L
		SUE 816	H			SUE 2940D	L
CENTRAL DEL NORTE	TE-850	SUE 851	H			SUE 2940E	L
		SUE 852	H			SUE 2940F	L
		SUE 853	H			SUE 2940G	L
		SUE 854	H			SUE 2940H	L
		SUE 855	H		TE-2945	SUE 2945A	H
		SUE 856	H			SUE 2945B	H
		SUE 857	H			SUE 2945C	H
		SUE 858	H			SUE 2945D	H
		SUE 859	H			SUE 2945E	H
	TE-890	SUE 860	H			SUE 2945F	H
		SUE 891	L			SUE 2945G	H
		SUE 892	L			SUE 2945H	H
		SUE 893	L			SUE 2945I	H
		SUE 894	L			SUE 2945J	H
		SUE 895	L				
		SUE 896	L				
		SUE 897	L				

4.3 CLASIFICACIÓN DE EQUIPOS POR TAREAS SIMILIRARES, EPPS Y EQUIPOS ESPECIALES

Una vez recolectada la información de los equipos que están siendo intervenidos en el plan de mantenimiento anual de analítica se clasificaron por tareas que sean comunes tanto para mantenimiento preventivo como correctivo como son:

- Elementos de protección personal especiales que no son de uso común.
- Equipos o herramientas adicionales a las utilizadas en las tareas del mantenimiento rutinario diario.
- Se identificó donde se necesitan andamios, plataformas, equipo de aire fresco y traje tychem para la realización de los mantenimientos.

Una vez recolectada y clasificada la información se obtiene la siguiente:

Tabla 4. Clasificación de familias mantenimiento preventivo

GRUPOS DE ANALIZADORES		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
		EPPS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
SISTEMA F&G	GAS TOXICO	Básicos de mantenimiento	Traje tychem, planta de alquiler y acido.
	GAS COMBUSTIBLE	Básicos de mantenimiento	Gas patrón según tipo de gas
	LLAMA	Básicos de mantenimiento, arnés	Andamio, lampara patrón, limpiador de lentes
	DILUVIO	Básicos de mantenimiento	Coordinar con operaciones la actividad para evitar disturbios
ANALIZADORES DE OXIGENO		Básicos de mantenimiento	Regulador, llaves de la bodega de cilindros

GRUPOS DE ANALIZADORES		MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
		EPPS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
			patrón
CROMATOGRAFIA		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Slider según características del cromatógrafo
PH-METRO		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Traje tychem, planta de alquiler y acido, patrón, configurador para equipo Rosemount.
CONDUCTIVIMETRO		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Patrón, configurador para equipo Rosemount.
TURBIDIMETRO		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Patrón, configurador para equipo Rosemount.
ROTATIVO		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Transcat, limpia contactos
AEROENFRIADORES	VELOMITOR	Básicos de mantenimiento	Mazo de goma, limpia contactos, lubricante en spray
	VIBRASWITCH	Básicos de mantenimiento, arnés	Limpia contactos, lubricante en spray, shaker patrón
ANALIZADOR DE DEMANDA DE AIRE		Básicos de mantenimiento, arnés	Detector de H2S y SO2.
ANALIZADOR DE GAS A LA TEA		Básicos de mantenimiento, arnés	Detector de H2S y SO2.

Tabla 5. Clasificación de familias mantenimiento correctivo

GRUPOS DE ANALIZADORES		MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
		EPPS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
SISTEMA F&G	GAS TOXICO	Básicos de mantenimiento	Traje tychem, planta de alquiler y acido.
	GAS COMBUSTIBLE	Básicos de mantenimiento	Gas patrón según tipo de gas
	LLAMA	Básicos de mantenimiento, arnés	Andamio, lampara patrón, limpiador de lentes
	DILUVIO	Básicos de mantenimiento	Coordinar con operaciones la actividad para evitar disturbios
ANALIZADORES DE OXIGENO		Arnés, procedimiento de rescate	Llaves de seguridad de 1-1/16" Brida ciega, lazo.
CROMATOGRAFIA		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Kit de herramientas de cromatografía
PH-METRO		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Traje tychem, planta de alquiler y acido, patrón, configurador para equipo Rosemount.
CONDUCTIVIMETRO		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	patrón, configurador para equipo Rosemount.
TURBIDIMETRO		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Patrón, configurador para equipo Rosemount.
ROTATIVO		Básicos de mantenimiento, guantes de nitrilo	Transcat, limpia contactos, TK 3, extensión eléctrica industrial
AEROENFRIADORES	VELOMITOR	Básicos de mantenimiento	Mazo de goma, limpia contactos, lubricante en spray, llaves mixtas
	VIBRASWITCH	Básicos de mantenimiento, arnés	Limpia contactos, lubricante en spray, shaker patrón, sonda.

GRUPOS DE ANALIZADORES	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
	EPPS	REQUERIMIENTOS ESPECIALES
ANALIZADOR DE DEMANDA DE AIRE	Básicos de mantenimiento, arnés	Detector de H2S y SO2, patrón de zero
ANALIZADOR DE GAS A LA TEA	Equipo de aire fresco, arnés	Detector de H2S y SO2, patrón de zero

Epps básicos de mantenimiento: Casco, gafas de seguridad, guantes de vaqueta, botas de seguridad, mascara de vapores.

En esta tabla se realizó la separación de los equipos que tienen tareas similares, adicional se incluyó información importante en aspectos de HSE, equipos y disposiciones de estructuras necesarias para tener en cuenta a la hora de la planeación y alistamiento.

4.4 CONSULTA PARA LA DEFINICIÓN DE INFORMACIÓN RELEVANTE PARA EL ALISTAMIENTO Y LA EJECUCIÓN

Para definir qué información se debe tener de consulta a primera mano para el alistamiento y ejecución de los trabajos de mantenimiento se realizó un sondeo de opinión a la población directamente interesada es decir a los mantenedores; instrumentistas del área de analítica y que fueran ellos quienes expresarán que datos serian importantes tener de consulta antes de la realización de un trabajo ya que ellos son los directamente responsables de su cuidado, alistamiento y cumplimiento del plan de mantenimiento.

Para la realización de este sondeo de opinión se utilizó un cuestionario el cual se entregó a cada uno de los integrantes del grupo incluyendo supervisores y técnicos para que fuera diligenciado desde el punto de vista de cada uno de ellos en donde la intención es conocer como desearía encontrar la información de cada

uno de los equipos antes de salir a ejecutar un trabajo y como le sería de ayuda la herramienta al momento de documentar y diligenciar los protocolos de mantenimiento que actualmente se están entregando. Para este fin se aplicó un cuestionario sencillo directo y de fácil comprensión y diligenciamiento, el documento de consulta fue el siguiente:

Documento 1: Documento de consulta de opinión.

DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACION DE MANTENIMIENTO ANALITICA			
Que informacion considera relevante encontrar al momento de realizar el alistamiento para una mantenimiento?			
Variable medida	SI	☐ NO	☐
Gama	SI	☐ NO	☐
Producto que maneja	SI	☐ NO	☐
Planta	SI	☐ NO	☐
Indicacion/Corte	SI	☐ NO	☐
Ubicación del equipo	SI	☐ NO	☐
Ubicación braker de alimentacion	SI	☐ NO	☐
Historico mantenimiento correctivos y preventivos	SI	☐ NO	☐
Historial de repuestos cambiados	SI	☐ NO	☐
Herramientas especiales requeridas	SI	☐ NO	☐
EPPs especiales para el mantenimiento	SI	☐ NO	☐
Acceso (escalera vertical, 45°, andamio)	SI	☐ NO	☐
Codigo de consumibles necesarios para mtto	SI	☐ NO	☐
Otros			
Al momento de documentar que consideraría necesario que haga el sistema?			
Genere protocolo con los datos cargados	SI	☐ NO	☐
Genere protocolo de mantenimiento correctivo	SI	☐ NO	☐
Otros			

Fuente: Alfonso Hernández Ortíz

Teniendo en cuenta los datos arrojados en el cuestionario de consulta la información más relevante y de fácil acceso para ser consultada, desde el punto de vista de los 18 ejecutores sería la de gran importancia los siguientes ítems:

1. Ubicación del equipo
2. Producto medido
3. Gama del equipo
4. Facilidades de acceso al equipo
5. Elementos de protección personal adicionales
6. Necesidad de forzar señales para equipos de corte de la planta.

En base a estos resultados se procede a definir las entradas y salidas para la propuesta de la arquitectura del sistema de información.

5. CASO ESTUDIO SISTEMA FIRE & GAS PLANTA DE AROMÁTICOS

Como ejemplo de caso estudio se cita el sistema de detección de Fire & Gas de la planta de aromáticos.

Tabla 6. Tabla de ubicación y tipo de gas monitoreado F&G.

TAGNAME	UBICACIÓN AROMÁTICOS	GAS	VALORACIÓN RAM
GDI1301	D-1603	GAS BUTANO	L
GDI1302	BAJO EL D-1304	GAS BUTANO	L
GDI1303	C-1301	HIDROGENO	L
GDI1304	E-1314A/B	GAS BUTANO	L
GDI1305	E-1317A/B	HIDROGENO	L
GDI1306	T-1304	GAS BUTANO	L
GDI1307	E-1310B	GAS METANO	L
GDI1308	MP-1308D	GAS METANO	L
GDI1309	D-1310	GAS BUTANO	L
GDI1310	E-1313	GAS BUTANO	L
GDI1311	H-1303	GAS METANO	L
GDI1312	R-1301	HIDROGENO	L
GDI1320	PLATAFORMA T-1306	GAS METANO	L
GDI1601	R-1601	HIDROGENO	L
GDI1602	E-1601A	GAS METANO	L
GDI1603	T-1601	GAS METANO	L
GDI1604	P-1602A	GAS METANO	L
GDI1605	PLATAFORMA C-1301	HIDROGENO	L
GDI1606	AREA DEL C-1601	GAS METANO	L
GDI1607	P-1315	GAS METANO	L
GDI1608	FT-13005	GAS METANO	L
GDI1609	FRENTE AL R-1307	GAS METANO	L
GDI1610	BASE DEL H-1310	GAS METANO	L
DG1611R/T	CARRETERA FRENTE AL H-1601	GAS METANO	M
DG1313R/T	PASILLO FRENTE AL CC	GAS METANO	M

TAGNAME	UBICACIÓN AROMÁTICOS	GAS	VALORACIÓN RAM
DG1314R/T	PASILLO FRENTE AL COMP	GAS METANO	M

Como se evidencia en la tabla 5 para el mantenimiento del sistema de Fire & Gas de la planta de aromáticos se cuenta con variedad de gas combustible que el sistema debe detectar como son:

- Metano
- Hidrogeno
- Butano

Adicional a esto se cuentan con diversas marcas de detectores de gas combustible como son:

- GM (General Monitors)
- Millenium II (Net Safety)
- Optima Plus (Honeywell)
- Apex Fixed (Honeywell)

Para la ejecución de la ronda de mantenimiento del sistema se hace necesario contar con la mayor cantidad de información, ya que se presentan reprocesos por fallas en el alistamiento como por ejemplo no llevar todos los gases patrones necesarios.

Para la panta de aromáticos un alistamiento ideal para el sistema de Fire & Gas sería el siguiente:

- Informar al ejecutor que tipo de mantenimiento es el planeado (mantenimiento preventivo o correctivo).
- Permiso de trabajo con documentos de apoyo.
- Elementos de protección personal adicionales (Mascara Full Face).
- Coordinar con operaciones el bloqueo de las válvulas de diluvio durante la ejecución del mantenimiento.
- Listado de ubicaciones de cada uno de los detectores.
- Gas patrón de metano, hidrogeno, butano y aire cero para calibración de cero y spam.
- Configurador para detectores Optima plus.
- Imán de Neodimio para acceso a menú de los detectores GM y Millenium II.
- Acople de calibración para suministro de gas patrón para detector GM.
- Acople de calibración para suministro de gas patrón para detector Millenium II y Apex Fixed.
- Capuchón de calibración para suministro de gas patrón para detector Optima Plus.

- Prueba de detección en campo y comparar medida en el DCS.
- Protocolo de entrega de cada detector intervenido.
- Informar al operador del área una vez se termine el mantenimiento para normalizar válvulas de diluvio.
- Cierre de permiso y firma de protocolos.
- Documentar la actividad realizada.

La intención de esta propuesta es llegar a contar con un paquete de trabajo estructurado como se cita en el ejemplo anterior para ayuda de consulta para el alistamiento y posterior ejecución de cada una de las actividades del plan de mantenimiento bien sea correctivo o preventivo.

Al contar con una herramienta de este tipo los tiempos de alistamiento y ejecución se reducirán considerablemente ya que está disponible para ser consultada y la información allí plasmada esta alimentada por cada uno de los ejecutores.

6. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Un Sistema de Información es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el único fin de apoyar las actividades de un negocio, empresa o una actividad en especial. Cuando hablamos de sistema de información siempre nos enfocamos en una computadora que desarrolle ciertas tareas que le fueron programadas para lograr el objetivo planteado.

Los elementos que interactúan entre sí son:

- Computadora
- El recurso humano
- Los datos o información fuente,
- Los programas ejecutados por las computadoras
- Las telecomunicaciones
- Los procedimientos de políticas y reglas de operación.

6.1 ACTIVIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Un sistema de información ejecuta cuatro funciones básicas que son:

- Entradas
- Almacenamiento

- Procesamiento de la información
- Salidas definidas

6.1.1 Entrada de información. Es la actividad mediante la cual el Sistema de Información recibe los datos que son necesarios para procesar la información.

Las entradas pueden ser manuales o automáticas; las manuales son aquellas que provienen directamente del usuario o usuarios, las automáticas son datos de información que son tomadas o provienen de otros sistemas. Las unidades típicas de ingreso de información a los equipos de procesamiento son memorias USB, escáner, códigos de barra, teclado, mouse entre otros.

6.1.2 Almacenamiento de la información. El almacenamiento de la información es una de las tareas más importantes que tiene una terminal de computo, ya que a través de esta función el sistema es capaz de recordar la información guardada en la sección o proceso anterior es decir en la entrada de información, esta información es almacenada en estructuras de almacenamiento llamados archivos.

6.1.3 Procesamiento de la información. Es la capacidad de un sistema de información para realizar operaciones de acuerdo a un sistema de ordenes preestablecidas, estas operaciones pueden realizarse con datos introducidos recientemente en el sistema o datos que ya fueron almacenados en el sistema con anterioridad. Estas características de los sistemas de información permiten la transformación de datos fuente en datos definidos los cuales puedan ser utilizados para tomas de decisiones, adicional puede permitir proyecciones a futuro de acuerdo a los datos obtenidos.

6.2 SALIDAS DE INFORMACIÓN

Las salidas de información es el resultado de la capacidad de un sistema de información para tomar las entradas, realizar el procesamiento y al final entregar una información ya definida respecto a la entrada, las salidas por lo general pueden ser elementos finales como son impresoras, escáner, graficadores etc. En algunos casos la salida de un sistema de información puede ser la entrada de un nuevo sistema de información.

6.3 DEFINICIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA INFORMACIÓN

6.3.1 Entradas. Las entradas que se proponen están definidas en base a la consulta y necesidades evidenciadas en el día a día de mantenimiento en el área de analítica, las entradas son las siguientes:

- TAG: Se hace necesaria esta entrada cuando se requiera incluir un equipo nuevo o para una búsqueda específica de un equipo,
- Ubicación: Esta entrada se hace necesaria cuando se requiera incluir la ubicación detallada en planta un equipo nuevo o para una búsqueda específica de un equipo.
- OM: Orden de mantenimiento, es una entrada que será utilizada cada vez que se asigne un trabajo a cada equipo en particular esta OM será incluida en el protocolo de entrega o para búsqueda de OM anteriores.
- Variable medida: Es de gran importancia ya que esta define el servicio que presta el analizador como es PH, oxígeno, vibración.

- Gama: Necesaria para ser consultada en la fase de alistamiento, especifica el rango de medida del analizador, debe ser documentada cuando se incluya un equipo nuevo.
- Epps adicionales: Se ingresarán los elementos de protección personal diferentes a los de uso diario necesarios en cada equipo.
- Tipo de mantenimiento: Se debe definir el tipo de mantenimiento que se va a documentar para generar protocolo de entrega.
- Tipo de indicación: Se debe documentar que característica tiene configurada cada equipo es decir se debe indicar si es corte lo cual indica que tiene acción de parada de planta, si es solo indicación en pantalla, o si es de protección de incendio lo cual genera activación de alarmas y válvulas de diluvio.

6.3.2 Salidas. Estas salidas son las que se proponen para que sean entregadas por el sistema de información de acuerdo a lo evidenciado en la consulta y las necesidades vistas, las salidas son:

Historial: El sistema debe mostrar el consolidado de las intervenciones documentadas que ha tenido el equipo que se esté consultando permitiendo llevar una trazabilidad de los trabajos realizados ya sea fecha de instalación, mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo.

Alistamiento: En esta salida el sistema debe generar toda la información correspondiente al paquete de trabajo que se requiere para la intervención del equipo es decir tendremos todo lo necesario para un ágil alistamiento en donde encontrar los elementos de protección personal que se requieran diferente a los normalmente utilizados, facilidades o ayudas mecánicas necesarias para la intervención del equipo como son plataformas, andamios, escalera eléctrica etc.

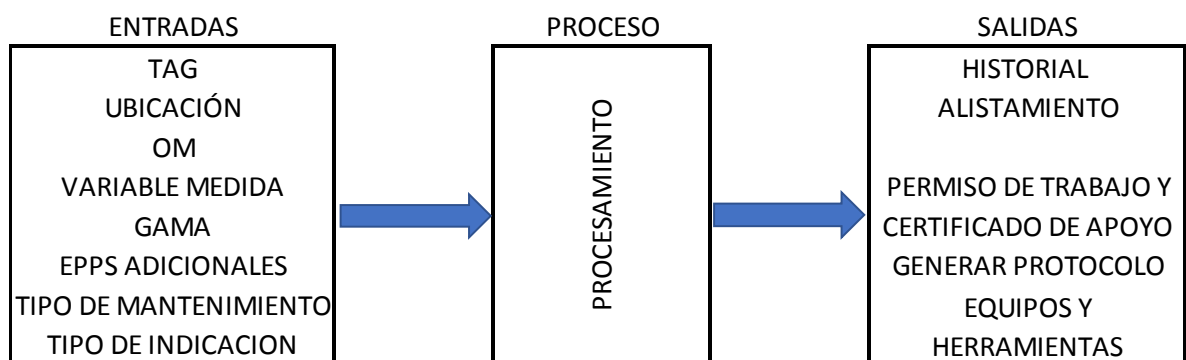
Equipos y herramientas: El sistema mostrará que equipos se deben llevar para la realización de la actividad de mantenimiento dada la necesidad de cada uno de ellos es decir que variable mide el equipo, la gama, patrones necesarios y herramientas especiales para el equipo que se esté consultando.

Permiso de trabajo y certificados de apoyo: Esta opción es de gran ayuda en la planeación la intención es que al consultar un equipo en particular en esta se enumere la documentación necesaria para su intervención como es certificado de apoyo para alturas, espacio confinado, plan de rescate, permiso en frio o caliente, directriz 10 de ser necesaria.

6.4 GENERAR PROTOCOLO

De acuerdo a la documentación inicial en esta salida se debe generar el protocolo de entrega de mantenimiento al operador bien sea que la intervención haya sido preventiva o correctiva se generara el protocolo correspondiente.

Figura 20. Diagrama de entrada proceso salida EPS



Fuente: Alfonso Hernández Ortíz

El diagrama de entradas proceso y salida EPS nos muestra el manejo de la información ingresada procesada y entregada en base a las necesidades anteriormente expuestas.

7. CONCLUSIONES

Para establecer la estructuración del sistema de información de mantenimiento fue necesario contar con la opinión de los ejecutores ya que son los directamente involucrados en las actividades de mantenimiento en el día a día.

Para la definición de entradas y salidas del sistema se recopiló la mayor cantidad de información disponible tanto en protocolos como en las actividades diarias en donde se refleja la necesidad de contar con esta herramienta de consulta.

Se evidenció el alto flujo de información técnica que se maneja en el área de analítica lo cual hace necesario que se cuente con un sistema de consulta sencillo, de fácil acceso y correctamente documentado para la toma de decisiones respecto a los equipos cuando sea necesario.

Al incluir dentro de las salidas del sistema de información la opción de permisos de trabajo y certificados de apoyo se asegura la correcta documentación al momento de planear los trabajos de mantenimiento ya que en algunos casos al no contar con la documentación completa se incurre en reprocesos y pérdidas de horas hombre programadas por documentación.

La propuesta busca reducir al máximo los tiempos de alistamiento, documentación, seguridad y a su vez ser una guía rápida al momento de consultarla para que el mantenedor tenga conocimiento previo de la actividad que va a realizar.

Es de gran importancia que los equipos que sean de corte es decir que su operación está ligada al sistema de shoot down estén debidamente identificados para antes de ser intervenidos.

Con esta propuesta se busca principalmente centralizar, documentar y asegurar la información de mantenimiento, instalación, mejoras de los equipos para que este al acceso de todos los mantenedores y no que quede en conocimiento de unos pocos que con el pasar del tiempo se va perdiendo esta valiosa información.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda al departamento de mantenimiento implementar esta propuesta ya que va a generar un impacto positivo en las actividades de mantenimiento en el área de analítica.

Es de gran importancia que todo el personal tenga acceso a SAP para documentar y consultar información relacionada con cada OM o equipo en particular.

Se recomienda la estandarización de protocolos de entrega de mantenimiento ya que se evidencio que se tienen hasta tres distintos protocolos de entrega para una misma variable lo cual genera confusión.

De llegar a implementarse esta propuesta se recomienda capacitación al personal para el correcto manejo de la plantilla y estandarización de la forma de documentar.

Se recomienda que la base de datos inicialmente sea implementada en Excel dado que es una plataforma con la que más se familiariza y maneja todo el personal ejecutor del área de analítica.

Se recomienda socializar el resultado final de la propuesta con todo el personal de instrumentos analítica con el fin de hacer un reconocimiento por su valiosa colaboración en este proyecto.

BIBLIOGRAFIA

Ecopetrol Ecopetrol [En línea]. - 2019. - 20 de Abril de 2019. - www.ecopetrol.com.co.

Erwin Leher; Karl Luft; Analizadores de procesos en línea introducción a las técnicas analíticas ediciones Diaz de santos pág. 5.

F Velasco Aparicio Analizadores de procesos en línea introducción a las técnicas analíticas ediciones Diaz de santos 2015 pág. 5, 11

Fuentes Díaz David. Sistemas de Información del Mantenimiento. Bucaramanga, 2015. Especialización en gerencia de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

Gamba Triana, María Isabel; Barrera Rojas, Milton Andrés, Propuesta para el mejoramiento del mantenimiento preventivo de los vehículos livianos para la empresa Tresca S.A.S, UIS trabajo de grado 2015 Bucaramanga

MSA The Safety Company MSA The Safety Company [En línea]. - 2019. - 15 de Abril de 2019. - <https://mx.msasafety.com/Instrumentos-Permanentes-y-Detectores-de-Llama-%28fuego%29/Detectores-de-gas/Detector-de-gas-H2S-modelo-S4000TH/p/000140006700001012>.

Moubray, John. Mantenimiento centrado en confiabilidad. Asheville, North Carolina: Ed Aladon, 2004

Silva A Pedro E Ingenieria de Gestión de Mantenimiento [En línea]. - 20 de Abril de 2019. - https://reliabilityweb.com/assets/uploads/art/PDF/manejo_de_la_informacion.pdf.
Smith , Tracy S; Reliabilityweb.com [En línea]. - 2019. - 20 de Abril de 2019. - <https://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/eam-and-cmms-know-the-difference>.

ANEXOS

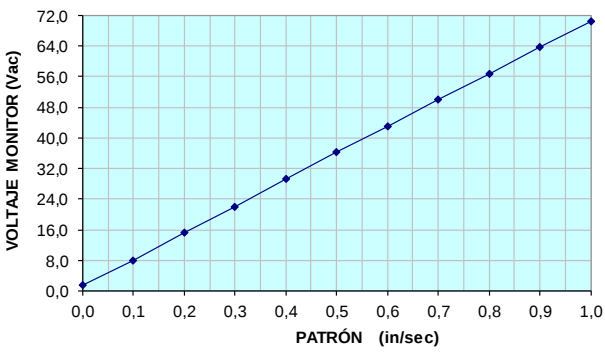
ANEXO A. PROTOCOLO ANALIZADOR DE OXIGENO

BARRANCABERMEJA - COLOMBIA				 GERENCIA REFINERIA BARRANCABERMEJA		
PROTOCOLO DE ENTREGA DE ANALIZADORES DE OXIGENO						
FECHA:		ABRIL 01 DEL 2019		O.T. #	382371	
				PERMISO #	39912	
TAG:		AIC-47055				
PLANTA:		ACIDO				
UBICACION:		C-485				
2. INFORMACION DEL EQUIPO						
SE REALIZÓ MANTENIMIENTO: ☒			EL ANALIZADOR FUE: CALIBRADO ☒			
PREVENTIVO ☐			AJUSTADO ☐			
CORRECTIVO ☐			REPARADO ☐			
			RETIRADO POR REPARACIÓN DE LA PLANTA ☐			
3. DATOS DE VERIFICACIÓN/CALIBRACIÓN						
PATRÓN O ₂		INDICACIÓN DEL ANALIZADOR (% O ₂)	mA	INDICACIÓN DCS (% O ₂)	TEMP. COOLER	2,9 °C
1.1 %		N.A	N.A	N.A	TEMP.	
20.0 %		20,00%	16,69	20,00%	TEMP.	
OTRO:		N.A	N.A	N.A		
				ROTÁMETROS	PRESIÓN	
				1% O ₂	N.A	N.A
				21% O ₂	0,2 l/h	20 PSI
PUESTA EN SERVICIO (MEDICIÓN DEL PROCESO)			INDICACIÓN DEL ANALIZADOR (% O ₂)		INDICACIÓN EN EL DCS/CONTROLADOR (% O ₂)	
			19,08		19,08%	
OBSERVACIONES: SE REALIZO CALIBRACION CON PATRON DE 20 % O ₂						
ENTREGADO POR MANTENIMIENTO					RECIBIDO POR OPERACIONES	
NOMBRE						
REGISTRO						
FIRMA						

ANEXO B. PROTOCOLOS PH

BARRANCABERMEJA - COLOMBIA		 GERENCIA REFINERIA BARRANCABERMEJA	
PROTOCOLO DE ENTREGA DE PHMETROS EN MANTENIMIENTO			
FECHA: <u>miércoles, 13 de febrero de 2019</u>		O.M. # _____	
		PERMISO #: _____	
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL INSTRUMENTO			
TAG: <u>AIC-47110</u>		PLANTA: <u>ACIDO U-470</u>	
		UBICACIÓN: _____	
INF. UNIDAD DE CONTROL MARCA: <u>ROSEMOUNT</u> MODELO: <u>5081-P-HT</u> P/N: _____ SERIE: <u>107-522848</u>		INF. SENSOR/ELECTRODO MARCA: <u>ROSEMOUNT</u> MODELO: <u>396R-10-21-54</u> P/N: _____ SERIE: <u>E15-8396957-014</u>	
2. DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO			
SE REALIZÓ MANTENIMIENTO: PREVENTIVO ☐ CORRECTIVO ☐		EL PHMETRO FUE: CALIBRADO ☐ AJUSTADO ☐ REPARADO ☐ RETIRADO POR PARADA DE PLANTA ☐	
3. DATOS DE VERIFICACIÓN/CALIBRACIÓN			
PATRON	INDICACIÓN EN EL CONTROLADOR	mA de OUTPUT	INDICACIÓN EN EL DCS
4 PH			
7 PH			
10 PH			
OBSERVACIONES:			
	ENTREGADO POR MANTENIMIENTO		RECIBIDO POR OPERACIONES
NOMBRE			
REGISTRO			
FIRMA			

ANEXO C. PROTOCOLO AERO ENFRIADORES

DATOS DE INSTALACIÓN Y CALIBRACIÓN DE SENSORES DE VIBRACION BENTLY NEVADA							
				COMPLEJO INDUSTRIAL DE BARRANCABERMEJA			
Fecha:		miércoles, 29 de agosto de 2012		OT:	366203	PERMISO:	51001
INFORMACIÓN DEL SISTEMA							
PLANTA	TORRES ENFRIADORAS BALANCE		UBICACIÓN	TE-2945		TAG	SU-2945E
DESCRIPCIÓN DEL MONITOR							
MODELO	1900/55-01-01-04-01		SERIE	03E00065			
DESCRIPCIÓN DEL SENSOR							
MODELO	190501		SERIE	A03E03B1			
TABLA DE DATOS							
				PATRÓN IN/SEG	MONITOR IN/SEG	VOLTAJE MONITOR [Vac]	
				0,00	0,00	1,50	
				0,10	0,006	8,00	
				0,20	0,012	15,20	
				0,30	0,019	22,10	
				0,40	0,026	29,20	
				0,50	0,033	36,20	
				0,60	0,04	43,00	
				0,70	0,046	50,00	
				0,80	0,054	56,70	
				0,90	0,06	63,80	
1,00	0,07	70,40					
CONFIGURACIÓN DEL MONITOR							
SET ALERT	0,4		in/seg	SET DISPARO		0,8 in/seg	
CANAL	1		CONTACTO	NC		BORNERAS	9 Y 10
OBSERVACIONES							
SE REALIZA RETIRO DEL SENSOR PARA SU REVISIÓN. SE REALIZA MANTENIMIENTO GENERAL DE SENSOR Y SU BASE ESTABA SUJETO A UN SOLO TORNILLO EL OTRO ESTABA PARTIDO. CON TALADRO SE PERFORA Y CON MACHUELO SE HACE ROSCA. INSTALADA BASE Y SE ASEGURA CON LOS DOS TORNILLOS CORRESPONDIENTES. SE VERIFICA PRUEBA DEL SET DE ALARMA Y CORTE DEL EQUIPO. NORMALIZADA INDICACION EN EL MONITOR. EN LA ETIQUETA QUE ESTA INSTALADA EN EL MONITOR , APARACE COMO VALOR DE ALARMA 0,4 IN/SEG Y EL VALOR DE CORTE EN 0,8 IN/SEG. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE ACTUACION DEL RELE DEL MONITOR. Y SE REALIZA LA CURVA DE RESPUESTA. SE REALIZA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DEL LAZO COMPLETO DE LA SEÑAL DEL SENSOR CON EQUIPO DE CALIBRACION. "Vibration calibrator GTI model 4000"							
MANTENIMIENTO REALIZADO POR							
NOMBRE			RECIBIDO OPERACIONES				
REGISTRO							
FIRMA							

ANEXO D. ANALIZADORES EN LÍNEA

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
AI01301	REFINACIÓN U-130	OXIGENO	Analizador oxígeno H130	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AI02101	REFINACIÓN U-2100	OXIGENO	Analizador oxígeno H2101	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H
AI02102	REFINACIÓN U-2100	OXIGENO	Analizador oxígeno H2102	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H
AI02501	REFINACIÓN U-250	OXIGENO	Analizador oxígeno H250	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H
AI02502	REFINACIÓN U-250	OXIGENO	Analizador oxígeno H251	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H
AI15001	REFINACIÓN U-1500	OXIGENO	Analizador oxígeno H150	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H
AI20001	REFINACIÓN U-2000	OXIGENO	Analizador oxígeno H2001	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H
AI20002	REFINACIÓN U-2000	OXIGENO	Analizador oxígeno H2002	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H
AI201A	REFINACIÓN U-200	OXIGENO	Analizador oxígeno H201	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H
AI202A	REFINACIÓN U-200	OXIGENO	Analizador oxígeno H202	SERVOMEX	Preventivo RAM L para correctivo H

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
AIC44001	UOP II	PH	TORRE ENFRIADORA	ROSEMOUNT	L
AIC45606	UOP II	PH	FOSA NEUTRAL BA-4561B	ROSEMOUNT	L
AIC45607	UOP II	PH	DRENAJE/AGUA A BA-4561B	ROSEMOUNT	L
AIC45608	UOP II	PH	DRENAJE AGUA A BA-4561B	ROSEMOUNT	M
AIC45609	UOP II	PH	DRENAJE AGUA A BA-4561B	ROSEMOUNT	M
AIC45610	UOP II	PH	DRENAJE AGUA A BA-4561B	ROSEMOUNT	M
AIC25001	DEMEX	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXIGENO H2501A	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC25002	DEMEX	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXIGENO AL H2501B	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC25003	DEMEX	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXIGENO AL H2501C	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC26001	HCM	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXIGENO H-2601	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC26501	HCM	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXIGENO H-2651	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
AIC26502	HCM	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXIGENO H-2652	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC28001	VISCORREDUCTORA II	OXIGENO	ANALIZADOR O2 H- 2801A LADO OCCIDENTAL	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC28001 A	VISCORREDUCTORA II	OXIGENO	CONTROL OXIGENO H2801A LADO ORIENTAL	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC28002	VISCORREDUCTORA II	OXIGENO	ANALIZADOR O2 H- 2801B LADO OCCIDENTAL	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC28002 A	VISCORREDUCTORA II	OXIGENO	CONTROL OXIGENO H2801B LADO ORIENTAL	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC28801	UOP 1	GASES DE COLA	AZUFRE 2	AMETEK	M
AI27100	CRACKING I	OXIGENO	ANALIZADOR O2 GAS DE CHIMENEA	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AI28801	CRACKING I	GASES DE COLA	Analizador de gas de SO2 y H2S	AMETEK	M
AI4100A	ETILENO II	OXIGENO	Analizador O2 H4100A	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
AI4100B	ETILENO II	OXIGENO	Analizador O2 H4100B	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AI4100C	ETILENO II	OXIGENO	Analizador O2 H4100C	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AIC48101	AZUFRE III	GASES DE COLA	ADA	AMETEK	M
CR41007	ETILENO II	CROMATOGRAFO	CROMATÓGRAFO ETANO-ETILENO	ABB	L
CR41009	ETILENO II	CROMATOGRAFO	CROMATOGRAFO GAS DE PIROLISIS	ABB	L
CR41010	ETILENO II	CROMATOGRAFO	CROMATOGRAFO ETILENO	ABB	L
CR41011	ETILENO II	CROMATOGRAFO	CROMATOGRAFO ETANO	ABB	L
AI24007	U-2400	PH	PHMETRO DE MESA TORRE	METTLER TOLEDO	L
AI80002	U-800	PH	PH AGUA POTABLE	GLI	L
AI80007	U-800	CLORIMETRO	CASETA CLORO	FISHER&POTTER	M
AI81000	U-800	PH	ANALISTA	METTLER TOLEDO	L
AI85001	U-850	CONDUCTIVIMETRO	CONDUCTIVIDAD TREN	METTLER TOLEDO	L

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
			A/B AGUA DESMINERALIZA		
AI85002	U-850	CONDUCTIVIMETRO	CONDUCTIVIDAD TREN C/D AGUA DESMINERALIZA	HACH	L
AI85003	U-850	TURBIDIMETRO	EFLUENTE INDUSTRIAL	HACH	L
AI85012	U-850	TURBIDIMETRO	EFLUENTE INDUSTRIAL RIO	HACH	L
AI85015	U-850	PH	DESCARGA BA856	GLI	L
AI85018	U-850	PH	ANALISTA	METTLER TOLEDO	L
AI88000	U-880	PH	ANALISTA	METTLER TOLEDO	L
AI9003	U-900	PH	ANALISTA	METTLER TOLEDO	L
ARC2400 1	U-2400	OXIGENO	SB-2401	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC2400 2	U-2400	OXIGENO	SB-2402	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC2400 3	U-2400	OXIGENO	SB-2403	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
ARC2400 4	U-2400	OXIGENO	SB-2404	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC2400 5	U-2400	OXIGENO	SB-2405	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC9001	U-900	OXIGENO	SB-901A	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC9002	U-900	OXIGENO	SB-901B	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC9004	U-900	OXIGENO	SB-901D	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC9502	U-950	OXIGENO	SB-952	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC9504	U-950	OXIGENO	SB-954	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC9505	U-950	OXIGENO	SB-955	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
ARC9506	U-950	OXIGENO	SB-956	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AI29034	PLANTA DE AGUA	PH	PH-METRO AGUA SUAVIZADA BA2915	GLI	L
AI29041	PLANTA DE AGUA	PH	CLARIFICADORES A	GLI	L

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
AI29042	PLANTA DE AGUA	PH	CLARIFICADORES B	GLI	L
AI29042A	PLANTA DE AGUA	PH	BA2912B	GLI	L
AI29043A	PLANTA DE AGUA	PH	BA2912C	GLI	L
AIC29501	U-2950	OXIGENO	B2951	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo M
AIC29502	U-2950	OXIGENO	B2952	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo M
AIC29505	U-2950	OXIGENO	B2955	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo M
AI47046	ÁCIDO	OXIGENO	B474	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo M
AI47093	ÁCIDO	SO2	CHIMENEA (I498) SO2	ABB	Preventivo RAM L para correctivo M
AI47112	ÁCIDO	PH	ACIDO DEBIL K-487	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo M
AI50001	ORTHOFLOW	CONDUCTIVIMETRO	AGUA CALDERAS D-521	ROSEMOUNT	L
AI82000	ORTHOFLOW	PH	ANALISTA	HACH	L
AIC47055	ÁCIDO	OXIGENO	Concentración O2 Desc.	PANAMETRICS	M

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
			C485		
AIC47092	ÁCIDO	CONCENTRACIÓN ÁCIDO	Concentración Ácido K494 TOROIDAL	ROSEMOUNT	M
AIC47110	ÁCIDO	PH	PH Salida del K485 (ACIDO DEBIL K-485)	ROSEMOUNT	M
AIC47111	ÁCIDO	CONCENTRACIÓN ACIDO	PH salida del K486 (ACIDO DEBIL K-486)	ROSEMOUNT	M
AIC47113	ÁCIDO	PH	EFLUENTE NEUTRALIZADA ACIDO DEBIL PHMETRO	ROSEMOUNT	L
AI50002	CRACKING III	GAS DE CHIMENEA	CHIMENEA X-521	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AI50003	CRACKING III	GAS DE CHIMENEA	CHIMENEA X-521	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AI50005	CRACKING III	OPACIMETRO	GAS DE CHIMENEA X- 521	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AI50008	CRACKING III	OXIGENO	%CO GAS DE CHIMENEA L520	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AI50009	CRACKING III	OXIGENO	% CO2 GAS DE CHIMENEA L520	ROSEMOUNT	Preventivo RAM L para correctivo H
AE12001A	PARAFINAS	VISCOCIMETRO	Viscosímetro Parafínico	SOLARTRON	M

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
			Medio, Naftenico Pesado		
AE12001B	PARAFINAS	VISCOCIMETRO	Viscosímetro Parafrínico y Naftenico liviano	SOLARTRON	M
AI10501	PARAFINAS	OXIGENO	OXIGENO H_1001 (DAP)	YOKOGAWA	Preventivo RAM L para correctivo H
AI11001	PARAFINAS	OXIGENO	H_1101 (TRATAMIENTO PARAFÍNICO)	YOKOGAWA	Preventivo RAM L para correctivo H
AI11101	PARAFINAS	OXIGENO	H_1111 (TRATAMIENTO NAFTÉNICO)	YOKOGAWA	Preventivo RAM L para correctivo H
AI11201	PARAFINAS	OXIGENO	H_1121 (TRATAMIENTO DE CERA)	YOKOGAWA	Preventivo RAM L para correctivo H
AI11501	PARAFINAS	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXIGENO H_1151 (GENERACIÓN DE HIDRÓGENO)	YOKOGAWA	Preventivo RAM L para correctivo H
AI12001	PARAFINAS	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXIGENO CORRIENTE DE CO2	PANAMETRICS	Preventivo RAM L para correctivo H

TAG	PLANTA	VARIABLE	UBICACIÓN	MARCA	VALORACION RAM
AI70001	PARAFINAS	OXIGENO	ANALIZADOR DE OXÍGENO H_751	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AI70002	PARAFINAS	OXIGENO	H_752	ABB	Preventivo RAM L para correctivo H
AT39540	CB9	VISCOCIMETRO	ANALIZADOR VISCOSIDAD COMBUSTOLEO	ROSEMOUNT	M
AT39541	CB9	VISCOCIMETRO	VISCOSIDAD COMBUSTOLEO PESAD	ROSEMOUNT	M
AI40001	PTAR	PH	BA-4003; H2O RESIDUAL	ENDRESS+HAUSE R	L
AI40002	PTAR	PH	PH EN PSICINA DE ECUALIZACION BA-4001	ENDRESS+HAUSE R	L
AIC40067	PTAR	PH	SALIDA NEUTRALIZACION PH K- 4006	ROSEMOUNT	L
AIC40936	PTAR	PH	SALIDA MEZCLADOR M- 4090A	ROSEMOUNT	L

ANEXO E. SISTEMAS DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN SISTEMAS FIRE & GAS

TAGNAME	UBICACIÓN ACIDO	GAS	VALORACION RAM
DGI-03062A	FOSA D-361	H2S	L
DGI-03062B	FOSA D-361	H2S	L
DGI-03062C	BANCO DE TUBERIA CERCA A LA FOSA	H2S	L
DGI-03062D	BANCO DE TUBERIA CERCA A LA FOSA	H2S	L
DGI-47060A	DETRÁS K-471	H2S	L
DGI47060B	PASILLO K-471	H2S	L
DGI-47905	DETRÁS K-471	SO2	L
DGI-47906	ESCALERA GATO DETRÁS DEL SATELITE	SO2	L
DGI-47907	BANCO DE TUBERIA CERCA K-471	SO2	L
DGI-47908	BANCO DE TUBERIA QUE LINDA U800	SO2	L
DGI-47909	ESCALERA 45° CERCA AL AI-47130	SO2	L
DGI-47910	SHELLTER	H2S	L
DGI-47911	SHELLTER	SO2	L
DGI-47913	FOSA AL LADO D-361	H2S	L
DGI-47914	FOSA AL LADO D-361	H2S	L
DGI-47915	AL LADO K-471	H2S	L

TAGNAME	UBICACIÓN ALKILACION	GAS	VALORACION RAM
DGA-45605	1	GAS METANO	L
DGA-45606	1	GAS METANO	L
DV-45612	1	VALVULA DILUVIO	L
DV-45613	1	VALVULA DILUVIO	L
DV-45614	1	VALVULA DILUVIO	L
DV-45625	1	VALVULA DILUVIO	L
DGL-45608	1	STROBO	M
DGS-45608	1	SIRENA	M
DGS-45616	1	SIRENA	M
DGL-45616	1	STROBO	M
HS-45608	1	ESTACION MANUAL	L
DV-45001	2	VALVULA DILUVIO	L
DV-45002	2	VALVULA DILUVIO	L
DV-45301	2	VALVULA DILUVIO	L
DV-45302	2	VALVULA DILUVIO	L
DV-45303	2	VALVULA DILUVIO	L
DGA-45001	2	GAS METANO	L
DGA-45002	2	GAS METANO	L
DGA-45003	2	GAS METANO	L
DGA-45004	2	GAS METANO	L
DGA-45005	2	GAS METANO	L
DGA-45006	2	GAS METANO	L
DGA-45007	2	GAS METANO	L
DGA-45008	2	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45009	2	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45040	2	GAS METANO	L
DGA-45039	2	GAS METANO	L
DGA-45302	2	GAS METANO	L
DGA-45301	2	GAS METANO	L
DGA-45303	2	GAS METANO	L
DGA-45304	2	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45305	2	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45306	2	GAS METANO	L

TAGNAME	UBICACIÓN ALKILACION	GAS	VALORACION RAM
DGA-45307	2	GAS METANO	L
DGA-45308	2	GAS METANO	L
DGA-45309	2	GAS METANO	L
DGA-45310	2	GAS METANO	L
DGA-45311	2	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45312	2	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45313	2	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45314	2	GAS METANO	M
DGA-45635	2	H2S	H
DGA-45636	2	H2S	H
DGL-45301	2	STROBO	M
DGS-45301	2	SIRENA	M
DGS-45302	2	SIRENA	M
DGL-45302	2	STROBO	M
DGL-45001	2	STROBO	M
DGS-45001	2	SIRENA	M
DGS-45002	2	SIRENA	M
DGL-45002	2	STROBO	M
HS-45001	2	ESTACION MANUAL	L
HS-45002	2	ESTACION MANUAL	L
HS-45301	2	ESTACION MANUAL	L
HS-45302	2	ESTACION MANUAL	L
DGA-45601	3	GAS METANO	L
DGA-45604	3	GAS METANO	L
DGA-45614B	3	GAS METANO	L
DGA-45616D	3	GAS METANO	L
DGA-45618A	3	GAS METANO	L
DGA-45618B	3	GAS METANO	L
DGA-45619D	3	GAS METANO	L
DGA-45621A	3	GAS METANO	L
DGA-45621B	3	GAS METANO	L
DGA-45621C	3	GAS METANO	L
DGA-45621D	3	GAS METANO	L

TAGNAME	UBICACIÓN ALKILACION	GAS	VALORACION RAM
DGA-45621E	3	GAS METANO	L
DGA-45624	3	GAS METANO	L
DGA-45626F	3	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45627A	3	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45627B	3	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45627C	3	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45682C	4	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45682D	4	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45682E	4	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45682F	4	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45682H	4	DETECTOR LLAMA	M
DGA-45682I	4	DETECTOR LLAMA	M

TAGNAME	UBICACIÓN AROMATICOS	GAS	VALORACION RAM
GDI1301	D-1603	GAS BUTANO	L
GDI1302	BAJO EL D-1304	GAS BUTANO	L
GDI1303	C-1301	HIDROGENO	L
GDI1304	E-1314A/B	GAS BUTANO	L
GDI1305	E-1317A/B	HIDROGENO	L
GDI1306	T-1304	GAS BUTANO	L
GDI1307	E-1310B	GAS METANO	L
GDI1308	MP-1308D	GAS METANO	L
GDI1309	D-1310	GAS BUTANO	L
GDI1310	E-1313	GAS BUTANO	L
GDI1311	H-1303	GAS METANO	L
GDI1312	R-1301	HIDROGENO	L
GDI1320	PLATAFORMA T-1306	GAS METANO	L
GDI1601	R-1601	HIDROGENO	L
GDI1602	E-1601A	GAS METANO	L
GDI1603	T-1601	GAS METANO	L
GDI1604	P-1602A	GAS METANO	L

TAGNAME	UBICACIÓN AROMATICOS	GAS	VALORACION RAM
GDI1605	PLATAFORMA C-1301	HIDROGENO	L
GDI1606	AREA DEL C-1601	GAS METANO	L
GDI1607	P-1315	GAS METANO	L
GDI1608	FT-13005	GAS METANO	L
GDI1609	FRENTE AL R-1307	GAS METANO	L
GDI1610	BASE DEL H-1310	GAS METANO	L
DG1611R/T	CARRETERA FRENTE AL H- 1601	GAS METANO	M
DG1313R/T	PASILLO FRENTE AL CC	GAS METANO	M
DG1314R/T	PASILLO FRENTE AL COMP	GAS METANO	M

TAGNAME	UBICACIÓN CASA DE BOMBAS A	GAS	VALORACION RAM
DGI-27001B	TK-2652	GAS BUTANO	L
DGI-27002B	TK-2652	GAS BUTANO	L
DGI-27003B	TK-2702	GAS BUTANO	L
DGI-27004B	TK-2702	GAS BUTANO	L
DGI-27005B	TK-2702	GAS BUTANO	L
DGI-27006B	TK-2702	GAS BUTANO	L
DGI-27007B	TK-2701	GAS BUTANO	L
DGI-27008B	TK-2701	GAS BUTANO	L
DGI-27009B	TK-2701	GAS BUTANO	L
DGI-27010B	TK-2701	GAS BUTANO	L
DGI-27011B	TK-2653	GAS BUTANO	L
DGI-27012B	TK-2703	GAS BUTANO	L
DGI-27013B	TK-2703	GAS BUTANO	L

TAGNAME	UBICACIÓN ETILENO	GAS	VALORACION RAM
DGT_41001_I	PASILLO E-4110	GAS ETILENO	L
DGT_41002_I	E- 4103 B	GAS ETILENO	L
DGT_41003_I	D-4101	GAS ETILENO	L
DGT_41004_I	T-4100	GAS ETILENO	L
DGT_41005_I	D-4139 PASILLO	GAS ETILENO	L
DGT_41006_I	FRENTE D-4139 PASILLO	GAS ETILENO	L
DGT_41007_I	S-4123. A.	GAS ETILENO	L
DGT_41008_I	LADO CASETA CROMAT. 7	GAS ETILENO	L
DGT_41009_I	C-4101	GAS ETILENO	L
DGT_41010_I	C-4101	GAS ETILENO	L
DGT_41011_I	C-4102	GAS ETILENO	L
DGT_41012_I	C-4102	GAS ETILENO	L
DGT_41013_I	C-4100 ABC	GAS ETILENO	L
DGT_41014_I	C-4100 ABC	GAS ETILENO	L
DGT_41015_I	C-4100 ABC	GAS ETILENO	L
DGT_41016_I	C-4100 ABC	GAS ETILENO	L
DGT_41017_I	C-4100 ABC	GAS ETILENO	L
DGT_41018_I	C-4100 ABC	GAS ETILENO	L
DGT_41019_I	C-4100 ABC/C-4101/C-4102 PISO	GAS ETILENO	L
DGT_41020_I	DEBAJO COMPRESOR	GAS ETILENO	L
DGT_41021_I	E-4170	GAS ETILENO	L
DGT_41022_I	D-4106	GAS ETILENO	L
DGT_41023_I	E-4174	GAS ETILENO	L
DGT_41024_I	D-4102	GAS ETILENO	L
DGT_41025_I	FRENTE AL D-4104	GAS ETILENO	L
DGT_41026_I	E-4148	GAS ETILENO	L
DGT_41027_I	D-4131	GAS ETILENO	L
DGT_41028_I	D-4129	GAS ETILENO	L

DGT_41029_I	D-4118/ E-4137/ E-41029	GAS ETILENO	L
DGT_41030_I	E-4136A/B	GAS ETILENO	L
DGT_41031_I	D4118	GAS ETILENO	L
DGT_41032_I	D-4120	GAS ETILENO	L
DGT_41033_I	D-4108	GAS ETILENO	L
DGT_41034_I	COLUMNA 7 PASILLO CENTRAL	GAS ETILENO	L
DGT_41035_I	C-4100 ABC/C-4101/C-4102	GAS ETILENO	L
DGT_41036_I	FRENTE AL E-4114 A/B	GAS ETILENO	L
DGT_41037_I	E-4115 A/B	GAS ETILENO	L
DGT_41038_I	D-4137	GAS ETILENO	L
DGT_41039_I	AD-4100 B	GAS ETILENO	L
DGT_41040_I	AD-4100 A	GAS ETILENO	L
DGT_41041_I	FRENTE D-4136	GAS ETILENO	L
DGT_41042_I	CAJA FRIA	GAS ETILENO	L
DGT_41043_I	CAJA FRIA	GAS ETILENO	L
DGT_41044_I	CAJA FRIA	GAS ETILENO	L
DGT_41045_I	CAJA FRIA	GAS ETILENO	L
DGT_41046_I	CAJA FRIA	GAS ETILENO	L
DGT_41047_I	CAJA FRIA	GAS ETILENO	L
DGT_41048_I	CAJA FRIA	GAS ETILENO	L
DGT_41049_I	E-4155	GAS ETILENO	L
DGT_41050_I	MP-.4110 B	GAS ETILENO	L
DGT_41051_I	MP-4111A	GAS ETILENO	L
DGT_41052_I	MP-4112A	GAS ETILENO	L
DGT_41053_I	E-4131	GAS ETILENO	L
DGT_41054_I	E-4129	GAS ETILENO	L
DGT_41055_I	COLUMNA 23, E-4134	GAS ETILENO	L
DGT_41056_I	D-4142 ABCD D-4130	GAS ETILENO	L
DGT_41057_I	D-4142 ABCD D-4130	GAS ETILENO	L

DGT_41058_I	D-4142 ABCD D-4130	GAS ETILENO	L
DGT_41059_I	D-4142 ABCD D-4130	GAS ETILENO	L
DGT_41060_I	D-4142 ABCD D-4130	GAS ETILENO	L
DGT_41061_I	D-4142 ABCD D-4130	GAS ETILENO	L
DGT_41062_I	C-4103 AB/C-4104 AB	GAS ETILENO	L
DGT_41063_I	D-4148	GAS ETILENO	L
DGT_41064_I	D-4143	GAS ETILENO	L
DGT_41065_I	TK -4102 CRIOGENICO	GAS ETILENO	M
DGT_41066_I	TK -4102 CRIOGENICO	GAS ETILENO	M
DGT_41067_I	TK -4102 CRIOGENICO	GAS ETILENO	M
DGT_41068_I	TK -4102 COLUMNA ABAJO	GAS ETILENO	L
DGT_41069_I	TK -4102 CIMA TK	GAS ETILENO	M
DGT_41070_I	TK -4102 CIMA TK	GAS ETILENO	M
DGT_41071_I	TK -4102 CIMA TK	GAS ETILENO	M
DGT_41072_I	C-4103 AB/DEBAJO COMPRE.	GAS ETILENO	L
DGT_41073_I	C-4103 AB/C-4104 AB	GAS ETILENO	L
DGT_41074_I	C-4103 AB/C-4104 AB	GAS ETILENO	L
DGT_41075_I	C-4103 AB/C-4104 AB	GAS ETILENO	L
DGT_41076_I	C-4103 AB/DEBAJO COMPRE.	GAS ETILENO	L
DGT_41077_I	C-4103 AB/DEBAJO COMPRE.	GAS ETILENO	L
DGT_41078_I	C-4103 AB/DEBAJO COMPRE.	GAS ETILENO	L
DGT_41079_I	E-4161 2 PLATAFORMA	GAS ETILENO	L
DGT_41080_I	TK -4102 EXTREMO TK	GAS ETILENO	M
DGT_41081_I	TK -4102 EXTREMO TK	GAS ETILENO	M
DGT_41082_I	TK -4102 EXTREMO TK	GAS ETILENO	M
DGT_41083_I	TK -4102 CRIOGENICO	GAS ETILENO	M
DGT_41085_I	TK -4102 CRIOGENICO	GAS ETILENO	M
DGT_41087_I	H-4100ABCD	GAS ETILENO	L
DGT_41088_I	H-4100ABCD	GAS ETILENO	L
DGT_41089_I	FRENTE D-4146 BCO TUBERIA	GAS ETILENO	L

DGT_41090_I	FRENTE D-4146	GAS ETILENO	L
DGT-41901	C-4109	GAS ETILENO	L
DGT-41902	C-4109	GAS ETILENO	L
DGT-41903	C-4109	GAS ETILENO	L
DGT-41904	C-4109	GAS ETILENO	L
DGT-41905	C-4109	GAS ETILENO	L
DGT-41906	C-4109	GAS ETILENO	L
DGT-41907	C-4109	GAS ETILENO	L
DGT-41908	C-4110	GAS ETILENO	L
DGT-41909	C-4111	GAS ETILENO	L
DGT-41910	C-4112	GAS ETILENO	L

TAGNAME	UBICACIÓN ORTHOFLOW	GAS	VALORACION RAM
GDT-32801	E-563	GAS METANO	L
GDT-32802	D-559	GAS METANO	L
GDT-32803	DRUM DE LA TEA	GAS METANO	L
GDT-32804	DRUM DE LA TEA	GAS METANO	L
GDT-55601	E-558	GAS METANO	L
GDT-55602	D-558	GAS METANO	L
GDT-55603	CERCA LA SHELLTER - D583	GAS METANO	L

TAGNAME	UBICACIÓN POLIETILENO 1	GAS	VALORACION RAM
DGI-22001	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22002	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22003	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22004	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L
DGI-22005	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L

TAGNAME	UBICACIÓN POLIETILENO 1	GAS	VALORACION RAM
DGI-22006	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22007	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L
DGI-22008	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L
DGI-22009	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L
DGI-22010	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L
DGI-22011	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L
DGI-22012	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L
DGI-22013	AREA DE INTERCAMBIADORES	GAS ETILENO	L
DGI-22014	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22015	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22016	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22017	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22018	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22019	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22020	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22021	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22022	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22023	COMPRESION	GAS ETILENO	L
DGI-22024	REACCION	GAS ETILENO	L
DGI-22025	REACCION	GAS ETILENO	L
DGI-22026	REACCION	GAS ETILENO	L
DGI-22027	REACCION	GAS ETILENO	L
DGI-22028	REACCION POLY I SE-2201	GAS ETILENO	L
DGI-22029	SE-2202 NIVEL DE PISO EN COLUMNA	GAS ETILENO	L
DGI-22030	REACCION POLY I	GAS ETILENO	L

TAGNAME	UBICACIÓN POLIETILENO 1	GAS	VALORACION RAM
DGI-22031	TOLVAS	GAS ETILENO	L
DGI-22032	TOLVAS	GAS ETILENO	L
DGI-22033	REACCION	GAS ETILENO	L
DGI-22034	REACCION	GAS ETILENO	L
DGI-22035	TOLVAS HORARIAS	GAS ETILENO	L
DGI-22036	TOLVAS HORARIAS	GAS ETILENO	L
DGI-22037	TOLVAS HORARIAS	GAS ETILENO	L
DGI-22038	TOLVAS HORARIAS	GAS ETILENO	L
DGI-22039	TOLVAS HORARIAS	GAS ETILENO	L
DGI-22040	TOLVAS HORARIAS	GAS ETILENO	L
DGI-22200	TOLVAS HORARIAS	GAS ETILENO	L
DGI-22201	TOLVAS HORARIAS	GAS ETILENO	L
FD-22001	R-2201 2DA PLATAFORMA 3,5M DE ALTURA	LLAMA	M
FD-22002	R-2201 2DA PLATAFORMA 3,5M DE ALTURA	LLAMA	M
FD-22003	FRENTE AL E-2201 A/B A 3,5M DE ALTURA	LLAMA	M
FD-22004	SE-2201 3RA PLATAFORMA A 3,5M ALTURA	LLAMA	M
FD-22005	SE-2200 3RA PLATAFORMA A 3,5M ALTURA	LLAMA	M
FD-22006	BOMBAS DE INYECCION PLAT COMPRESORES	LLAMA	M
FD-22007	BOMBAS DE INYECCION PLAT COMPRESORES	LLAMA	M

TAGNAME	UBICACIÓN POLIETILENO 1	GAS	VALORACION RAM
HSD 01	E4258	GAS TOXICO H2S	M
HSD 02	E4256-E4257	GAS TOXICO H2S	M
HSD 03	P-4255 A/B	GAS TOXICO H2S	M
HSD 04	P4254 A/B	GAS TOXICO H2S	M
HSD 05	P-4260A/B	GAS TOXICO H2S	M
HSD 06	P-4257A/B P-4253 A/B	GAS TOXICO H2S	M
HSD 07	P-4251 A/B	GAS TOXICO H2S	M
HSD 08	P-4210A/B P-4211	GAS TOXICO H2S	M
HSD 09	DEBAJO DEL D-4253	GAS TOXICO H2S	M
HSD 10	E-4267	GAS TOXICO H2S	M
HSD 11	D-4206 D-4256 SEGUNDA PLATAFORMA	GAS TOXICO H2S	M
HSD 12	E-4211 B/C TERCERA PLATAFORMA	GAS TOXICO H2S	M
HSD 13	E-4254 A/D TERCERA PLATAFORMA	GAS TOXICO H2S	M
HSD 14	C-4251 MP-4264 A/B	GAS TOXICO H2S	M
HSD 15	NP-4282 C/D	GAS TOXICO H2S	M
HSD 16	P-4281 C/D	GAS TOXICO H2S	M
HSD 17	D-4281	GAS TOXICO H2S	M
HSD 18	E-4281	GAS TOXICO H2S	M
HSD 19	AZUFRE SKID3 S.UNIT	GAS TOXICO H2S	M
HSD 20	AZUFRE SKID4 S.UNIT	GAS TOXICO H2S	M
HSD 21	AZUFRE SKID2	GAS TOXICO H2S	M

TAGNAME	UBICACIÓN POLIETILENO 1	GAS	VALORACION RAM
HSD 22	AZUFRE SKID1	GAS TOXICO H2S	M
HSD 23	D-4303	GAS TOXICO H2S	M
HSD 24	D-4254	GAS TOXICO H2S	M
HSD 25	CC	GAS TOXICO H2S	M
HSD 26	DENTRO DEL SATELITE	GAS TOXICO H2S	M
GD 01	TE 4401	GAS TOXICO H2S	M
GD 02	TE 4401	GAS TOXICO H2S	M
GD 03	CC	GAS TOXICO H2S	M
GD 04	CC	GAS TOXICO H2S	M
GDI43760E	TERCERA PLATAFORMA DEL D-4361	GAS TOXICO H2S	M
GDI43760C	AREA DE LA FV-43701	GAS TOXICO H2S	M
GDI43760A	D-4361/SP43601A-2	GAS TOXICO H2S	M
GDI43760B	AREA DEL D-4364-SP43601B-2	GAS TOXICO H2S	M
GDI43760D	JE-43460 Y JS 43760 DEL D-4362	GAS TOXICO H2S	M
GDI43760F	TK 4562 ALQUILACION FUERA DEL TALUD EN LAS TUBERIAS	GAS TOXICO H2S	M
GDI43761A	FUERA DE LA FOSA D-4365 DENTRO DE LA MALLA	GAS TOXICO H2S	M
GDI43761B	EN LA SP-4365A DENTOR DE LA MALLA DE LA FOSO D-4365 FUERA DE LA FOSA	GAS TOXICO H2S	M
GDI43762B	AREA DE LA SP-4366B FOSA D-43666	GAS TOXICO H2S	M
GDI43763	JUNTO A LA DUCHA LAVA OJOS DEL D-4362	GAS TOXICO H2S	M

TAGNAME	UBICACIÓN TURBOEXPANDER	GAS	VALORACION RAM
DGI-24507	C-2453B	GAS METANO	L
DGI-24508	C-2453B	GAS METANO	L
DGI-24509	C-2453B	GAS METANO	L
DGI-24510	C-2453B	GAS METANO	L
DGI-24511	C-2453B	GAS METANO	L
DGI-24512	C-2453B	GAS METANO	L
DGI-24513	C-2450	GAS METANO	L
DGI-24514	C-2451	GAS METANO	L
DGI-24515	C-2452	GAS METANO	L
DGI-24516	TURBOEXPANSOR	GAS METANO	L
DGI-24517	TURBOEXPANSOR	GAS METANO	L
DGI-24518	TURBOEXPANSOR	GAS METANO	L
DGI-24519	TURBOEXPANSOR	GAS METANO	L
DGI-24520	MP-2450A/B	GAS METANO	L
DGI-24521	MP-2451A/B	GAS METANO	L
DGI-24522	MP-2452A/B	GAS METANO	L
DGI-24523	C-2454	GAS METANO	L
DGI-24524	C-2454	GAS METANO	L
DGI-24525	C-2454	GAS METANO	L
DGI-24526	C-2454	GAS METANO	L
DGI-24527	C-2453 LADO CARRETERA	GAS METANO	L
DGI-24528	C-2453 LADO CARRETERA	GAS METANO	L

TAGNAME	UBICACIÓN TURBOEXPANDER	GAS	VALORACION RAM
DGI-24534	SHELLTER A CARRETERA	GAS METANO	L
DGI-24535	TORRES DE SECADO	GAS METANO	L
DGI-24536	TORRES DE SECADO	GAS METANO	L
FD-24501	C-2453	LLAMA	M
FD-24502	C-2453	LLAMA	M
FD-24504	C-2453	LLAMA	M
FD-24505	C-2453	LLAMA	M
FD-24506	C-2453	LLAMA	M
FD-24507	C-2450	LLAMA	M
FD-24508	C-2450	LLAMA	M
FD-24509	C-2450	LLAMA	M
FD-24510	C-2450	LLAMA	M
FD-24511	C-2450	LLAMA	M
FD-24512	C-2450	LLAMA	M
FD-24513	C-2450	LLAMA	M
FD-24514	D-2469	LLAMA	M
FD-24515	D-2469	LLAMA	M
FD-24516	D-2453	LLAMA	M
FD-24517	C-2452	LLAMA	M
FD-24518	E-2454	LLAMA	M
FD-24519	C-2452	LLAMA	M
FD-24520	D-2452	LLAMA	M

TAGNAME	UBICACIÓN TURBOEXPANDER	GAS	VALORACION RAM
FD-24521	SHELLTER A	LLAMA	M
FD-24522	COLUMNA PASILLO CENTRAL TT- 24530	LLAMA	M
FD-24523	COLUMNA PASILLO CENTRAL LV- 24502	LLAMA	M
FD-24524	COLUMNA PASILLO CENTRAL FV- 24507	LLAMA	M
FD-24525	MURO DEL CUARTO SATELITE DETRÁS DEL E-2465	LLAMA	M
FD-24526	LIMITES CON POLIETILENO D- 2456	LLAMA	M
FD-24527	C-2454 FRENTE A MP-2460A	LLAMA	M
FD-24528	LIMITES CON POLIETILENO D- 2456	LLAMA	M
FD-24529	AEROENFRIADOR U-2466	LLAMA	M
FD-24530	BANCO DE TUBERIA LIMITES CON POLIETILENO	LLAMA	M
FD-24531	BANCO DE TUBERIA LIMITES CON POLIETILENO	LLAMA	M
FD-24532	AEROENFRIADOR U-2459 PARED DEL CUARTO SATELITE	LLAMA	M
FD-24533	FRENTE AL FD-24534	LLAMA	M
FD-24534	D-2451	LLAMA	M
FD-24535	D-2491	LLAMA	M
FD-24536	COLUMNA PASILLO CENTRAL TT- 24514	LLAMA	M
FD-24537	SHELLTER A	LLAMA	M