

**GUÍA PARA REALIZAR EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y
PROGRAMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA
DE LA GERENCIA GENERAL REFINERÍA BARRANCABERMEJA DE
ECOPETROL S.A.**

**GINA ZULEY MENDOZA MUÑOZ
JOSE LUIS RODRIGUEZ LOPEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2009**

**GUÍA PARA REALIZAR EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y
PROGRAMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA
DE LA GERENCIA GENERAL REFINERÍA BARRANCABERMEJA DE
ECOPETROL S.A.**

**GINA ZULEY MENDOZA MUÑOZ
JOSE LUIS RODRIGUEZ LOPEZ**

**Monografía de Grado presentada para optar el título de:
ESPECIALISTA EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO**

**Detector: JORGE ENRIQUE GÓMEZ MANOSALVA
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN DE GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2009**

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. PRESENTACION DE LA EMPRESA.....	2
1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE ECOPETROL.....	2
1.2 GERENCIA GENERAL REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA	4
1.3 DEPARTAMENTO DE PARADAS DE PLANTA	6
2. PROCESO PRODUCTIVO DE ECOPETROL S.A.	8
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
4. OBJETIVOS.....	16
4.1 OBJETIVO GENERAL	16
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	16
5. MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA	18
5.1 PARADAS DE PLANTA EN GENERAL.....	20
5.2 LA PLANIFICACIÓN COMO UN CONCEPTO.....	21
6. GUÍA PARA REALIZAR EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA DE LA GERENCIA GENERAL REFINERÍA BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A. 23	
6.1 EVALUACIÓN POST-INSPECCIÓN:.....	23
6.2 DATOS RELEVANTES	27
6.3 ASPECTOS FUNDAMENTALES.....	28
6.3.1 Para la elaboración del programa Detallado de Trabajo (PDT)	29
6.3.2 Para la elaboración del plan de aseguramiento y control de la calidad (QA/QC):.....	33
6.3.3 Para la elaboración del plan integral de HSE (Incluye el Sistema de Aislamiento Seguro SAS):	36

6.3.4 Para la elaboración del plan de Logística, Infraestructura y Alistamiento. ...	47
6.3.5 Para el proceso de aseguramiento y control de los repuestos y materiales	50
6.3.6 Para el proceso de aseguramiento y control del presupuesto y costos.	51
7. CONCLUSIONES	53
8. RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Presupuesto para el mantenimiento de la Torre 131 vigencia 2009	28
Tabla 2. Calendarios de trabajo para la elaboración de PDT	31
Tabla 3. Elementos de EPP mínimos requeridos durante las paradas de planta. .	39
Tabla 4. Especificaciones Técnicas de los Elementos de Rescate.....	43
Tabla 5. Matriz de valoración de Riesgos – RAM.	45
Tabla 6 Análisis de Riesgo.	46

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Organigrama Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica	5
Figura 2. Cronograma parada de planta Unidad de Destilación 130-2009	28

LISTA DE FOTOS

Pág.

Foto 1 Torre de Destilación al Vacío T-13110

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Plano de la Unidad 130 y de la torre T-131	57
Anexo B. Formatos RIS	58
Anexo C. Formato modelo de un procedimiento.....	59
Anexo D. Formato Modelo de un Protocolo	62

GLOSARIO

T/A: Parada General de Planta Programada (abreviatura de 'Turnaround' o 'Shutdown').

HSE: Por sus siglas en ingles Health, Safety and Environment. En español: Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y Gestión Ambiental. Programa implementado por las empresas con el fin de garantizar y asegurar la calidad de vida de los trabajadores, la calidad ambiental y la protección de los bienes e instalaciones.

QA/QC: Por sus siglas en ingles Quality Assurance, Quality Control. En Español: Aseguramiento de la calidad, control de la calidad.

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD: Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto satisfará los requisitos de calidad dados.

RESUMEN

TITULO: GUÍA PARA REALIZAR EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA DE LA GERENCIA GENERAL REFINERÍA BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A.*

AUTOR (ES): GINA ZULEY MENDOZA MUÑOZ, JOSE LUIS RODRIGUEZ LOPEZ**

PALABRASCLAVES: Guía de mantenimiento, Planificación, Paradas de planta, QA/QC, HSE, Materiales, costos.

DESCRIPCION O CONTENIDO: ECOPETROL S.A. es una Sociedad de Economía Mixta de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, con una infraestructura que integra el proceso de extracción y transformación de hidrocarburos, para garantizar la demanda y el consumo nacional de combustibles y petroquímicos.

La Gerencia Refinería Barrancabermeja (GRB) cuenta con el Departamento de Paradas de Planta encargado de la planificación, coordinación, control y ejecución de los trabajos que se requieran realizar en el mantenimiento con parada de planta.

Producto de los talleres de lecciones aprendidas de los últimos mantenimientos con parada de planta ejecutados en la GRB, se encontraron falencias en la etapa de planificación que han ocasionado reprocesos en actividades, tiempos improductivos, incidentes humanos, alargamientos de días mecánicos, sobre costos de mantenimiento y pérdida de producción, lo que ha conllevado a implementar estrategias internas en ECOPETROL S.A. para obtener mejores resultados con menores costos financieros y de personal. Como complemento a dichas acciones se presenta esta guía para la planificación y programación del mantenimiento, que servirá de base a los futuros trabajos en las diferentes unidades y plantas de proceso de la refinería y en este caso específico para el mantenimiento de la Torre T-131 de la unidad destilación al vacío U-130 y adicionalmente se complementa y se contribuye al mejoramiento del Procedimiento para el Gerenciamiento de las Paradas Generales de Planta de la GRB.

La guía esta enfocada hacia los aspectos de programación y control; aseguramiento y control de la calidad; HSE; logística infraestructura y alistamiento; aseguramiento y control de presupuestos y costos; gestión de repuestos y materiales.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Directos Jorge Enrique Gómez, Ingeniero Mecánico

SUMMARY

TITLE: GUIDE TO CARRY OUT THE PROCESS OF PLANNING AND PROGRAMMING FOR THE MAINTENANCE WITH SHUT DOWN OF UNITS OF THE BARRANCABERMEJA'S REFINERY MANAGEMENT OF ECOPETROL S.A.*

AUTHORS: GINA ZULEY MENDOZA MUÑOZ, JOSÉ LUIS RODRIGUEZ LOPEZ**

KEYWORDS: Maintenance guide, Planning, Shut down of unit, QA/QC, HSE, Materials, Costs.

DESCRIPTION: ECOPETROL S.A Is a mixt economy corporation with a comercial nature organized as an Anonymous Society of the national order. The company, which is linked to the Mines and Energy ministry, has an infrastructure that integrates the process of hydrocarbons extraction and transformation for guaranteeing the demand and the national consumption of fuels and petrochemicals.

The Barrancabermeja's Refinery Management (GRB) counts with the Mayor Repairs Department which is in charge of planning, coordinating, controlling and executioning all works required for carrying out during a shut down of unit.

The learned lessons for the last maintenance done during shut down of units in GRB show that there are shortcomings at the planing stage that have caused activities reprocess, unproductive times, human incidents, lengthening of mechanical days, maintenance overcosts and production wastes. Those things have lead to implement internal strategies in ECOPETROL S.A for obtaining better results with lowers financial and personal costs. As a complement of what was mentioned before, we present a guide for planing and programming Works for the maintenance of the Tower T-131 of the Hole Distillation Units U-130, that will serve as a base for future maintenance works in different units and plants of the Reninery.

This guide focuses on programming and control aspects; insurance and quality control; HSE; infrastructure and enlistment logistical; budget and cost insurance and control and administration of reserves and materials.

* Monograph

** Ability of Physical-mechanical Engineerings. Specialization in Management of Maintenance, Direct Jorge Enrique Gómez, Mechanical Engineer

INTRODUCCIÓN

En el balance realizado por la empresa Ecopetrol S.A. y los talleres de lecciones aprendidas de cada una de las paradas de planta ejecutadas, se encuentra que las falencias en la planificación y programación en los últimos mantenimientos han ocasionado tiempos improductivos, reprocesos en actividades, incidentes humanos, alargamientos de días mecánicos, sobrecostos de mantenimiento y pérdida de producción.

Aunque se han implementado estrategias dentro de la organización para obtener mejores resultados con menores costos financieros y de personal, es conveniente establecer una guía para la planificación y programación del mantenimiento que contemple la definición del alcance, tiempos de ejecución, costos, criterios de calidad y HSE, que contribuya al logro y sostenimiento del desempeño “clase mundial” en las actividades de mantenimiento para la refinería para cumplir los objetivos del negocio en cuanto a disponibilidad, integridad y costos.

Con el diseño de la guía para la elaboración de la planificación y programación planteada en esta monografía se garantizará una buena planificación para el mantenimiento con parada de Planta de la Torre de destilación al vacío T131 cumpliendo con las premisas establecidas y servirá de guía para la ejecución de los posteriores trabajos de mantenimiento, no solo de esta torre sino también de las demás unidades y plantas de la refinería.

De igual manera, se complementará el procedimiento para el Gerenciamiento de las Paradas Generales de Planta de la Gerencia General Refinería Barrancabermeja y se contribuirá al mejoramiento del mismo.

1. PRESENTACION DE LA EMPRESA

1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE ECOPETROL1

La reversión al Estado Colombiano de la Concesión de Mares, el 25 de agosto de 1951, dio origen a la Empresa Colombiana de Petróleos, que había sido creada en 1948 mediante la Ley 165 de ese año.

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 S.A. 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.

En septiembre de 1983 con el descubrimiento del Campo Caño Limón, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles.

¹ <http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=32&conID=36271>

Gracias a este campo, Ecopetrol S.A. inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser en 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 2931 del 7 de julio de 2003, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá. D.C.

A partir de 2003, Ecopetrol S.A. inició una etapa 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.

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).

Actualmente Ecopetrol S.A. es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, de conformidad con lo establecido en

la Ley 1118 de 2006, regida por los Estatutos Sociales que se encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No. 5314 del 14 de diciembre de 2007, otorgada en la Notaría Segunda del Círculo Notarial de Bogotá D.C.

Ecopetrol S.A. cuenta con una infraestructura que integra el proceso de transformación de hidrocarburos, para garantizar la demanda y el consumo nacional de combustibles y petroquímicos de manera rentable con estándares de calidad cada vez más altos.

1.2 GERENCIA GENERAL REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA

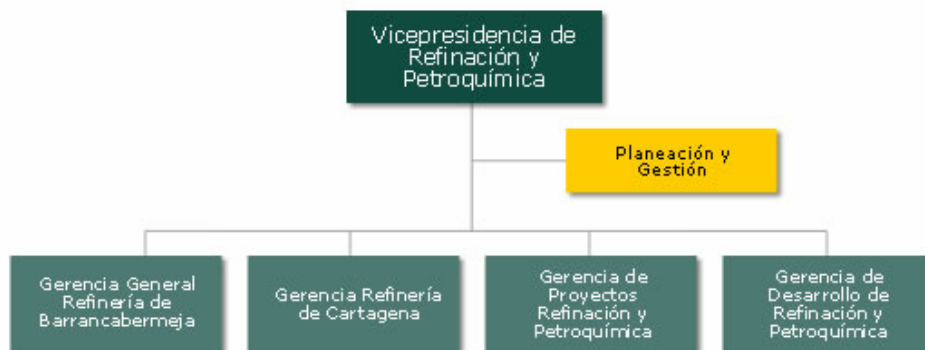
Dentro de su estructura operacional, ECOPETROL cuenta con la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica encargada principalmente de²:

- Entregar los combustibles, materias primas y productos petroquímicos solicitados por la Vicepresidencia de Suministro y Mercadeo.
- Programar y ejecutar las acciones necesarias para adecuar el negocio a los requerimientos y oportunidades del mercado y a la legislación ambiental
- Identificar e implementar las propuestas de mejoramiento y las mejores prácticas en el negocio de refinación y petroquímica.
- Programar las cargas y producciones de las refinerías y las entregas de productos de acuerdo con la disponibilidad de materias primas, demandas de productos y posiciones de mercado, propendiendo por maximizar la rentabilidad de las operaciones de la sociedad.

De esta Vicepresidencia se deriva, la Gerencia General Refinería de Barrancabermeja (GRB) como se aprecia en la fig. 1.

² <http://iris/contenido.aspx?catID=971&conID=48798>

Figura 1. Organigrama Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica



Fuente: Ecopetrol S.A

La GRB tiene como funciones básicas, las siguientes³:

- Producir combustibles y derivados petroquímicos con criterios de rentabilidad y cumpliendo con los requerimientos ambientales y del mercado.
- Revisar, ajustar y ejecutar la programación de cargas y producciones a las unidades de proceso de acuerdo con los planes acordados con las áreas de planeación de la empresa.
- Manejar en forma eficiente y segura los inventarios de materia prima y productos para garantizar la operación de las plantas.
- Formular, orientar y desarrollar programas operativos para producir combustibles y derivados petroquímicos de acuerdo con los requerimientos de los mercados.
- Entregar productos competitivos en términos de Calidad y oportunidad.
- Desarrollar, comunicar, evaluar y asegurar las políticas de Calidad, de Talento Humano, de Gerenciamiento de Activos, de Salud, Seguridad y Ambiente en todas las dependencias de la Refinería.

³ <http://iris/contenido.aspx?catID=971&conID=48798>

- Dirigir programas de interiorización de la visión, la misión, los principios y los valores de la Empresa.
- Asumir y desarrollar las funciones y responsabilidades específicas establecidas por el modelo normativo de seguridad informática en el rol de usuario informático y dueño de la información.
- Administrar la información y el conocimiento generado en el desarrollo de su gestión de acuerdo con las políticas corporativas.

La Refinería se extiende en un área de 254 hectáreas, en las que se distribuyen más de cincuenta modernas plantas y unidades de proceso, tratamiento, servicios y control ambiental. Entre ellas están cinco unidades topping, cuatro unidades de ruptura catalítica, dos plantas de polietileno y plantas de alquilación, ácido sulfúrico, parafinas, aromáticos y plantas para el procesamiento de residuos.

Cuenta además con facilidades auxiliares que son equipos y procedimientos no directamente involucrados con la refinación pero que adelantan funciones vitales para su operación. Tal es el caso de las calderas, la planta de hidrógeno, los sistemas de enfriamiento, los sistemas de recuperación de azufre y los sistemas de tratamiento de residuos o de control de la contaminación.

La Gerencia General Refinería Barrancabermeja tiene la responsabilidad de generar el 75 por ciento de la gasolina, combustóleo, ACPM y demás combustibles que el país requiere, así como el 70 por ciento de los productos petroquímicos que circulan en el mercado nacional.

1.3 DEPARTAMENTO DE PARADAS DE PLANTA

La Gerencia General Refinería Barrancabermeja (GRB) cuenta con el Departamento de Paradas de Planta el cual tiene como objeto principal la planeación, coordinación, control y ejecución de los trabajos que se requieran en

el mantenimiento de una parada de planta, ya sea con personal propio o externos (contratos con empresas regionales, nacionales e internacionales, según el tipo de trabajo a ejecutar).

Adicionalmente, el Departamento de Paradas se planta tiene como funciones⁴:

- Liderar el proceso de ejecución del mantenimiento con parada de planta en la refinería.
- Garantizar la óptima ejecución de los planes de paradas de planta mediante la aplicación de los estándares de excelencia operacional (análisis de riesgo, permisos de trabajo, aislamiento seguro de plantas y equipos, control de cambios, gestión de incidentes, procedimientos de mantenimiento, entre otros) y asegurar su desempeño en los niveles óptimos de eficiencia, oportunidad, costos, calidad, seguridad e impacto ambiental.
- Responder por la recuperación de la confiabilidad integral de las unidades intervenidas con mantenimiento de paradas de planta.
- Asegurar la idoneidad técnica de las personas que van a participar en la ejecución de las paradas de planta, incluyendo procesos de certificación de competencias técnicas de contratistas.
- Responder por el cumplimiento 100% de las premisas de las Paradas, incluyendo costos, oportunidad, calidad y HSE.
- Realizar el seguimiento, evaluación y control de los proyectos, programas y actividades a cargo de la dependencia.
- Garantizar la interrelación de todas las áreas de soporte para garantizar todo el proceso de paradas se realice dentro de los términos de tiempo y costos establecidos.
- Responder por la integralidad y sostenibilidad el proceso de gestión de las paradas de planta.

⁴ <http://iris/contenido.aspx?catID=975&conID=48809&pagID=143196>

2. PROCESO PRODUCTIVO DE ECOPETROL S.A.

Uno de los procesos que se lleva a cabo en la refinería de Barrancabermeja es el de destilación de crudo o separación física de fracciones derivadas del petróleo, utilizando dos torres, una operando a presión atmosférica (Torre atmosférica) y la otra operando al vacío (Torre de vacío).

Para realizar este proceso existen siete unidades: la Unidad de Destilación Atmosférica U-150 y la Unidad de Destilación al Vacío U-130 y cinco (5) Unidades de Destilación Combinada (poseen ambas torres, Atmosférica y de Vacío) llamadas CDU.

La Unidad de Destilación al Vacío U-130 que se encarga de procesar, mediante destilación al vacío diferentes tipos de Crudos Reducidos, terminando la obtención de las diferentes cargas de la Planta de Parafinas, continuando con las corridas Nafténica, Cusiana, Parafínica o Mezclado.

El Proceso de Destilación al Vacío es efectuado a una presión menor que la presión atmosférica. Para obtener el vacío literalmente se extraen gases desde la cima de la torre utilizando diferentes tipos de dispositivos diseñados para tal fin como Eyectores o Bombas de Vacío. Este proceso de destilación se realiza a través de la torre de Destilación al Vacío T-131.

La actual Torre T-131 (Foto 1) es la original de la unidad U130 y fue instalada en mayo de 1963.

Como aspecto importante los materiales originales de construcción de la torre fueron los siguientes:

- Desde el cap de cima hasta el plato 10 (numerados de arriba hacia abajo) el material de construcción es A-285 Gr C con cladding de SS304, el espesor total es de ½" con 5/64" de cladding. Los internos eran construidos de material ss304.
- Desde el plato 11 hasta el fondo de la torre, el material de construcción del casco es A-285 Gr C con cladding de ss410; los espesores de casco varían dependiendo de la altura en la torre. Los internos eran de material ss410.

Muestra el plano de la Unidad 130 y de la torre T-131. (ver anexo A)

Foto 1 Torre de Destilación al Vacío T-131



Fuente: Ecopetrol S.A

La torre ha sido inspeccionada 27 ocasiones entre paradas programadas y paradas no programadas. Igualmente se han efectuado en el equipo dos proyectos de revamping en 1990 y en el año 2003. Los aspectos de destacar de las inspecciones y los revamping se relacionan a continuación⁵:

⁵ PIM-Z2-18238 Diagnostico y Recomendación de los trabajos a ejecutar en la Torre 131

- Octubre de 1969 se detectó en la inspección agrietamiento del cladding de la sección de cima de la torre.
- Diciembre de 1971 se reporta que el fenómeno de SCC se detecta en el cladding del cap de cima y la parte cilíndrica hasta la altura de los 3 primeros platos y en los internos de esta zona.
- Mayo de 1972 se cambiaron los platos 1, 2, 3, 22, 23, 24 y 25; todos se construyeron en ss410 excepción del plato 1.
- Entre el año 1973 y 1989 se efectuaron trabajos de reparación de cladding, Cambio de secciones de platos e instalación de lining en algunas zonas de la torre y reparaciones y cambio de secciones de la línea entre la torre y el E140.
- En 1990 se efectuó el revamping de la unidad y específicamente en la T131 se cambiaron todos los internos, los platos del 1 al 3 se instalaron en material Sándwich 3RE-60, los platos del 4 al 11 se instalaron en material ss316L y los platos del 12 al 25 se instalaron en ss316.
- Se removieron y cambiaron 129 tiras de lining en la sección superior por presentar agrietamiento y entrapamiento de líquido. Igualmente se cambiaron las vigas soporte de las malla demister de la sección superior.
- En 1994 se inspeccionó el equipo y se instalaron 21 ft² de lining por encontrarse agrietamiento del existente. Se encontraron caídos los platos de la zona de fondo y fue necesario repararlos e instalarlos nuevamente.
- En 1997 se realizó inspección y encontró el lining instalado en la sección de cima en buena condición.
- En mayo de 2000 se realizó inspección y se encontraron gran cantidad de internos caídos (80% aprox.), Se realizó reparación y se instalaron nuevamente los internos, Igualmente se detecto abombamiento del casco de la torre a la altura de la malla demister inferior costado sur oriental, se evaluó este abombamiento y no se encontró agrietamiento en el mismo.

- En septiembre de 2001 se presentó un nuevo evento de problemas operacionales en la torre y se recomendó intervenirla previendo caída de platos en la sección inferior.
- En marzo de 2003 se efectuó evaluación de la condición de operación de la torre y se diagnosticó caída de internos, fue necesario intervenir la torre para reparar los daños.
- En la inspección general de Julio de 2003 se ejecutó el revamping de la unidad y se hicieron las siguientes modificaciones en la torre:
 - Se retiraron los platos del 1 al 21 y en su lugar se instalaron 3 platos en la sección superior y 5 lechos empacados a lo largo de la torre.
 - Se conservaron los 4 platos de despojo.
 - Se retiraron 30 conexiones y se instalaron 28.
 - Se reparó buena parte del aislamiento externo de la torre por encontrarse deteriorado.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Departamento de Paradas de Planta tiene establecido un procedimiento que implica una metodología estándar para el Gerenciamiento de las Paradas Generales de Planta Programadas (Turnarounds) en la GRB. Este mismo procedimiento aplica para las Paradas Técnicas o Paradas Parciales Programadas (menor alcance que las Turnarounds) en la GRB.

Dicho procedimiento tiene las siguientes fases⁶:

FASE 1: PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO: El objetivo de esta fase es establecer la planificación y los pronósticos de presupuesto a largo plazo de la T/A., e integrarlos dentro del Plan general de la Refinería, a través de la definición de los postulados o premisas bajo las cuales se llevará a cabo la T/A y a través de la definición de los indicadores claves de desempeño esperados.

La planeación a Largo Plazo, es una etapa en donde se identifican los tiempos óptimos de cada siguiente etapa del proceso, por lo tanto aquí se deberán realizar revisiones periódicas cada 6 meses o cada 3 meses, dependiendo del volumen de trabajos, del impacto y del grado de complejidad de la T/A, y de la longitud de corrida de la Unidad.

FASE 2: DEFINICIÓN DEL ALCANCE: En esta etapa se define el alcance de los trabajos para la parada, se desarrollan en detalle las ingenierías y se adjudican las compras de amplios plazos de entrega que aún no han sido efectuadas.

⁶ Procedimiento para el Auto Control del Proceso de Gestión de Turnaround en la GRB

FASE 3: GESTIÓN PRECONTRACTUAL: Esta fase incluye la definición de la estrategia y el plan de contratación y compras. Los procesos de selección deberán iniciarse lo antes posible para permitir que las compras de plazos normales de entrega y los contratos principales, estén adjudicados a más tardar 4 meses antes de la Parada. La entrada para esta fases es un estimativo de presupuesto en un +/- 20%.

FASE 4: PLANIFICACIÓN DETALLADA: La fase de planeación detallada inicia una vez adjudicados los contratos principales. Aquí se elaboran los programas detallados de trabajo (actividades, recursos, duración, interrelaciones) para cada item aprobado en el listado final de trabajos. Se deberán integrar dentro de un solo plan los trabajos de operaciones (apagada y arrancada), de mantenimiento y los trabajos de proyectos (mantenimiento capitalizable), con el fin de optimizar recursos, reducir las interferencias e implementar un control de la ruta crítica y de otras rutas cercanas a ella.

FASE 5: ALISTAMIENTO: Se inicia la construcción de los campamentos y la movilización de los recursos requeridos.

FASE 6: EJECUCIÓN Ó PARADA: Esta etapa comprende la elaboración de prefabricados, trabajos de facilidades para el proceso de la apagada y descontaminación, Inicio de los trabajos de mantenimiento ya establecidos con planta fuera de servicio, trabajos de precommissioning, commissioning, arrancada entrada en operación y posteriormente guardia.

FASE 7: CIERRE: Esta etapa comprende la corrida de aceptación de las variables que conforman las Unidades intervenidas, la documentación final, la consolidación de los costos finales, la actualización de planos 'as-built', información actualizada para futuras planeaciones, los talleres de lecciones

aprendidas, la liquidación de los contratos y la evaluación de los contratistas. En esta etapa se generan y cuestionan las recomendaciones posteriores.

Una auditoria final permitirá establecer el desempeño de la T/A respecto a las premisas o postulados y respecto al benchmarking.

Los trabajos de mantenimiento tienen relación con todas las plantas y equipos que existen en la refinería, entre ellos existe la Unidad de Destilación al Vacío U-130 que se encarga de procesar, mediante destilación al vacío diferentes tipos de Crudos Reducidos, terminando la obtención de las diferentes cargas de la Planta de Parafinas, continuando con las corridas Nafténica, Cusiana, Parafínica o Mezclado.

Con base en el marco anterior, se propone para esta monografía el diseño de la guía para planificación y programación para el mantenimiento correctivo con parada de Planta de la Torre de destilación de vacío T-131 de la unidad U130 de la Gerencia General Refinería Barrancabermeja de ECOPETROL S.A. para el cumplimiento de las siguientes premisas:

- Cero accidentes incapacitantes
- Cero incendios y explosiones
- Cero accidentes ambientales
- Aseguramiento de la calidad en los trabajos aprobados para la T131.
- Ejecución en el tiempo programado
- Optimización de los costos de mantenimiento
- Recuperar la confiabilidad operacional y mecánica de la T-131

Dicha guía podrá ser utilizada en las fases 4 y 5 del procedimiento para el Gerenciamiento de las Paradas Generales de Planta de la Gerencia General Refinería Barrancabermeja

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una guía para la elaboración de la planificación y programación para el mantenimiento correctivo con Parada de Planta de la Torre de destilación al vacío T-131 de la Unidad de destilación U-130 de la Gerencia General Refinería Barrancabermeja de ECOPETROL S.A.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer los pasos para la elaboración del plan detallado de trabajo a ejecutar para las actividades de mantenimiento de la Torre de destilación de vacío T-131, dentro de los tiempos contemplados para la parada general de la Unidad 130.
- Establecer una guía para asegurar la elaboración del plan de aseguramiento y control de la calidad para las actividades a ejecutar en la reparación de la Torre de destilación de vacío T-131.
- Establecer la estructura del plan específico de HSE (higiene y seguridad industrial) para el personal que participara durante la ejecución del mantenimiento de la Torre de destilación de vacío T-131.
- Describir la estructura del plan de logística, Infraestructura y Alistamiento para los trabajos de mantenimiento de la T-131.

- Describir los aspectos relevantes que deben tenerse en cuenta para asegurar disponibilidad de los repuestos y materiales requeridos de la Torre de destilación de vacío T-131, antes de sacarla de servicio.
- Detallar los elementos claves para el proceso de aseguramiento y control del presupuesto y costos de mantenimiento.

5. MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA

Estudios recientes llevados a cabo por organizaciones internacionales, demuestran que existe una marcada brecha en los costos asociados a mantenimiento de paradas de planta entre las refinerías, plantas petroquímicas en Latinoamérica y las similares a nivel mundial. Gran parte de esta brecha se debe a los costos relacionados con la ejecución del mantenimiento y a la duración de las paradas de planta, las cuales son variables dependientes del alcance de los trabajos que se definan. La lista de trabajo mediante la aplicación de mejores prácticas y metodologías de confiabilidad.

Los mantenimientos de refinerías, pueden realizarse a través de mantenimientos rutinarios o mantenimientos con paradas de planta.

Los mantenimientos rutinarios son aquellos que se realizan día a día y son el resultado de las inspecciones en el proceso de operación y/o producción.

Los mantenimientos con paradas de planta, como su nombre lo indica hace referencia al mantenimiento para Apagadas Planificadas de las unidades, plantas o equipos a intervenir. Con las paradas de planta se tiene la única posibilidad de intervenir los equipos que normalmente no están disponibles durante el proceso de operación normal o que lo están en un breve o escaso periodo de parada.

Con el animo de lograr y sostener un desempeño “clase mundial” en las actividades de mantenimiento para la refinería y para cumplir los objetivos del negocio en cuanto a disponibilidad, integridad y costos, a través del tiempo, se ha hecho énfasis en la planificación, programación y control las paradas de planta, aunque no se han obtenido todos los resultados esperados. Si embargo, se hace

necesario continuar con un proceso efectivo de mantenimiento con una estrategia implícita, que finalmente arroje una metodología teniendo en cuenta los aspectos de programación y control, aseguramiento y control de la calidad, Materiales y Herramientas, contratación de equipos especiales, Salud ocupacional, Seguridad Industrial y Gestión Ambiental.

Es importante reconocer y entender que un proceso de mantenimiento exitoso no es un intento de Mantenimiento, es un esfuerzo de equipo y requiere involucramiento de todas las áreas:

- Operaciones
- Mantenimiento
- Ingeniería
- Inspección
- Tecnología
- Gestión de materiales

Cuando realizamos una planificación, programación y ejecución de un mantenimiento mayor, debemos realizar algunas consideraciones de factores adicionales, tales como: confiabilidad operacional, mantenibilidad y disponibilidad, es decir, se busca dar respuesta a preguntas como: ¿Qué actividades deben ser realizadas durante la parada y de qué manera se pueden optimizar tiempos y costos de ejecución?, ¿Qué actividades no se requieren hacer?, ¿Qué actividades deben hacerse en rutina y en qué momento del ciclo de operación de la planta?, ¿Qué actividades pueden hacerse en la próxima parada?⁷

⁷ http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/optimparadasesp.htm

5.1 PARADAS DE PLANTA EN GENERAL⁸

La necesidad de parar grupos o unidades de equipos de planta ha sido siempre una característica de la industria de proceso continuo. Esta necesidad seguirá siendo más exigente mientras las regulaciones legales, garantía de calidad y regulaciones de seguridad, continúen imponiendo nuevos procedimientos en nuestros patrones de trabajo. Junto con el avance profesional de tecnología, se está ahora operando a un nivel de complejidad que demanda una cultura de mantenimiento. Las paradas de planta tienen que ser una parte importante en este proceso de evolución.

Antes de emprender una sensata revisión de la dirección y planificación de una parada que pueda ser programada, tiene que ser considerada la naturaleza del problema. Las paradas no son lo mismo que los trabajos de construcción ni tampoco que los del mantenimiento rutinario. Tienen su propia característica. Está claro que el problema tiene que ser enfocado atendiendo a sus propias necesidades y no utilizando una metodología inadecuada. Los siguientes puntos describen las características de una parada típica:

- Normalmente bajas tecnologías.
- Gran número de recursos.
- Trabajo intensivo.
- Gran número de actividades desconectadas.
- Tiempo restringido.
- Importante número de actividades.
- Problemas anormales de seguridad.
- Planta altamente congestionada.

⁸ <http://www.espania-spain.com/cta/espanol/paperparadas-esp.htm#top>

Estas características tienen poco en común con cualquier otra actividad que se realicen. La comparación más próxima que se puede hacer es con el desastre provocado por un terremoto. La diferencia principal es que una parada programada se establece a propósito y no por accidente.

5.2 LA PLANIFICACIÓN COMO UN CONCEPTO

El mayor problema que tiene que ser enfrentado y vencido es la pobre reputación que la planificación tiene en la cultura del trabajo. Sin embargo, la verdad es que todos los seres humanos son planificadores por instinto básico.

La primera etapa de planificación es pensar y la segunda es la preparación de listas de actividades y así sucesivamente.

En el entorno de trabajo, este instinto natural de planificar parece estar reprimido. Un argumento para esta situación es que la planificación es una amenaza para la posición, iniciativa y orgullo de las personas instaladas. En otras palabras, hay personas que creen que el progreso está hecho por su esfuerzo y su capacidad y el consiguiente resultado debería ser de ellos. En algunos casos esto puede ser verdad, pero una razón muy probable es su carencia de participación y entregas de información. La planificación es percibida como una actividad de dirección que es impuesta desde arriba hacia la persona. Muchos supervisores y contratistas consideran un insulto que un planificador orqueste un plan para su equipo sin consultarlos. No solamente esto es un insulto, sino que además es una oportunidad perdida para adquirir conocimientos valiosos y comprometer al equipo técnico de ejecución.

La solución del problema está sencillamente en crear una cultura de la planificación durante la cual todos los que se involucren estén comprometidos hasta obtener el producto final. A menos que la industria resuelva estas barreras

para progresar, no solamente en planificación sino también en seguridad, calidad, uso de ordenadores, etc., la introducción del cambio efectivo encontrará obstáculos muy serios.

Planificación no es simplemente un sistema para organizar y controlar el alcance de trabajo en una parada. Planificación abarca todas las acciones necesarias para lograr el éxito completo de una parada. La planificación comienza a nivel corporativo y penetra completamente en todos los aspectos del proyecto hasta la planificación de la actividad de un individuo. En este aspecto, planificación (planning) debe distinguirse claramente de programación (scheduling).

6. GUÍA PARA REALIZAR EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA DE LA GERENCIA GENERAL REFINERÍA BARRANCABERMEJA DE ECOPETROL S.A.

6.1 EVALUACIÓN POST-INSPECCIÓN:

De la inspección realizada a la T-131 en el año 2003 se tiene la siguiente evaluación la cual será la base para la planificación y programación del mantenimiento con parada de planta de la unidad de destilación U-130, objeto de esta guía.

a. Diagnóstico⁹:

1. El casco de la torre fue intervenido extensivamente con soldadura debido a que se retiraron gran cantidad de conexiones e igualmente se instalaron nuevas, para la instalación de soportes de internos fue necesario retirar y reponer posteriormente con soldadura gran cantidad de cladding.
2. Adicionalmente y por errores del contratista ejecutor que perforo la torre en sitios en los cuales no se requeriría fue necesario reparar con soldadura y hacer control de calidad con radiografía.
3. Se instalaron aproximadamente 5 tiras de lining en la sección superior.
4. El diagnóstico de proceso de la torre muestra lo siguiente:
 - El flujo al lecho 5 no alcanza los 1000 barriles de diseño por lo que se diagnostica coquización.

⁹ PIM-Z2-18238 Diagnostico y Recomendación de los trabajos a ejecutar en la Torre 131

- Baja colección de Destilado Pesado (300 vs. 1300 bpd). Se diagnostica posible obstrucción en la línea.
- La línea de vapor al fondo de la T-131 lado occidente se encuentra obstruida.
- Línea de reciclo hacia T-131 se encuentra obstruido por lo cual es muy probable que la esta línea al interior de la T-131 se encuentre coquizada.
- Para cada una de las líneas mencionadas con obstrucción se generó recomendación particular.

b. Valoración RAM: Ecopetrol cuenta con un mapa de riesgos corporativo que incluye 23 riesgos con impacto estratégico para la organización. La herramienta bandera para la valoración de riesgo en Ecopetrol es la Matriz de Análisis de Riesgo, RAM (por su sigla en inglés “Risk Assessment Matriz”). El riesgo es la posibilidad de que suceda algo que tendrá impacto en los objetivos. Se mide en términos de consecuencia y posibilidad de ocurrencia (VH: Muy Alto. H: Alto. M: Medio. L: Bajo. N: Ninguno).

Para el caso específico de la T-131, la valoración RAM obtenida es:

Personas: 0D – N, Económica: 4D – H , Ambiental: 1D – M, Imagen de la empresa: 3D - M.

c. Acciones recomendadas: Hacer limpieza e inspección general de la torre. Sacar de servicio, realizar proceso de descontaminación completo, abrir todos los Manholes exteriores y realizar limpieza interior mediante hidroblasting hasta lograr grado limpieza comercial del casco. Ejecutar las siguientes actividades por zonas:

i. ZONA DE GASOLEO LIVIANO:

- Abrir Mhs interiores de los 3 platos para permitir inspección del casco entre platos, En el retiro de los MHs se debe tener cuidado de no botar los elementos de sujeción ya que son de material Alloy 400 (Monel). Plano 933108-D0001 de KOCH GLITSCH.
- Hacer inspección del casco y determinar tiras de lining a cambiar. Programar para cambio de 25 ft² de lining de material ASTM B127 Monel 400 de 1/16". Instalar en tiras de máximo 6" ancho por 36" de largo. Soldar con electrodo Inconel 182.
- Retirar la malla demister y hacerle limpieza, tanto la malla como todos los elementos de sujeción son de Monel por tanto deben recuperar totalmente.
- Armar facilidad para inspección de la línea de cima desde el interior de la torre.
- Hacer prueba del colector de gasoleo liviano.

ii. ZONA DE DESTILADO LIVIANO (Lecho 1):

- Retirar el lecho #1 de malla flexipac 1.4Y (9 capas) y lavarlo.
- Hacer inspección del casco de la torre y determinar tiras de lining a cambiar. Programar el cambio de 10 ft² de lining en material lámina A-240 tipo ss316L de 1/16", tiras de 4" ancho x 36" largo, soldar con electrodo E308L.
- Tener disponible para cambio 20 tips de las boquillas aspersores, el código de esta referencia es ½" 120^a Female nozzle BETE FMP250W.

iii. ZONA DE DESTILADO MEDIO (Lecho 3)

- Retirar el lecho #3 de malla flexipac 250Y (10 capas) y lavarlo.

- Hacer inspección del casco de la torre y determinar tiras de lining a instalar. Programar 10 ft2 de lining en material lámina A-240 tipo ss316L de 1/16", soldar con electrodo E309Mo.
- Para la inspección interior se debe armar andamio en toda la zona una vez retirada la malla.
- Hacer prueba del distribuidor y del colector de destilado pesado.

iv. ZONA DE LECHOS 4 Y 5 (VAPOR HORNO):

- Retirar los lechos 4 y 5, hacer lavado de las capas retiradas. Igualmente se deben retirar los distribuidores y colectores de esta zona.
- Comprar y cambiar el lecho #5 referenciado como sigue: WASH SECTION Flexipac 250Y de 5 capas, DIAMETRO Interno del Vapor Horn 3810mm. Planos de referencia 933108-D000 KOCH GLITSCH
- Instalar facilidades para inspeccionar el casco en la zona del Vapor Horn y determinar tiras de lining a instalar. Programar 50 ft2 de lining en material lamina A-240 tipo ss316L de 1/16", soldar con electrodo E309Mo.
- Hacer limpieza mecánica a la soldadura de unión del Vapor Horn con el casco de la torre, posteriormente realizar PLP a esta soldadura.
- Hacer pruebas a los colectores de esta zona.

v. ZONA DE DESPOJO: PLATOS 22 AL 25.

- Hacer limpieza mecánica del casco en esta zona, Armar andamio y permitir la inspección.
- Programar reconstrucción de los cuatro platos de despojo que incluya soldadura y enderezado de las secciones de platos. Material A240 "Tp 316L de 1/8" de espesor. Soldadura electrodo E316L.
- Programar la instalación de 30 pies cuadrados de lining en material SS316L de 1/6", usando soldadura E309Mo y procedimiento NMG-W-014 de Ecopetrol.

- d. Facilidades de Inspección Exterior.
 - o Dar facilidades (andamio) para inspeccionar, exteriormente, el 100% de las boquillas de la torre, así:
 - i. Instalar andamios.
 - ii. Retirar aislamiento alrededor de cada boquilla, como mínimo 2" alrededor de cada una.
 - iii. Realizar limpieza interior y exterior y permitir inspección interior y exterior.
 - iv. Hacer RX en el casco de la torre en 10 de los sitios que fueron reparados en la inspección por los errores de ubicación de conexiones.
 - v. Finalizada la inspección, reponer el aislamiento. Material perlita expandida ASTM C610 tipo de 2 de 4" de espesor.
 - vi. Para la inspección de toda la torre debe considerarse un tiempo mínimo 96 horas contadas a partir de instalación de las facilidades.
- e. Controles de calidad requeridos:
 - o Los descritos durante la recomendación.
 - o El recibo de pruebas de colectores, distribuidores y verificación del armado de los lechos será avalado por el Ing. de Proceso.

6.2 DATOS RELEVANTES

- a. Actualmente la torre carga entre 8.000 y 12.000 Kbpd dependiendo del tipo de dieta que maneje el programa de carga.

- b. Presupuesto: la Gerencia General Refinería Barrancabermeja ha asignado el presupuesto vigencia 2009 para el mantenimiento de la T-131, sin incluir AIU (Administración, imprevistos y Utilidad) ni IVA (impuesto al valor agregado), que se describe en la tabla 1.

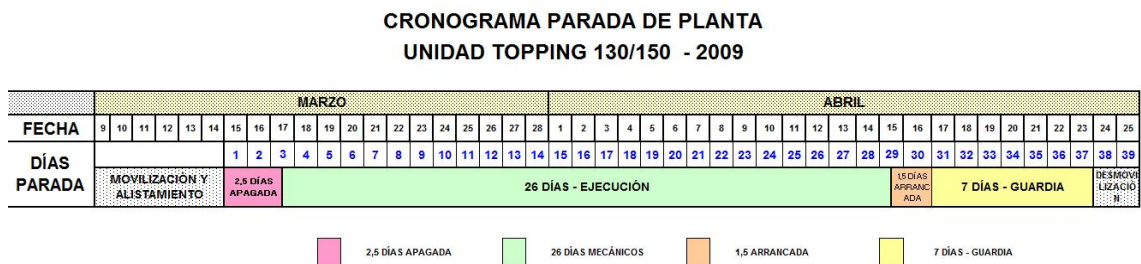
Tabla 1. Presupuesto para el mantenimiento de la Torre 131 vigencia 2009

PRESUPUESTO DE MANTENIMIENTO PARA LA TORRE 131	
MANO DE OBRA VESTIDAD (INCLUYE EQUIPOS Y HERRAMIENTA)	\$ 598.000.000
MATERIALES ESPECIALES A LARGO PLAZO	\$ 290.000.000
	\$ 888.000.000

Fuente. Ecopetrol S.A.

- c. Cronograma: La Gerencia General Refinería Barrancabermeja inicialmente tiene establecido el cronograma que se muestra en la figura 2.

Figura 2. Cronograma parada de planta Unidad de Destilación 130-2009



Fuente: Ecopetrol S.A.

6.3 ASPECTOS FUNDAMENTALES

Partiendo de los puntos mencionados anteriormente y con el fin de complementar y mejorar las fases 4 y 5 del procedimiento para el Gerenciamiento de las Paradas Generales de Planta Programadas (Turnarounds) en la GRB y las Paradas

Técnicas o Paradas Parciales Programadas (menor alcance que las Turnarounds) en la GRB, el Equipo Planificador debe tener en cuenta los siguientes ítems:

6.3.1 Para la elaboración del programa Detallado de Trabajo (PDT)

- Organigrama: para garantizar una excelente ejecución de los trabajos de mantenimiento se debe establecer las competencias y perfiles del equipo mínimo de trabajo. Se determinara el personal mínimo acorde a cada especialidad del mantenimiento, tales como los del organigrama.
- El equipo planificador deberá realizar la verificación del alcance de los trabajos de mantenimiento e Identificación de las actividades específicas a realizar.
- Cronograma de apagada, días mecánicos, arrancada y guardia: El personal planificador deberá solicitar y asegurar con operaciones la divulgación del proceso de apagada y descontaminación de la unidad, restricciones que se generan de dicho evento, tiempo requerido para el proceso, condiciones de entrega, fecha y hora de custodia de operaciones a mantenimiento del equipo a intervenir.

Verificar con operaciones si en el proceso apagado y descontaminación, existe algún requerimiento a mantenimiento, este se deberá tener en cuenta para incluirla en el proceso de planificación.

El planificador confirmara con el contratante, los tiempos entregados como días mecánicos, fecha y hora de inicio de los trabajos, así como la fecha y hora de culminación para los trabajos de mantenimiento y posterior entrega en custodia de mantenimiento a operaciones para dar inicio al proceso de arranque de la unidad y posterior guardia.

Como resultado de estos pasos, los tiempos resultantes deberán ser reflejados dentro del programa detallado de trabajo, así como los eventos claves y restricciones.

- Estructura de Descomposición del Trabajo o Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) (en inglés Work Breakdown Structure, WBS) la cual es una estructura exhaustiva, jerárquica y descendente de los elementos en los cuales se divide el alcance de la Parada, la cual puede ser elaborada en un software como Excel, Power Point, Project, Primavera etc. El equipo planificador deberá garantizar una adecuada estructura acorde a requerimientos de la parada. Los diferentes elementos en cada nivel de la EDT deben ser claramente definidos, medibles e independientes en su mismo nivel, para permitir su fácil control.
- Base de datos de información de mantenimiento: parte del éxito de una buena planificación esta en la calidad de la información recopilada (Planos, hoja de vida del equipo, procedimientos, instructivos, etc.), en el manejo y aprovechamiento que se le de a esta, adicionalmente la experiencia y dedicación de cada miembro del equipo planificador.

Para garantizar un buen proceso de planificación, el equipo planificador deberá recopilar y procesar toda la información necesaria y correspondiente, ya sea en medios físicos, magnéticos o a través de entrevistas al personal conocedor del equipo a intervenir.

- Tiempos de la tareas a ejecutar: se asignara el tiempo mas optimo para la realización de cada tarea con base en la información o historial de rendimiento de ejecución de dicha tarea.
- Secuencias lógica de actividades: Desarrollar diagramas de redes lógicas donde las actividades de la lista de trabajo tendrán predecesoras y sucesoras.

- El planificador de cada especialidad (Eléctrica, instrumentos, estático, etc.) deberá contemplar dentro del programa detallado de trabajo las actividades y tiempos de inspección y emisión de recomendaciones que realizara la empresa encargada.
- Horario de trabajo: Determinar la fuerza laboral requerida y la programación de turnos de acuerdo a los calendarios de trabajo. Los siguientes son ejemplos de los calendarios que se pueden utilizar durante la Planificación. (Tabla 2).

Tabla 2. Calendarios de trabajo para la elaboración de PDT

#	NOMBRE	DESCRIPCION
1	24 horas Off/On	Para trabajos de 24 horas corridas, apagadas, arrancadas, fraguados, etc.
2	Ejec 10h Diu/Noc	Turnos de 7 a.m. a 5 p.m. y 5 p.m. a 3 a.m. (contempla horas de no trabajo en el almuerzo, cena y cambios de turno)
3	Rx	RX de 3 a.m. a 5 a.m.

- Ruta crítica: El equipo planificador identificara dentro del programa detallado de trabajo la ruta crítica del mantenimiento (Actividades, duración, recursos, calendarios, secuencia lógica y tiempos flotantes). La ruta critica determinara el avance real de las obras y hace referencia aquellas actividades que poseen menor tiempo flotante.

Es necesario hacer énfasis y concentrar esfuerzos en la buena planificación de la ruta critica del mantenimiento y sin dejar en un segundo plano aquellas actividades que parecieran tener poca relevancia ya que estas podrían en el momento menos esperado afectar la duración de los días mecánicos.

Para medir el real avance de los trabajos se debe contemplar la elaboración de un cuadro de control de seguimiento de la ruta crítica.

- Target vs current: una vez definido el Programa detallado de trabajo se elaborara la línea base tanto para la ruta crítica como la totalidad del proyecto, y así realizar seguimiento durante la ejecución de los trabajos.
- Estimación de las reservas en tiempos, costos y beneficios: una vez determinada la duración, la Ruta Crítica y Costo del mantenimiento a ejecutar, se podrá realizar un análisis de reserva.

Los planificadores de mantenimiento pueden decidir agregar tiempo adicional, denominado reservas para contingencias, reservas de tiempo o colchón, al cronograma del mantenimiento, en reconocimiento al riesgo del cronograma. La reserva para contingencias puede ser un porcentaje de la duración estimada de la actividad, una cantidad fija de períodos laborables, o puede desarrollarse mediante el análisis cuantitativo de riesgos del cronograma. La reserva para contingencias puede utilizarse en forma total o parcial, o reducirse o eliminarse con posterioridad, a medida que se dispone de información mas precisa sobre el mantenimiento a realizar.

La reservas de tiempos y costos para la contingencia pueden analizarse utilizando software de calculo de reservas como Permasteer, Cristal ball, etc., la gerencia de mantenimiento podrá estimar las reservas de tiempos y costos para la contingencia.

- Cuadros de control de seguimiento: Para el monitoreo del avance de la parada se deben elaborar cuadros de control donde se indique el equipo y las principales actividades a ejecutar, identificando las fechas de inicio y terminación programadas y ejecutadas.

- Programación RIS (Sistema de Información de Refinería): El Planificador debe programar e incluir en el formato de RIS las actividades a ejecutar durante cada semana cuando los trabajos se realicen con planta en operación (Visitas de obra para el planificación de trabajos, etapa de alistamiento). Ver anexo 2 formatos RIS.

6.3.2 Para la elaboración del plan de aseguramiento y control de la calidad (QA/QC):

- Manual de calidad: El Manual de Calidad de una organización, es un documento donde se especifican la misión y visión de una empresa con respecto a la calidad así como la política de la calidad y los objetivos que apuntan al cumplimiento de dicha política. Además expone la estructura del Sistema de Gestión de la Calidad.

El Manual de la calidad incluye:

- El alcance del SGC (incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión).
- Los procedimientos documentados establecidos para el SGC (o referencia a los mismos).
- Una descripción de la interacción entre los procesos del SGC de la organización.
- Las actividades de la organización.
- La política de calidad y los objetivos a ella asociados.
- Una descripción de la organización (por ejemplo, estructura y organigramas, funciones y responsabilidades de las áreas de la empresa, relaciones internas y externas, formación, motivación y cualificación del personal).

- Cómo funciona la documentación y dónde debe dirigirse el personal para encontrar los procedimientos acerca de cómo hacer las cosas.
 - Revisiones y auditorías del Sistema.
 - Control de no conformidades y acciones de mejora.
 - Planificación y control de procesos.
 - Control de Equipos e Instalaciones.
- Plan de aseguramiento de calidad (QA): El equipo planificador deberá elaborar el plan de aseguramiento de calidad el cual incluye entre otros, los siguientes aspectos:
 - Matriz de responsabilidades: en la cual se define el grado de responsabilidad de cada funcionario de dirección para cada una de las actividades básicas de calidad del mantenimiento.
 - Los procedimientos o instructivos, acordes con la especialidad (Procesos, eléctrica, instrumentación, estática y civil) y alcance del mantenimiento de la T-131. Ver anexo 3 Formato modelo de un procedimiento.
 - Registro de calificación del procedimiento (PQR – Procedure Qualification records): Es el que avala la aptitud mecánica de la unión realizada, es por ello que debe estar acompañado por los resultados de los ensayos requeridos por el código (destructivos y no destructivos) y los informes de los laboratorios correspondientes. Debe cumplir con los requerimientos establecidos en el Código ASME Sección IX.
 - Especificación de procedimiento de soldadura (en inglés Welding Procedure Specifications - WPS). En este documento se relaciona las variables a considerar en la realización de una soldadura específica, determina la ejecución de las pruebas de calificación tanto de proceso y procedimiento como del operario de soldadura.
 - Registro de Calificación de Soldadores (en inglés Welding Performance Qualifications - WPQ): Este documento demuestra la habilidad manual del

soldador u operador para realizar la unión en producción. Debe contar con una vigencia no superior a seis meses. Debe cumplir con los requerimientos establecidos en el Código ASME Sección IX.

- Planos y esquemas del equipo y las zonas a intervenir: para evitar reprocesos se debe verificar la vigencia de estos documentos y determinar su viabilidad para el uso o la necesidad de actualización.
- Certificación y calificación de personal a participar en el mantenimiento: cuando las actividades requieren personal especializado deben presentar los certificados de aptitud y experiencia que lo acrediten. El planificador debe tener en cuenta la presentación y comprobación de estos documentos para evitar inconvenientes con el ingreso de personal, reprocesos en los trabajos, no conformidades y/o atrasos en el programa detallado de trabajo.
- Establecer un procedimiento de control de No-Conformidades que llegasen a presentarse durante el mantenimiento de la T-131.
- Definir el Formato Acciones Correctivas y Preventivas para dejar el registro de estas en las auditorias de calidad durante la parada, así como de las acciones a seguir y los responsables de la verificación de su cumplimiento y cierre de las mismas.
- Determinar los formatos para registro de las actividades críticas del mantenimiento (Protocolos) de la torre, los cuales evidencian la calidad de los trabajos y el recibo por parte del cliente. Se debe indicar la fecha, hora y responsable. Ver Anexo 4. Formato modelo de un protocolo.
- Certificados de calibración de equipos de medición: deben tener una vigencia no superior a un año y expedidos por un laboratorio o institución reconocidos a nivel nacional o internacional.
- Certificados de calidad de materiales y productos: debe ser vigentes y expedidos por los fabricantes de dichos materiales
- A partir de la recomendación emitida para realización de los trabajos, el equipo planificador deberá verificar y asegurar en conjunto con la empresa de inspección, los sitios, cantidades, niveles de limpieza y preparación de

superficies necesarios del componente a inspeccionar, de esta manera el mantenedor evitara reprocesos que puedan afectar los tiempos de la parada.

- Para la elaboración de todos los anteriores documentos se pueden tomar como referencia los procedimientos de Ecopetrol S.A., especificaciones técnicas, fichas técnicas, normas internacionales (ACI, ASME, ASTM, ANSI, NSR 98, NEMA, NFPA, WPS, PQR, ASME etc.).

6.3.3 Para la elaboración del plan integral de HSE (Incluye el Sistema de Aislamiento Seguro SAS):

- Plan de comunicaciones: Describe la forma y con quien deben establecerse canales de comunicación en el desarrollo de cada plan (Plan de Logística, Plan de Emergencias, El Plan de Reporte de Incidentes, El Plan de Salud Industrial) aplica para todo el personal que estará durante la Parada de la T-131, los planificadores deben asegurarse que el plan contenga:
 - Organigrama integrado de ECOPETROL, Interventoría, mantenedor y listado de radios de comunicación.
 - Canal de comunicaciones a implementar durante el desarrollo del Plan de Gestión Integral HSE.
 - Cronograma de reuniones a realizar durante la parada y el personal que debe asistir a la reunión sistemática Diaria de HSE.
 - Cadena de llamadas en caso de emergencia y/o evento.
 - Gestión Plan de Comunicaciones para asegurar su divulgación durante la ejecución.
 - Formatos a implementar para facilitar el Plan de Comunicaciones.
- Plan de manejo ambiental: El equipo planificador debe dirigir su esfuerzo para garantizar que la evaluación de aspectos e impactos ambientales, estén

orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de la obra o actividad. Además asegurar que se Incluyan los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono según la naturaleza de la obra o actividad.

- Plan de manejo de emergencias: Debe estar enfocado a la estrategia de mantenimiento, el equipo planificador deberá determinar una lista de chequeo, comprobación y aseguramiento del contenido del plan antes de ser divulgado. El plan de manejo de emergencia contempla los siguientes aspectos:
 - Procedimientos de rescate para trabajos en alturas y trabajos al interior de espacios confinados, los cuales deben ser particulares para cada escenario.
 - Disponibilidad de los elementos de rescate listados en cada uno de los planes de rescate.
 - Disponibilidad de guardias externos de espacio confinado.
 - Disponibilidad de extintores Tipo ABC cargados necesarios para desarrollar los trabajos en caliente de la Parada y mantenerlos disponibles cerca del área del trabajo.

- Plan de salud industrial: contempla los siguientes aspectos:
 - Actividades de medicina preventiva.
 - Actividades de medicina del trabajo.
 - Actividades de higiene y seguridad industrial.
 - Funcionamiento del comité paritario de salud Ocupacional de la empresa.

Uno de los apartes mas importantes de plan de salud industrial involucra el control de los resultados de los exámenes de ingreso para determinar que los trabajadores están aptos para realizar los trabajos, el equipo planificador

deberá determinar una lista de chequeo, comprobación y aseguramiento del contenido del plan antes de ser divulgado.

- Permisos de trabajo: Los paquetes de permisos de trabajo deben elaborarse para cada una de las actividades a realizar, el equipo planificador deberá determinar un lista de chequeo y comprobación para asegurar el contenido de los documentos, antes de ser entregados a operaciones para ser revisados y aprobados, de esta manera evitar reprocesos y perdidas de tiempo por las devoluciones al estar incompletos o falta de información.

Cada paquete debe contener los siguientes documentos:

- Formato de permisos de trabajo diligenciados.
 - Los certificados de apoyo que apliquen para el trabajo, diligenciados en las secciones correspondientes al ejecutor.
 - Análisis de Trabajo Seguro – ATS ó 3 Qué.
 - Plan de rescate.
 - Planes de izaje.
- Plan de Esquema SAS (Sistema de Aislamiento Seguro): Para garantizar un excelente sistema de aislamiento seguro en el equipo a intervenir, los planificadores en conjunto con operaciones deben asegurar una buena identificación de peligros, evaluación de los riesgos, selección del esquema de aislamiento mas adecuado, planificar y preparar el personal, herramientas y equipos a utilizar, posteriormente procederán a la instalación del aislamiento, se deben realizaran pruebas de monitoreo de la efectividad del aislamiento, drenaje, venteo lavado y purga.
 - Gestión de Incidentes y fallas de control: determinar el recurso de personal encargado de reportar, investigar y cerrar los incidentes y fallas de control que ocurran con motivo de las actividades.

- Especificaciones técnicas de los elementos de protección personal: Se debe elaborar un estudio de los elementos de Protección Personal requeridos por oficio y peligros particulares del área donde se lleven a cabo las actividades. De acuerdo con el estudio anterior, se realizara el suministro a los trabajadores de estos elementos de Protección Personal.

Se deben elaborar los registros de la entrega de elementos de protección personal a los trabajadores y del entrenamiento sobre el uso y mantenimiento de los mismos y así mismo los formatos de inspecciones periódicas para verificar el estado y el uso de los elementos de protección personal entregados.

La tabla 3 describe las especificaciones técnicas de los Elementos de protección personal mínimos requeridos para el desarrollo de las actividades durante las paradas:

Tabla 3. Elementos de EPP mínimos requeridos durante las paradas de planta.

PELIGRO	EPP	ESPECIFICACIÓN o NORMATIVA A CUMPLIR
Salpicadura de líquidos o material particulado no peligroso	Ropa de trabajo	De color verde, fabricada con tela de gramaje entre 7-8 oz/yd ² y con el estampe de la empresa.
Esquirlas calientes	Ropa de trabajo para soldadores	Camisa de color verde, fabricada con tela de gramaje entre 13-14 oz/yd ² . Pantalón de jean azul, fabricada con tela de gramaje entre 13-14 oz/yd ² .

PELIGRO	EPP	ESPECIFICACIÓN o NORMATIVA CUMPLIR A
Esquirlas calientes, superficies calientes	Capucha, mangas de carnaza, delantal de carnaza, polainas de carnaza y guantes de carnaza.	
Caída de objetos	Casco de seguridad	ANSI Z89.1
Material particulado o partículas proyectadas	Gafas de seguridad	ANSI Z87.1
	Monogafa de seguridad	ANSI Z87.1
Radiación ionizante, material particulado proyectado	Monogafa para soldadura autógena	ANSI Z87.1
	Anteojos para soldadura con lente No. 5	ANSI Z87.1
	Careta para soldar con porta vidrio levantable	ANSI Z87.1
Material particulado proyectado, posibles salpicaduras de sustancias químicas	Careta para esmerilar	ANSI Z87.1
Ruido	Tapones auditivos desechables	ANSI Z3.19
	Protector auditivo tipo copa	ANSI Z3.19 EN 352-3
Ruido que exceda los 110 dB(A)	Doble protección auditiva	ANSI Z3.19 EN 352-3
Cortaduras y Punzonamiento	Guantes de vaqueta	De buena calidad
Choque eléctrico	Guantes dieléctricos	IEC 903 De buena calidad
Caída de objetos y punzonamiento	Botas de seguridad	ANSI Z-41-4. Fabricadas en cuero graso o hidrofugado. No se admiten los tenis deportivos de seguridad.
Caída de objetos, punzonamiento y choque eléctrico	Botas de seguridad dieléctricas	ANSI Z-41-4. Fabricadas en cuero graso o hidrofugado. No se admiten los tenis deportivos de seguridad.

PELIGRO	EPP	ESPECIFICACIÓN o NORMATIVA A CUMPLIR
Esquirlas calientes	Botas de seguridad caña alta para soldadores	ANSI Z-41-4. Fabricadas en cuero graso o hidrofugado.
Trabajos de limpieza, contacto con lodos o sustancias químicas	Botas de caucho caña alta con puntera de acero	
Presencia de vapores orgánicos y gases ácidos y adicionalmente, material particulado	Respirador de media cara + cartucho químico para vapores orgánicos y gases ácidos + adaptador para prefiltro + prefiltro para material particulado, aprobación N95 o superior	NIOSH 42 CFR-84 El respirador de media cara debe ajustarse a la talla del trabajador (tallas S, M, L).
Presencia de vapores orgánicos y gases ácidos y adicionalmente, material particulado	Respirador de cara completa + cartucho químico para vapores orgánicos y gases ácidos + adaptador para prefiltro + prefiltro para material particulado, aprobación NIOSH N95.	NIOSH 42 CFR-84 El respirador de cara completa debe ajustarse a la talla del trabajador (tallas S, M, L). La máscara cara completa (full face) debe ser marca 3M o equivalente
Presencia de humos de soldadura	a) Respirador de media cara + prefiltro para material particulado, aprobación NIOSH N95. b) Respirador libre de mantenimiento de aplicación especial para trabajos de soldadura, aprobación NIOSH N95. Ejemplo: Ref. 8214 de 3M. <u>Se requiere garantizar la compatibilidad de la protección respiratoria de soldador con su protección visual.</u>	NIOSH 42 CFR-84 El respirador de media cara debe ajustarse a la talla del trabajador (tallas S, M, L).

PELIGRO	EPP	ESPECIFICACIÓN o NORMATIVA A CUMPLIR
Presencia de humos de soldadura y presencia de vapores orgánicos (CASO AROMÁTICOS)	a) Respirador de media cara + cartucho químico para vapores orgánicos y gases ácidos + adaptador para prefiltro + prefiltro para material particulado, aprobación NIOSH N95. <u>Se requiere garantizar la compatibilidad de la protección respiratoria de soldador con su protección visual.</u>	NIOSH 42 CFR-84 El respirador de media cara debe ajustarse a la talla del trabajador (tallas S, M, L).
Contacto con sustancias químicas como hidrocarburos, aceites, cáusticos, ácidos y solventes.	Guantes de nitrilo. Guantes de neopreno.	El guante debe ajustarse a la talla del trabajador.
Trabajo en alturas	Arnés de cuerpo completo.	ANSI Z359.1
	Línea de seguridad con absorbedor de choque para trabajos en alturas superiores a cinco metros	ANSI Z359.1
	Línea de seguridad para restricción de movimiento.	ANSI Z359.1
	Línea de seguridad con sistema retráctil para trabajos en alturas inferiores a cinco metros.	ANSI Z359.1 ANSI 10.14
	Líneas de vida vertical y horizontal de acuerdo al requerimiento.	ANSI Z359.1, ANSI A10.14
Trabajo en espacio confinado con posible contacto con material particulado peligroso	Traje de protección corporal para contacto con material particulado peligroso. Ej: Catalizador, coque, relleno de torres.	Tyvek® TY-120S
Trabajo en espacio confinado con posible contacto con líquido peligroso	Traje de protección corporal para contacto con líquidos peligrosos. Ej: Lodos, soda, ácido sulfúrico.	Tychem®QC QC120S

Nota 1: Los elementos descritos en el cuadro anterior deben tener la contramarca que certifique el cumplimiento de estándares internacionales (NIOSH /OSHA/ANSI y CEE).

Nota 2: Si el mantenedor al realizar el Análisis de Trabajo Seguro estima que se requiere algún otro tipo de Elemento de Protección Personal Especial que no se encuentre en la tabla anterior deberá suministrarlo a sus trabajadores.

Fuente: ECOPETROL S.A

- Especificaciones técnicas del equipo de suministro de aire respirable: Identificar los trabajos con presencia de atmósfera peligrosa que requieren la utilización de un equipo de suministro de aire respirable. Las características de este equipo deben acordarse en conjunto con el personal que participe en la elaboración del plan de rescate.
- Especificaciones técnicas de los elementos de rescate industriales: Determinar las actividades de alto riesgo a ejecutarse y conforme a esto establecer los elementos de rescate. En la tabla 4 figuran las especificaciones técnicas de algunos de los equipos de rescate industrial más comunes.

Tabla 4. Especificaciones Técnicas de los Elementos de Rescate.

ELEMENTO	USO OBLIGATORIO	NORMATIVA
Canastilla de rescate tipo cesta para espacio confinado.	Uso en procedimientos de rescate para trabajos en espacios confinados y en altura. La canastilla deberá ser manufacturada por un fabricante reconocido que cumpla estándares de calidad.	
Camilla de rescate para trabajos en altura.	Tabla rígida para transporte e inmovilización del paciente en las que se presumen lesiones óseas, especialmente traumatismos que comprometan la columna vertical. La tabla deberá ser manufacturada por un fabricante reconocido que cumpla estándares de calidad.	

ELEMENTO	USO OBLIGATORIO	NORMATIVA
Sistemas de Poleas	Deberá ser manufacturada por un fabricante reconocido que cumpla estándares de calidad. Cantidad: De acuerdo a lo establecido en los planes de rescate.	NFPA 1983
Cuerdas	Elementos necesarios para ensamblar los sistemas de poleas. Cantidad: De acuerdo a lo establecido en los planes de rescate.	NFPA 1983
Mosquetones	Deberá ser manufacturada por un fabricante reconocido que cumpla estándares de calidad. Cantidad: De acuerdo a lo establecido en los planes de rescate.	NFPA 1983
Escaleras metálicas	Elementos requeridos para las actividades en espacios confinados. Cantidad: De acuerdo a lo establecido en los planes de rescate.	

Fuente: ECOPETROL S.A

- Valoración y caracterización de riesgos asociados a los trabajos: A partir del Plan Detallado de Trabajo (PDT), el equipo planificador de HSE asignado desarrollará el proceso de valoración y caracterización de riesgos para cada uno de los trabajos a ejecutar durante la reparación.

Para esto se utiliza la matriz de valoración de riesgos (en ingles Risk Assessment Matriz - RAM). Esta es una herramienta para la evaluación cualitativa de los riesgos y facilita la clasificación de las amenazas a la salud, seguridad, medio ambiente, relación con clientes, bienes e imagen de la Empresa. Los ejes de la matriz según la definición de riesgo corresponden a las consecuencias y a la probabilidad.


Para determinar el nivel de las consecuencias se utiliza una escala de "0" a "5"; para evaluar la probabilidad se utiliza una escala de "A" a "E", basándose en la experiencia o evidencia histórica en que las consecuencias identificadas se han materializado dentro de la industria, la empresa o el área; representa la probabilidad de que se desencadenen las consecuencias potenciales o reales

estimadas, según el caso. El cruce de las dos escalas determina la evaluación y clasificación cualitativa del riesgo.

Para este caso de la RAM, estimar la probabilidad y las consecuencias no es una ciencia exacta. La estimación de la consecuencia se basa en la respuesta a “qué ocurrió” o “qué pudo o podrá ocurrir; mientras que la estimación de la probabilidad se basa en información histórica respecto de casos ocurridos anteriormente en similares condiciones, sabiendo que las circunstancias nunca son exactamente las mismas¹⁰.

En la tabla 5 se muestra la matriz de valoración de riesgos y en la tabla 6 se describe el análisis de los riesgos asociados a los trabajos.

Tabla 5. Matriz de valoración de Riesgos – RAM.

 DIRECCIÓN DE RESPONSABILIDAD INTEGRAL MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS - RAM					ECP-DRI-F-045					
					ACT: 2	1/1				
					31 de Marzo d e2008					
Para mayor información sobre el uso y manejo de este formato consulte instructivo ECP-DRI-I-007										
CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD					
Personas	Económica	Ambiental	Cientes	Imagen de la Empresa		A No ha ocurrido en la Industria	B Ha ocurrido en la Industria	C Ha ocurrido en la Empresa	D Sucede varias veces al año en la Empresa	E Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento
Una o mas fatalidades	Catastrofica > \$10M	Contaminación Irreparable	Veto como proveedor	Internacional	5	M ●	M ●	H ●	H ●	VH ●
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave \$1M a \$10M	Contaminación Mayor	Pérdida de participación en el mercado	Nacional	4	L ●	M ●	M ●	H ●	H ●
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo \$100k a \$1M	Contaminación Localizada	Pérdida de clientes y/o desabastecimiento	Regional	3	N ●	L ●	M ●	M ●	H ●
Lesión menor (sin incapacidad)	Importante \$10k a \$100k	Efecto Menor	Quejas y/o reclamos	Local	2	N ●	N ●	L ●	L ●	M ●
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$10k	Efecto Leve	Incumplir especificaciones	Interna	1	N ●	N ●	N ●	L ●	L ●
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	Ningún impacto	0	N ●	N ●	N ●	N ●	N ●

Fuente: ECOPETROL S.A.

¹⁰ Instructivo Uso de la Matriz de Valoración de Riesgos RAM ECP DRI-I-007 – ECOPETROL S.A. 31 de marzo de 2008

Tabla 6 Análisis de Riesgo.

Análisis de Riesgos

COLOR	RIESGO	TOMANDO DECISIONES	PARA EJECUTAR TRABAJOS
VH	Muy Alto	Intolerable.	Buscar alternativas. Si se decide hacer el trabajo, la alta dirección (Vicepresidente o Director) define el equipo para la elaboración del ATS y lo aprueba.
H	Alto	Deben buscarse alternativas que presenten menor riesgo. Si se decide realizar la actividad se requiere demostrar cómo se controla el riesgo y los cargos de niveles iguales o superiores a Gerente, Gerente General, Gerente de Negocio o Jefe de Unidad deben participar y aprobar la decisión.	Buscar alternativas. Si se decide hacer el trabajo, el Gerente, Gerente General, Gerente de Negocio, Jefe de Unidad o Jefe de Departamento del área involucrada nombra el equipo para elaborar ATS y lo aprueba.
M	Medio	No son suficientes los sistemas de control establecidos; se deben tomar medidas que controlen mejor el riesgo.	El coordinador nombra el equipo para elaborar ATS y lo aprueba.
L	Bajo	Se deben gestionar mejoras a los sistemas de control establecidos (procedimientos, listas de chequeo, responsabilidades, protocolos, etc.).	Efectuar Tres Ques: <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué puede salir mal o fallar? • ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle? • ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
N	Ninguno	Riesgo muy bajo, usar los sistemas de control y calidad establecidos (procedimientos, listas de chequeo, responsabilidades, protocolos, etc.)	

Fuente: ECOPETROL S.A.

Con el diligenciamiento completo del formato de valoración y caracterización de riesgos, se debe determinar la cantidad de permisos de trabajo (en frío, en caliente y eléctrico), SAS y certificados de apoyo a utilizar durante los trabajos a ejecutar.

- Análisis de riesgo: A partir del documento aprobado que contiene la valoración y caracterización de los trabajos a ejecutar se inicia el proceso de análisis de riesgo ya sea ATS o 3QUES según aplique.

Una ATS (análisis de trabajo seguro) es el procedimiento formalizado mediante el cual las personas involucradas en una tarea se unen para evaluar el trabajo, identificar los riesgos asociados y recomendar prácticas de trabajo seguro y medidas preventivas.

3QUES es una metodología para valoración de riesgos, que debe ser usado antes de la realización de un trabajo se basan en las siguientes tres preguntas:

- ¿Qué puede salir mal o falla?
- ¿Qué puede causar que algo salga mal o falle?
- ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?

6.3.4 Para la elaboración del plan de Logística, Infraestructura y Alistamiento.

- Logística de Baños: De acuerdo al área de ubicación de los trabajos y fuerza laboral estimada, se debe determinar la cantidad de los baños portátiles a utilizar o la adecuación de los baños estacionarios que se encuentra en la unidad.
- Comedores y alimentación: Conforme a la fuerza laboral estimada en el programa de trabajo, se debe determinar la ubicación estratégica de los comedores.
- Vestieres: Una vez estimada la fuerza laboral, se determina el área destinada para la instalación de los vestieres y la cantidad de carpas tipo pirámide a instalar.

- Radios de comunicación (para el personal de coordinación, supervisión y conductor): Para garantizar comunicaciones efectivas dentro de la refinería y el cumplimiento del plan de comunicaciones, se debe determinar los usuarios y la cantidad de radios a utilizar.
- Manejo de escombros, chatarra y basura: Como resultado del plan de manejo ambiental establecido, se debe determinar las áreas destinadas para la ubicación de los escombros, chatarra y basura. Así mismo deben establecerse las reglas para el manejo, transporte y control.
- Contemplar contratos de servicios para el suministro de consumibles (Gasolina, Diesel, argón, soldaduras entre otros) esto con el fin de garantizar el abastecimiento para el momento requerido.
- Iluminación y facilidades (Energía Eléctrica, vapor, aire, agua, etc.): Conforme a los trabajos a ejecutar, se determinan los recursos requeridos para garantizar los servicios que se necesiten para la ejecución de la obra.
- Agua Potable, hielo: Conforme a la fuerza laboral estimada, determinar los puntos de distribución de agua potable y de hielo dentro de la planta y específicamente en el área de los trabajos.
- Plan de evacuación. Identificar las rutas de evacuación y puntos de encuentro de las áreas donde desarrolle sus actividades
- Trailers de reuniones, oficinas administrativas y materiales: Determinar la viabilidad del uso de contenedores. Una vez realizado esto, establecer el área de ubicación y la cantidad de contenedores permitidos.

- Movilización para personal de dirección y de labores: Considerando las restricciones de movilización existentes dentro de la refinería, se debe determinar la cantidad de vehículos a utilizar tanto para el personal de dirección, como para el personal directo y para el transporte de herramientas menores.

- Adecuación de patios y talleres internos: Con la identificación de los trabajos a ejecutar, se debe identificar la necesidad de utilización de patios y talleres internos. Entre otros aspectos, se debe tener en cuenta las siguientes condiciones mínimas de seguridad:
 - Biombos para aislar áreas de soldadura y proyección de partículas.
 - Extintores de polvo químico seco en el taller mínimo tres.
 - Puestos de trabajo instalados en sitios estratégicos que permitan una distribución ordenada, con buena iluminación del área que permita realizar las tareas sin inconvenientes.
 - Para el equipo de oxicorte, los cilindros deben contar con su respectiva caperuza de protección de válvula, carretillas que garanticen una segura y correcta manipulación, cada equipo de oxicorte debe contar con sus respectivos atrapallamas.
 - Los cables eléctricos de los diferentes equipos deben estar en buenas condiciones para evitar cortocircuitos o lesiones al personal que los vaya a manipular.

- Listado de herramientas mínimas requeridas detallando cantidades y especificaciones de las mismas.

En la etapa de alistamiento se debe realizar una auditoria para verificar el estado, cantidades y especificaciones de las herramientas.

6.3.5 Para el proceso de aseguramiento y control de los repuestos y materiales

- El equipo planificador de materiales deberá identificar la mejor estrategia para realizar el proceso de adquisición y compra de aquellos materiales que pueden afectar los tiempos de la ruta crítica del mantenimiento, a través de la puesta oportuna de la orden donde se incluyan todas las especificaciones necesarias del repuesto o material a comprar. Las compras mencionadas en este ítem son a corto plazo y son las que se pueden realizar en esta fase de planificación detallada las compras a largo plazo para de materiales especiales se realizan en la fase 2 (definición del alcance) del Procedimiento para el Gerenciamiento de las Paradas Generales de Planta Programada (Turnaround)

- El almacenamiento de inventario se reducirá a un mínimo, con base en la criticidad del equipo, las consecuencias al negocio y la disponibilidad de contratos con suplidores externos.

- Verificación de cantidades y especificaciones vs recomendación: A partir del diagnóstico realizado, se debe revisar los materiales requeridos para que estos concuerden con las especificaciones técnicas. Entre los aspectos a tener en cuenta están:
 - Nombre del material.
 - Descripción del material.
 - Cantidad requerida.
 - Unidad de medida.
 - Existencias en bodega.
 - Existencias reservadas en bodega.
 - Material en transito.

- Material por salir.
 - Comprador
 - Cantidades de material por entrar.
 - Cantidades de material por comprar.
 - Numero de la orden de compra.
 - Fecha de la orden de compra.
 - Fecha de vencimiento para la entrega.
- Plan de Manejo de los materiales: Como resultado del plan de manejo de los materiales, se debe determinar las áreas destinadas para la ubicación de los materiales. Así mismo deben establecerse las reglas para el manejo, transporte y control.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales asegura que estos serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta.

Dentro del proceso de compras, inventario y almacenamiento, se debe crear y mantener un catalogo de materiales para asegurar la rápida y fácil ubicación y recuperación de un material requerido para la operación, a través de la información asociada a los materiales de inventario o catalogado.

6.3.6 Para el proceso de aseguramiento y control del presupuesto y costos.

- El planificador de costos deberá asegurar la elaboración del presupuesto detallado utilizando como mínimo una hoja de cálculo o un software especializado. este presupuesto debe estar ajustado a la estrategia de trabajo teniendo en cuenta las diferentes especialidades de mantenimiento (equipo estático, tuberías, mecánica, eléctrico e instrumentos, etc.), a si como también los presupuestos de las fases de planificación detallada y alistamiento.

- Asegurar la elaboración de curva de costos basada en la estrategia de mantenimiento para realizar seguimiento al flujo de caja.
- Confirmar y asegurar el proceso para hacer cumplir las formas de pago pactadas.
- Con base en la planificación detallada el mantenedor elaborara una tabla en Excel u otro programa con el presupuesto estimado donde incluya tanto presupuesto de gastos como de inversiones que debe tener la siguiente información básica:
 - Objeto del contrato.
 - Valor del contrato.
 - Valor de los Materiales de cargo directo.
 - Valor de los Materiales de Stock.
- Clarificar las bases para la aplicación de tarifas y estimativos de HH para la contratación de los trabajos adicionales que llegasen a resultar.
- Crear una base de datos de los costos actualizados de materiales para mantenimiento.
- Estimación de las reservas en costos: Los planificador de costos puede decidir agregar un presupuesto para contingencias. La reserva para contingencias puede utilizarse en forma total o parcial, o reducirse o eliminarse con posterioridad, a medida que se dispone de información mas precisa sobre el mantenimiento a realizar.

7. CONCLUSIONES

Para preparar y planificar efectivamente una parada, el alcance de los trabajos tiene que ser identificado y evaluado claramente.

La identificación de los alcances de una parada de planta, debe abarcar todos los aspectos del trabajo planificado, para un manejo eficaz y eficiente de la parada de planta.

Asignar bien de antemano, los recursos de la planificación, incorporación de personal idóneo, con experiencia en paradas de planta.

Una buena ejecución es el resultado de un excelente proceso planificación buena ingeniería, Materiales e insumos a tiempo, profundo conocimiento del trabajo a ejecutar y contar siempre con la información actualizada.

Se debe establecer una apropiada estructura de desglose de trabajo (EDT) con el fin de revisar que todos los aspectos de la parada estén considerados durante todo el proceso.

8. RECOMENDACIONES

Entre las acciones estratégicas para la optimización de los costos operacionales que se pueden implementar en la refinería producto de una adecuada planificación están:

- Crear cultura de control del presupuesto.
- Adoptar normas de aseguramiento de calidad.
- Reducir el tiempo de reparación de las unidades de proceso.
- Optimizar el mantenimiento día a día.
- Incrementar el ciclo de corridas de las unidades.
- Priorizar la asignación de los presupuestos de gastos.
- Hacer seguimiento a la adecuada utilización de los recursos.

Para medir los resultados obtenidos de la planeación de la Parada de Planta para el mantenimiento de la T-131, se recomienda establecer Indicadores Clave de desempeño para monitorear el desempeño e impulsar el mejoramiento.

Realizar la revisión de todas las reuniones para verificar el propósito u objeto, los asistentes, la duración y la frecuencia y así, discontinuar las reuniones que no agregan valor (en las que es difícil definir el propósito).

Para obtener mejores resultados del proceso de planificación, el alcance debe ser objeto de una revisión continua en cada una de las etapas del proceso de parada de planta, dado que las oportunidades de optimizar el mismo varían en el tiempo.

Finalizada la parada de planta se debe asegurar la realización de los talleres de lecciones aprendidas, para ir documentando nuevas experiencias y mejorar los procesos.

BIBLIOGRAFÍA

AMENDOLA, Luis. Optimización de Paradas de Plantas. [en línea]. <http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/optimparradasesp.htm> [citado en 28 de octubre de 2008].

ECOPETROL S.A. ¿Qué hacemos?. [en línea]. <<http://iris/contenido.aspx?catID=971&conID=48798>> [citado en 01 de noviembre de 2008].

ECOPETROL S.A. Departamento de Apoyo Técnico a la Producción Recomendación PIM-Z2-18238 PAO-22-F-002 Versión 01. Barrancabermeja:, ECOPEPETROL S.A., 2008.

ECOPETROL S.A. Departamento de Paradas de Planta. Procedimiento para el Auto Control del Proceso de Gestión de Turnaround en la GRB PPY-PPY-P-001 Versión 01. Barrancabermeja:, ECOPEPETROL S.A., 2006. 39 p.

ECOPETROL S.A. Dirección de Responsabilidad Integral. Instructivo Uso de la Matriz de Valoración de Riesgos RAM ECP-DRI-I2007 Versión 01. Bogotá D.E., ECOPEPETROL S.A., 2008. 13 p.

ECOPETROL S.A. Perspectiva histórica. [en línea]. <<http://www.ecopetrol.com.co/contenido.aspx?catID=32&conID=36271>> [citado en 30 de octubre de 2008].

ECOPETROL S.A. Son tareas y responsabilidades de este departamento. [en línea]. <<http://iris/contenido.aspx?catID=975&conID=48809&pagID=143196>> [citado en 01 de noviembre de 2008].

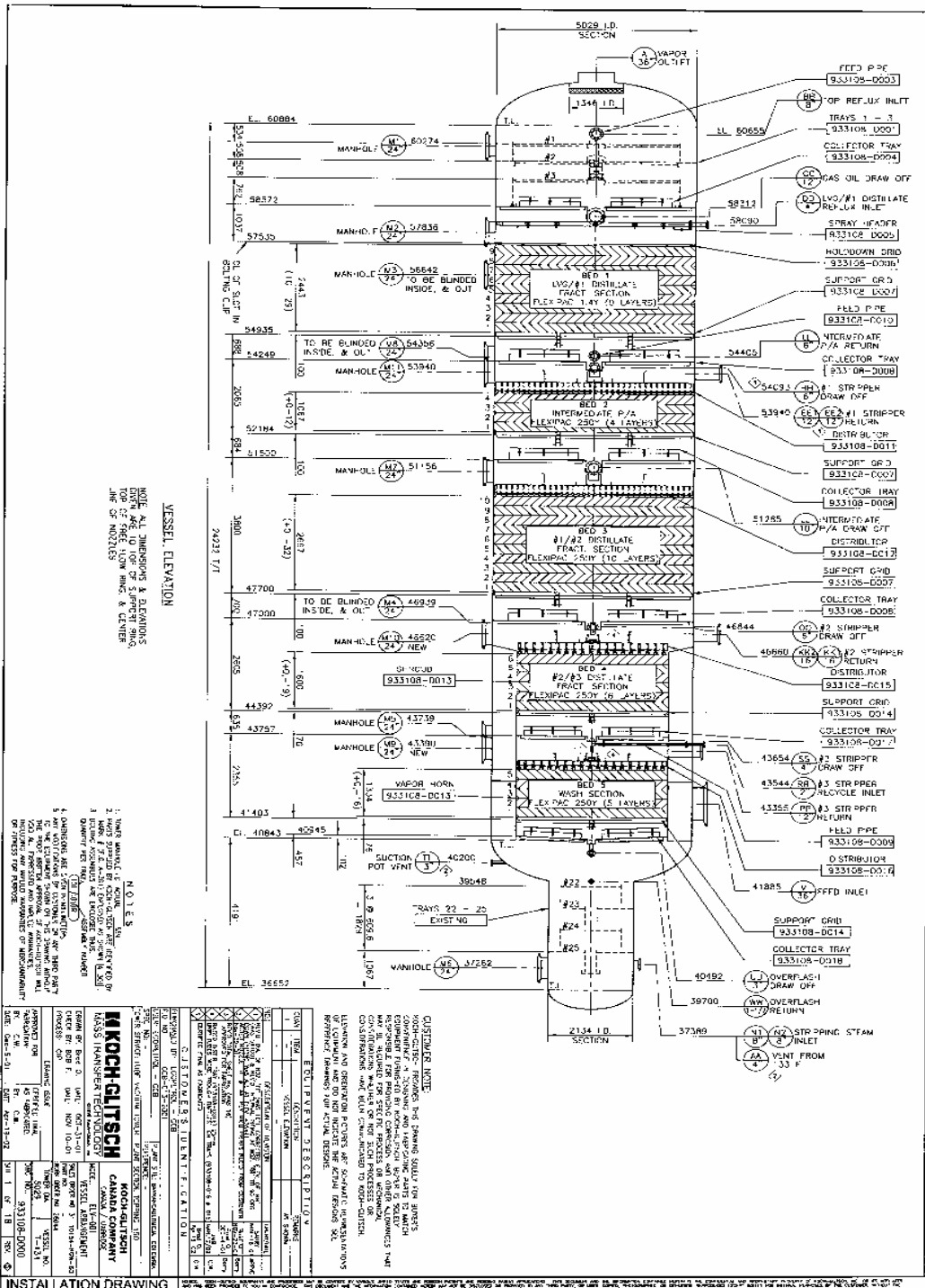
TAMAYO DOMÍNGUEZ, Carlos Mario. Organizaciones del mantenimiento: Gerencia del Mantenimiento. Material del Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga.: Edición Coordinación Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Fisco Mecánica, 2007. 79 p.

THOMAS, Chris. Paradas de plantas - un centro de negocios. [en línea]. <<http://www.espania-spain.com/cta/espanol/paperparadas-esp.htm#top>> [citado en 03 de noviembre de 2008].

VERA GARCÍA, Cesar Edmundo. Salud Ocupacional. Material del Posgrado en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga.: Edición Coordinación Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingeniería Fisco Mecánica, 2007. 202 p.

ANEXOS

Anexo A. Plano de la Unidad 130 y de la torre T-131



Anexo C. Formato modelo de un procedimiento

LOGO EMPRESA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO		PROCEDIMIENTO PRUEBA NEUMATICA		
		Código del Documento	VERSIÓN: ____	FECHA: _____
CLIENTE	ECOPETROL	PROYECTO:	Nombre del Proyecto	
CONTRATO N°:				

CONTROL DE CAMBIOS

NÚMERO VERSIÓN	FECHA REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO

ÁREA DE DISTRIBUCIÓN	
	()
	()
	()
	()
	()
	()

Elaboró:		Revisó:		Aprobó:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

LOGO EMPRESA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO		PROCEDIMIENTO PRUEBA NEUMATICA			
		Código del Documento	VERSIÓN: ____	FECHA: _____	Número de Páginas
CLIENTE	ECOPETROL	PROYECTO:	Nombre del Proyecto		
CONTRATO N°:					

1. OBJETIVO

El propósito del presente documento es establecer los pasos para realizar la prueba neumática, según se requiera y se especifique en las especificaciones técnicas del contrato o recomendación emitida durante la parada de mantenimiento.

2. alcance

Este procedimiento aplica a las actividades a realizar durante las pruebas neumáticas en componentes y equipos, además de trazar una directriz a tomar para el personal encargado de realizar estas actividades.

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Especificaciones técnicas de ECOPETROL S.A.
Código ASME Sección VIII Div. 1.

4. EQUIPO Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS

- ❖ Llaves Mixtas.
- ❖ Compresor o suministro de aire.
- ❖ Dispositivo para inyección de aire.
- ❖ Agua Jabonosa.

Elaboró:		Revisó:		Aprobó:	
Fecha:		Fecha:		Fecha:	

LOGO EMPRESA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO		PROCEDIMIENTO PRUEBA NEUMATICA			
		Código del Documento	VERSIÓN: ____	FECHA: _____	Número de Páginas
CLIENTE	ECOPETROL	PROYECTO:	Nombre del Proyecto		
CONTRATO N°:					

- ❖ Los trabajos de mantenimiento deben estar terminados en el componente y/o equipo.
- ❖ La presión de aire no debe ser mayor a 10 psi.
- ❖ Se debe utilizar dispositivo que tenga un regulador que controle la presión de prueba y un manómetro calibrado para verificarla.
- ❖ La verificación se debe realizar aplicando solución jabonosa la cual genera espumas si se presenta escapes por la juntas o soldaduras.

5.2 Ejecución de la Prueba Neumática

- ❖ Se conecta el dispositivo de suministro del aire a la facilidad o boquilla del componente o equipo.
- ❖ Se realiza la apertura a la válvula de suministro de aire a una presión máxima de 10 psi.
- ❖ Se aplica la solución jabonosa sobre las juntas o soldaduras del componente.
- ❖ Se verifica la sanidad del componente mediante inspección visual certificando la no presencia de espumas generadas por escapes de aire.
- ❖ Se corta el suministro de aire y se realiza la limpieza al componente

5. REGISTROS

- ✓ Registro de prueba de presión neumática
- ✓ Registro de NO CONFORMIDADES y procedimiento correctivo

ANEXO D. Formato Modelo de un Protocolo

LOGO EMPRESA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO	ECOPEPETROL S.A. MANTENIMIENTO TORRE PARADA PLANTA U-130 / U-150	CODIGO DEL DOCUMENTO Estado de Revisión: EQUIPO: TORRE T-131		
ENTREGA DE CUSTODIA A MANTENIMIENTO				
<input type="checkbox"/> Certificación de andamios <input type="checkbox"/> Instalación de ciegos que no intervienen en el lavado				
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
INTERVENTORIA ECOPEPETROL				
EL MANTENEDOR				
LAVADO QUIMICO				
<input type="checkbox"/> Prefabricar facilidades para el lavado <input type="checkbox"/> Realizar lavado operacional (Ecopetrol)				
<input type="checkbox"/> Conexión de facilidades 				
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
PTB PROCESOS/ATP				
INTERVENTORIA ECOPEPETROL				
DESCONECTAR Y RETIRAR FACILIDADES DE LAVADO				
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
PTB PROCESOS / ATP				
INTERVENTORIA ECOPEPETROL				
ABRIR MANHOLES EXTERIORES				
<input type="checkbox"/> Instalar ciegos para abrir equipo <input type="checkbox"/> Limpieza interior con Hidroblasting				
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
PTB INSPECCION				
INTERVENTORIA ECOPEPETROL				
ZONA GASOLEO LIVIANO				
<input type="checkbox"/> Retirar Malla Demister <input type="checkbox"/> Hacer Limpieza para Inspección				
<input type="checkbox"/> Cambio 25 ft2 lining <input type="checkbox"/> Prueba linnig				
<input type="checkbox"/> Ejecutar recomendación <input type="checkbox"/> Probar colector				
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
PTB INSPECCION				
INTERVENTORIA ECOPEPETROL				
ZONA DESTILADO LIVIANO (Lecho 1)				
<input type="checkbox"/> Retiro y lavado lecho # 1 <input type="checkbox"/> Hacer Limpieza interna para Inspección				
<input type="checkbox"/> Cambio 10 ft2 lining <input type="checkbox"/> Prueba linnig				
<input type="checkbox"/> Ejecutar recomendación <input type="checkbox"/> Prueba colector				
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
PTB INSPECCION				
INTERVENTORIA ECOPEPETROL				
ZONA DE DESTILADO MEDIO (Lecho 3)				
<input type="checkbox"/> Retiro y lavado lecho # 3 <input type="checkbox"/> Hacer Limpieza interna para Inspección				
<input type="checkbox"/> Cambio 10 ft2 lining <input type="checkbox"/> Prueba linnig				
<input type="checkbox"/> Ejecutar recomendación <input type="checkbox"/> Prueba de distribuidor y de colector				
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
PTB INSPECCION				
INTERVENTORIA ECOPEPETROL				
ZONA DE LECHOS 4 Y 5 (VAPOR HORN)				
<input type="checkbox"/> Retiro/lavado lecho # 4 y 5, retiro distribuidores y colectores de esta zona <input type="checkbox"/> Hacer Limpieza interna para Inspección				
<input type="checkbox"/> Cambio 50 ft2 lining <input type="checkbox"/> Prueba linnig				
<input type="checkbox"/> Limpieza mecanica soldadura de unión de Vapor Horn con el casco de la torre <input type="checkbox"/> Realizar PLP a soldadura				
<input type="checkbox"/> Ejecutar recomendación <input type="checkbox"/> Cambio lecho No.5 y Prueba a colectores				
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
PTB INSPECCION				
INTERVENTORIA ECOPEPETROL				

COPIA CONTROLADA

LOGO EMPRESA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO	ECOPETROL S.A.		CODIGO DEL DOCUMENTO	
	MANTENIMIENTO TORRE		Estado de Revisión:	
	PARADA PLANTA U-130 / U-150		EQUIPO: TORRE T-131	
ZONA DE DESPOJO: PLATOS 22 AL 25				
<input type="checkbox"/>	Hacer Limpieza mecánica para Inspección	<input type="checkbox"/>	Reconstrucción y enderezado de las secciones de los 4 platos de la zona	
<input type="checkbox"/>	Cambio 30 ft2 lining	<input type="checkbox"/>	Prueba linnig	
<input type="checkbox"/>	Ejecutar recomendación	<input type="checkbox"/>		
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
PTB INSPECCION				
INTERVENTORIA ECOPETROL				
FACILIDADES INSPECCION EXTERIOR				
<input type="checkbox"/>	Facilidades para inspeccionar 100% de boquillas	<input type="checkbox"/>	Retirar aislamiento alrededor de cada boquilla	
<input type="checkbox"/>	Limpieza interior y exterior para inspección	<input type="checkbox"/>	Hacer Rx en 10 sitios conexiones erradas	
<input type="checkbox"/>	Ejecutar recomendación	<input type="checkbox"/>	Instalar aislamiento	
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
PTB INSPECCION				
INTERVENTORIA ECOPETROL				
CERRAR MANHOLES EXTERNOS				
<input type="checkbox"/>	Vo Bo Limpieza	<input type="checkbox"/>	Area de sello de brida y torque de esparragos	
<input type="checkbox"/>	Instalación adecuada de sellos y empaques en manholes			
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
INTERVENTORIA ECOPETROL				
Vo. Bo. AJUSTE DE JUNTAS BRIDAS				
<input type="checkbox"/>	Control de sello	<input type="checkbox"/>	Control de ajuste en caliente	
<input type="checkbox"/>	Control de ajuste			
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
INTERVENTORIA ECOPETROL				
Vo. Bo. AJUSTE DE JUNTAS BRIDAS ANEXAS AL EQUIPO				
<input type="checkbox"/>	Control de sello	<input type="checkbox"/>	Control de ajuste en caliente	
<input type="checkbox"/>	Control de ajuste			
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
INTERVENTORIA ECOPETROL				
ENTREGA DE CUSTODIA A OPERACIONES				
<input type="checkbox"/>	Limpieza / Instalación Drenajes y Venteos	<input type="checkbox"/>	Desarmar andamios	
<input type="checkbox"/>	Especificaciones e Instalación de Empaques en Bridas	<input type="checkbox"/>	Especificaciones e Instalación de Pernos en Bridas	
<input type="checkbox"/>	Retiro de ciegos			
REVISADO POR:	FECHA	HORA	NOMBRE	FIRMA
OPERACIONES				
INTERVENTORIA ECOPETROL				
CONTRATISTA				
Reportar aquí información útil para la historia del equipo y para posterior análisis técnico y operacional:				

COPIA CONTROLADA