

**MODELO DE GESTION DE COSTOS PARA PARADAS DE PLANTA CASO  
ESTUDIO: “PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II  
2015”**

**CESAR LEANDRO HERNANDEZ ARCINIEGAS  
EDISSON RUIZ SANTAMARIA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EN EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA  
2016**

**MODELO DE GESTION DE COSTOS PARA PARADAS DE PLANTA CASO  
ESTUDIO: “PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II  
2015”**

**CESAR LEANDRO HERNANDEZ  
EDISSON RUIZ SANTAMARIA**

**Trabajo de Monografía presentado como requisito para optar al título de  
Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos**

**Director:  
JORGE ENRIQUE MENESES  
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO – MECANICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESPECIALIZACION EN EVALUACION Y GERENCIA DE PROYECTOS  
BUCARAMANGA**

**2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean expresar sus más sinceros agradecimientos:

A Jorge Enrique Meneses, Docente de Posgrados de la UIS y directos de proyectos por sus aportes y sugerencias.

A Ecopetrol SA, en Cabeza del Ingeniero Alfonso Lafont Pedraza, por su confianza y la oportunidad de desarrollar este proyecto de grado.

Al grupo de paradas de planta de la Refinería de Barrancabermeja por toda la colaboración prestada.

Y a todas las personas que hicieron posible la realización de esta monografía.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION .....	25
1. OBJETIVOS.....	27
1.1. OBJETIVO GENERAL .....	27
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	27
2. ANTECEDENTES.....	28
3. DEFINICION DEL PROBLEMA .....	33
3.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	34
4. DEFINICION DEL MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA.....	37
5. FASES DE MANTENIMIENTO DE UNA PARADA DE PLANTA .....	39
5.1 FASE PLANEACIÓN A LARGO PLAZO.....	39
5.2 FASE DEFINICIÓN DE ALCANCE.....	40
5.3 FASE GESTIÓN PRECONTRACTUAL.....	41
5.4 FASE PLANEACIÓN DETALLADA.....	42
5.5 FASE DE ALISTAMIENTO.....	43
5.6 FASE DE EJECUCIÓN.....	43
5.7 FASE DE CIERRE.....	44
6. DESARROLLO DEL MODELO DE GESTION DE COSTOS DE UNA PARADA DE PLANTA.....	46
6.1 MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE PLANEACIÓN DE LARGO PLAZO.....	46
6.1.1 Economía y estrategia del Negocio o Unidad Operativa.....	47

6.1.2	Confiabilidad mecánica y operativa de la unidad .....	47
6.1.3	Recomendaciones técnicas posteriores. ....	48
6.1.4	Conceptos Financieros. ....	48
6.1.5	Talleres de cuestionamiento .....	48
6.1.6	Sesiones/ reuniones de trabajo.....	49
6.1.7	Caso de Negocio. ....	49
6.1.8	Premisas de la parada de planta. ....	49
6.1.9	Creación de centro de costos. ....	49
6.1.10	Presupuesto +/- 50%. ....	49
6.1.11	Riesgos de alto Nivel .....	49
6.1.12	Designación del Equipo de la parada. ....	50
6.2	MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE DEFINICIÓN DE ALCANCE.....	50
6.2.1	Premisas de la parada de planta. ....	51
6.2.2.	Caso de Negocio. ....	51
6.2.3	Recomendaciones técnicas de trabajos a ejecutar.....	51
6.2.4	Presupuesto (+/- 50%).....	52
6.2.5	Designación del Equipo de la parada. ....	52
6.2.6	Taller de cuestionamiento. ....	52
6.2.7	Software de mantenimiento .....	52
6.2.8	Priorización de beneficio costo. ....	52
6.2.9	Talleres de riesgo .....	52
6.2.10	WBS Listado de trabajos a ejecutar.....	52
6.2.11	Generaciones de OT (Ordenes de mantenimiento). ....	53
6.2.12	Solicitudes de materiales. ....	53
6.2.13	Especificaciones técnicas de contratos y subcontratos. ....	53
6.2.14	Presupuesto de contratos, subcontratos, materiales (\$P) (+/-30%).....	53
6.3	MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE GESTIÓN PRECONTRACTUAL.....	53
6.3.1	Presupuesto de contratos, subcontratos, materiales (\$P) (+/-30%).....	54

6.3.2 Especificaciones Técnicas de contratos y subcontratos .....	54
6.3.3 Premisas de la parada de planta. ....	54
6.3.4 Caso de Negocio. ....	55
6.3.5 Acuerdos de precios. ....	55
6.3.6 Contratos Marco o Existentes .....	55
6.3.7 Sondeos de Mercado.....	55
6.3.8 Técnicas de Negociación.....	55
6.3.9 Procesos de contratación.....	55
6.3.10 Estrategia y plan de contratación y compras. ....	55
6.3.11 O.C de compras de materiales. ....	55
6.3.12 Contratos, subcontratos y Órdenes de servicio. ....	56
6.4 MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE PLANEACIÓN DETALLADA.....	56
6.4.1 Contratos, subcontratos y Órdenes de servicio. ....	57
6.4.2 Especificaciones Técnica de contratos y sub-contratos.....	57
6.4.3 Listado de Órdenes de trabajo OT.....	57
6.4.4 Información de Técnicas de los trabajos a ejecutar. ....	57
6.4.5 Premisas de la parada de planta. ....	57
6.4.6. Software de planeación y programación .....	57
6.4.7 Talleres de FAT RAT. ....	57
6.4.8 Talleres de Riegos. ....	57
6.4.9 Cronograma de trabajo Aprobado (PDT). ....	58
6.4.10 Distribución de Costos para cada OT, contratos y materiales. ....	58
6.4.11 Histogramas de recursos. ....	58
6.5 GESTIÓN DE LOS COSTOS EN LA FASE DE ALISTAMIENTO.....	58
6.5.1 Cronograma de trabajo Aprobado (PDT). ....	59
6.5.2 Distribución de Costos para cada OT, contratos y materiales .....	59
6.5.3 Histogramas de recursos. ....	59
6.5.4 Especificaciones Técnica de contratos y sub-contratos.....	59
6.5.5 Premisas de la parada de planta. ....	60

6.5.6 Software de planeación y programación.....	60
6.5.7 Taller de alistamiento.....	60
6.5.8 Curva S de Costos Planeada.....	60
6.5.9 ECG - Estructura de control y Gestión.....	61
6.6 GESTIÓN DE LOS COSTOS EN LA FASE DE EJECUCIÓN.....	61
6.6.1 Curva S de Costos Planeada.....	62
6.6.2 ECG - Estructura de control y Gestión.....	62
6.6.3 Especificaciones técnicas de contratos y sub-contratos.....	63
6.6.4 Cronograma de trabajo Aprobado (PDT).....	63
6.6.5 Trabajos emergentes.....	63
6.6.6 Premisas de la parada de planta.....	63
6.6.7 Software de planeación y programación.....	63
6.6.8 Métricas de seguimiento y control.....	63
6.6.9 Reportes de avance de obra y costos.....	63
6.6.10 Trabajos emergentes aprobados o rechazados.....	64
6.6.11 Pagos parciales.....	64
6.6.12 Recibo a satisfacción de los trabajos programados.....	64
6.7 MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE CIERRE.....	64
6.7.1 Recibo a satisfacción de los trabajos programados.....	65
6.7.2 Reportes de avance de obra y costos.....	65
6.7.3 Trabajos emergentes aprobados o rechazados.....	65
6.7.4 Dossier de la parada de planta.....	65
6.7.5 Sesiones de trabajo.....	66
6.7.6 Talleres de cuestionamiento.....	66
6.7.7 Liquidación de contratos, subcontratos y órdenes de servicio.....	66
6.7.8 Lecciones aprendidas.....	66
6.7.9 Recomendaciones técnicas posteriores.....	66
6.7.10 Gestión del presupuesto de compras de amplios plazos.....	67
8 CASO DE NEGOCIO.....	68

8.1 MODELO FINANCIERO .....	73
8.2 BALANCES.....	74
8.3 INGRESOS.....	75
8.4 COSTOS.....	76
8.5 CAPEX.....	76
8.6 DEPRECIACIONES.....	77
8.7 RESULTADOS.....	77
9 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO DE LA PARADA DE PLANTA EN LA FASE DE PLANEACION DETALLADA.....	79
9.1 RECURSOS REQUERIDOS PARA UNA PARADA DE PLANTA.....	79
9.2 COMPONENTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO.....	82
9.3 PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACION DE LAS HH DIRECTAS .....	83
9.4 PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACION DE LAS HH INDIRECTAS.....	87
9.5 PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS .....	89
9.6 SERVICIOS ESPECIALIZADOS.....	90
9.7 PRESUPUESTO TOTAL .....	90
9.8 ESTRUCTURA GENERAL DE COSTOS.....	91
9.9 DISTRIBUCIÓN DEL VALOR PRESUPUESTADO POR EQUIPO Y/O FASE.....	92
9.10 CURVA S DE COSTOS.....	96
10 PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PRESUPUESTO EN LA FASE DE ALISTAMIENTO, EJECUCION Y CIERRE DE LA PARADA DE PLANTA.....	100
10.1 MONITOREO DE LOS RECURSOS.....	100
10.2 AVANCE DE OBRA.....	100
10.3 MÉTRICAS A EVALUAR.....	100
10.4 RESULTADOS SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	101

10.5 PROGRAMACION GANADA .....	103
10.5.1 Calculo de Programación Ganada (ES) .....	105
10.5.2 Aplicación del concepto de Programación Ganada (ES) a los días mecánicos parada de planta VSKII.....	107
10.6 REGISTRO FOTOGRÁFICO – EJECUCIÓN DE LA PARADA DE PLANTA.....	108
11. CONCLUSIONES.....	110
12. RECOMENDACIONES.....	111
BIBLIOGRAFIA.....	112
ANEXOS.....	115

## LISTA DE GRAFICAS

	<b>Pág.</b>
Grafica 1. Costos por reclamaciones y sobre ejecución .....	29
Grafica 2. Espina de pescado Sobre costos en las paradas de planta. ....	30
Grafica 3. Procesos de una parada de planta.....	38
Grafica 4. Disponibilidad operacional Vs costos de mantenimiento.....	68
Grafica 5. Escenarios de costos de mantenimiento Vs VPN de la unidad de VBR II. ....	70
Grafica 6. Escenarios de Disponibilidad Operacional Vs VPN de Unidad VBR II ...	71
Grafica 7. Curva S de avance físico – Línea Base.....	98
Grafica 8. Curva S de costo parada de planta VSK II.....	98
Grafica 9. Resultados del Seguimiento y Control (VP, EV, AC).....	102
Grafica 10. Definición grafica de la programación ganada (ES). ....	104
Grafica 11. Calculó de la programación ganada (ES).....	105

## LISTADO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Caracterización de las Paradas de Planta .....	37
Tabla 2. Planeación típica HH directas para un intercambiador de calor.....	85
Tabla 3. Costo distribuido a cada TAG recurso directo y supervisión directa e indirecta .....	93
Tabla 4. Costo distribuido Equipos directos y transversales para cada TAG.....	94
Tabla 5. Costo distribuido de los servicios especializados a cada TAG. ....	95
Tabla 6. Costo distribuido a cada TAG totales.....	96
Tabla 7. Valor presupuestado para cada fase de la parada de planta.....	97
Tabla 8. Métricas de seguimiento y control.....	101
Tabla 9. Métricas fase días mecánicos (DM) 1 al 4 .....	102
Tabla 10. Métricas fase días mecánicos (DM) 5 al 8 .....	103
Tabla 11. Métricas fase días mecánicos (DM) 9 al 12 .....	103
Tabla 12. Calculo de Programación ganada Días mecánicos DM 1 al 4 .....	107
Tabla 13. Calculo de Programación ganada Días mecánicos DM 5 al 8. ....	107
Tabla 14. Calculo de Programación ganada Días mecánicos DM 9 al 12. ....	108

## LISTADO DE IMÁGENES

	<b>Pág.</b>
Imagen 1. Modelo de gestión de costos fase 1 planeación a largo plazo. ....	47
Imagen 2. Modelo de gestión de costos fase 2 definición de alcance. ....	51
Imagen 3. Modelo de gestión de costos en la fase 3 de gestión precontractual ....	54
Imagen 4. Modelo de gestión de costos fase 4 de planeación detallada .....	56
Imagen 5. Modelo de gestión de costos fase 5 alistamiento.....	59
Imagen 6. Modelo de gestión de costo de la fase 6 ejecución.....	62
Imagen 7. Modelo de gestión de fase 7 cierre. ....	65
Imagen 8. Modelo financiero / Caso de negocio. ....	73
Imagen 9. Balance / Caso de negocio. ....	74
Imagen 10. Ingreso / Caso de negocio. ....	75
Imagen 11. Costos / Caso de negocio. ....	76
Imagen 12. Capex / Caso de negocio.....	76
Imagen 13. Depreciaciones / Caso de negocio.....	77
Imagen 14. Resultados / Caso de negocio .....	77
Imagen 15. Desarme de Intercambiador.....	84
Imagen 16. Presupuesto mano de obra directa .....	86
Imagen 17. Presupuesto mano de obra indirecta. ....	88
Imagen 18. Presupuesto equipos y herramientas.....	89
Imagen 19. Presupuesto recurso especializado. ....	90
Imagen 20. Presupuesto General. ....	91
Imagen 21. Estructura de costos - Presupuesto .....	92
Imagen 22. Formulación para el cálculo del valor X en programación ganada (ES).....	106
Imagen 23. Formula de programación ganada (ES) .....	106

## LISTADO DE FOTOS

	<b>Pág.</b>
Foto 1. Intercambiador de calor E2808 – Refinería Barrancabermeja – Ecopetrol S.A.....	84
Foto 2. Limpieza a serpentines de Horno H2801 A/B.....	108
Foto 3. Proceso de Vaporizado Intercambiadores VSKII.....	109
Foto 4. Retiro de haces de tubos.....	109

## LISTADO DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. MODELO DE GESTION DE COSTOS EN PARADAS DE PLANTA..	115
ANEXO B CASO DE NEGOCIO .....	117
ANEXO C. PROCESO PARA LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO Y SEGUIMIETNO Y CONTROL CAPITULO 9 Y 10.....	119

## GLOSARIO

Alcance Congelado

Trabajos a ejecutar definidos después de haber realizado el taller de cuestionamiento.

Confiabilidad Mecánica

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación.

Confiabilidad operativa

Es la confianza que se tiene en la unidad de mantener la operación de acuerdo a condiciones de diseño de operación durante el tiempo establecido como ciclo de corrida de la unidad, en otras palabras que la unidad opere en condiciones de estándar por el tiempo establecido hasta su intervención de parada de planta.

CORE TEAM

Equipo nombrado por parte de la gerencia para el gerenciamiento de la parada de planta.

Factor J

Es una medida de la cantidad de reducción de riesgo por dinero invertido.  $J = (\text{riesgo original} - \text{nuevo riesgo}) / \text{costo de realizar las alternativas}$ . Factores  $J > 1$  suponen que los ahorros esperados mediante la implementación de una alternativa son mayores que el costo de la implementación,

generalmente es un buen negocio implementar la alternativa. Factores  $J < 1$  suponen que está gastando más para evitar la avería de lo que serían las pérdidas esperadas “no lo haga”.

GRB	Abreviatura Gerencia General Barrancabermeja.
HH	Abreviatura horas hombre
HM	Abreviatura horas maquina
HSE	Sigla en inglés de Salud, seguridad y medio ambiente. Capacidad de operar bajo condiciones establecidas; sin riesgo de fallas de los equipos y sistemas de ocasionen afectación a las personas, emanaciones o vertimientos al medio ambiente o destrucción de los activos físico.
Integridad Mecánica	
Matriz RAM	Es una herramienta para evaluación cualitativa de riesgos.
Paquete de trabajo	Entregable producto de la planeación que contiene, listado de actividades, duraciones, recursos utilizados, materiales y herramientas
Planeador	Persona dedicada a la definición de actividades, cuantificación de duraciones, estimación de recursos humanos-técnicos para la ejecución de un trabajo.
RBI	Siglas en ingles inspección basada en riesgo. Es una metodología que identifica y evalúa afectación a la integridad de equipos

	<p>industriales a presión o estructurales. Trata los riesgos que pueden ser controlados mediante inspección, generando estrategias, de qué, cómo y cuándo inspeccionar.</p> <p>Siglas en ingles de análisis de causa raíz. Metodología para solucionar problemas hallando de manera sistemática y estructurada las causas que lo generaron</p>
RCA	<p>Siglas en ingles de mantenimiento centrado en confiabilidad. Es una metodología para la implementación de un plan de mantenimiento que basa sus análisis en las fallas de los equipos y o instalaciones.</p>
RCM	<p>Son las solicitudes emitidas por las diferentes coordinaciones técnicas una vez terminada la parada de planta y como producto de la inspección realizada en la unidad.</p>
Recomendaciones posteriores	
T/A	<p>Parada General de Planta Programada (abreviatura de „Turnaround“ o „Shutdown“).</p>
TAG	<p>Referencia a un equipo capital.</p>
Taller de cuestionamiento	<p>Herramienta utilizada para definir el costo beneficio que tiene la ejecución o no de un trabajo para ser incluido en el alcance de una parada de planta.</p>
Turnaround	<p>Es el término utilizado para describir un método sistemático de administrar la reparación y sostenimiento de los activos de la compañía con el fin de efectuar o de</p>

obtener beneficios comerciales de una manera controlada. Una Turnaround opera típicamente con restricciones de tiempo, costo y alcance.

VSKII

Abreviatura Unidad Viscorreductora II

WBS

Work Breakdown Structure en español  
estructura de desgloce de trabajo.

## RESUMEN

**TÍTULO:** “MODELO DE GESTION DE COSTOS PARA PARADAS DE PLANTA CASO ESTUDIO: “PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II 2015”\*

**AUTORES:** Cesar Leandro Hernández Arciniegas. Edison Ruiz Santamaría \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Gestión, Costos, Modelo, Estandarizado, Proceso

### DESCRIPCIÓN:

Esta Monografía tiene como finalidad desarrollar un modelo de gestión de costos para las paradas de planta de la refinería de Ecopetrol S.A ubicada en la ciudad de Barrancabermeja, con el objetivo de tener un procedimiento estandarizado de elaboración de presupuesto en la fase de planeación detallada, partiendo desde los conceptos de disponibilidad operativa Vs caso de negocio de la unidad, el costos requerido para alcanzar el indicador de disponibilidad operacional durante una parada de planta de acuerdo al alcance solicitado por los especialistas de las coordinaciones técnicas hasta alcanzar el valor optimo entre el caso de negocio, disponibilidad operacional y costos de mantenimiento tomando como referencia estándares internacionales como estudios de refinerías de Norteamérica y Latinoamérica con el fin de comparar costos y alcances de mantenimiento y el seguimiento y control de costos durante la ejecución de la parada aplicado a la parada de planta de viscorreductora II año 2015 aplicando el método de programación ganada que permite controlar diariamente el costos de parada y el adelanto o atraso del proyecto el seguimiento y control de los costos de las actividades de mantenimiento, usando la técnica de programación ganada, de esta forma controlar los costos de la ejecución de la obra y analizar las desviaciones en cumplimiento con el tiempo de entrega de la misma, este es un factor importante en las unidades de refinación y petroquímica, al punto que se lleva indicadores de horas de mayor duración de parada de planta debido a la consecuencia en el lucro cesante.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Especialización en Evaluación y Gerencia de Proyectos. Director: Jorge Enrique Meneses

## ABSTRACT

**TITLE:** "MODEL MANAGEMENT COSTS CASE STUDY shutdowns:" STOP PLANT UNIT OF VISCORREDUCTORA II 2015 "

**AUTHORS:** Cesar Leandro Hernández Arciniegas. Edison Ruiz Santamaria \*\*

**KEY WORDS:** Management, Costs, Model, Standardized Process

### DESCRIPTION:

This paper aims to develop a model of cost management for shutdowns of refinery Ecopetrol SA located in the city of Barrancabermeja, with the aim of having a standardized procedure for budgeting in the phase of detailed planning, starting from the concepts of operational availability Vs business case unit, the costs required to reach the indicator operational readiness during a plant shutdown according to the extent requested by specialists technical coordination to achieve the optimum value from the event business, operational readiness and maintenance costs by international standards referred to as studies of refineries in North America and Latin America in order to compare costs and scope of maintenance and monitoring and cost control during the execution of the stop applied to the plant shutdown of viscorreductora II 2015 applying the method of earned programming that allows you to control daily costs stop and advance or delay the project monitoring and cost control of maintenance activities, using the technique gained programming, thus controlling the costs of execution of the work and analyze deviations in compliance with the delivery time of it, this is an important factor in units of refining and petrochemicals, to the point that indicators of hours longer stop is brought plant because of the result in lost profits

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Physical Engineering - Mechanical. School of Industrial and Business Studies. Specialization in Evaluation and Project Management. Director: Jorge Enrique Meneses

## INTRODUCCION

La tarea de desarrollar un modelo estructurado y estandarizado de control de costos en el proceso de paradas de planta de la GRB, inicia desde la elaboración del presupuesto en su fase de largo plazo, pasando por el seguimiento y control de costos en la ejecución, hasta la liquidación e informes de costos en la fase de cierre. En las paradas de planta de la GRB, los presupuestos eran elaborados a partir de cifras históricas de los costos de los últimos mantenimientos y de valores estimados con semejanza de los alcances de mantenimiento de otras paradas de planta similares, no se usaban referentes internacionales, y muy pocas veces se realizaban sondeos de mercado sobre actividades de mantenimiento, para los años 2003 al 2012, las reclamaciones de las firmas contratistas alcanzaban en promedio entre el 20% y el 30% del valor del contrato y superaban en cada contrato en promedio los \$ 8.670.000.000 de Pesos Mcte. Esta Monografía tiene como finalidad desarrollar un modelo de gestión de costos para las paradas de planta de la refinería de Ecopetrol S.A ubicada en la ciudad de Barrancabermeja, con el objetivo de tener un procedimiento estandarizado de elaboración de presupuesto en la fase de planeación detallada, partiendo desde los conceptos de disponibilidad operativa Vs caso de negocio de la unidad, el costos requerido para alcanzar el indicador de disponibilidad operacional durante una parada de planta de acuerdo al alcance solicitado por los especialistas de las coordinaciones técnicas hasta alcanzar el valor optimo entre el caso de negocio, disponibilidad operacional y costos de mantenimiento tomando como referencia estándares internacionales como estudios de refinerías de Norteamérica y Latinoamérica con el fin de comparar costos y alcances de mantenimiento y el seguimiento y control de costos durante la ejecución de la parada aplicado a la parada de planta de viscorreductora II año 2015 aplicando el método de programación ganada que permite controlar diariamente el costos de parada y el adelanto o atraso del

proyecto el seguimiento y control de los costos de las actividades de mantenimiento, usando la técnica de programación ganada, de esta forma controlar los costos de la ejecución de la obra y analizar las desviaciones en cumplimiento con el tiempo de entrega de la misma, este es un factor importante en las unidades de refinación y petroquímica, al punto que se lleva indicadores de horas de mayor duración de parada de planta debido a la consecuencia en el lucro cesante.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un modelo de gestión de costos para las paradas de planta de acuerdo al proceso de parada de planta establecido para la refinería GRB, con la aplicación de algunas herramientas del PMI, aplicado a un caso estudio de parada de planta de la unidad de Viscosreductora II del año 2015.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Desarrollar un procedimiento para la elaboración del presupuesto de la parada de planta en la fase de planeación detallada.
- Elaborar un procedimiento para el seguimiento y control del presupuesto de la fase de ejecución de la parada de planta.

## 2. ANTECEDENTES

Hasta el año 2003 la refinería de Barrancabermeja realizaba las actividades de mantenimiento rutinario y con parada de planta con recursos propio, a partir de este año se decide iniciar con procesos de contratación las actividades de mantenimiento con parada de planta las cuales eran similares al gerenciamiento de un proyecto y teniendo como experiencia que los proyectos en Ecopetrol S.A eran contratados. Para ese entonces Ecopetrol S.A contrató una consultoría en la optimización de procesos dentro de las cuales estaba el proceso de paradas de planta con la firma Shell Global Solution, la cual transfirió el actual proceso de paradas de planta y de acuerdo a este proceso en el año 2003 el contratista de parada de planta seleccionado únicamente intervenía en la fase de ejecución con un contrato de tipo tiempo y materiales (Llamado en la refinería precio y cantidades PxQ). Para finales del año 2004 al 2006, se decidió contratar una firma de consultoría para la planeación detallada de las paradas de planta, posteriormente este modelo fue tomado por Ecopetrol S.A por recomendación de Global Shell Solution con la justificación que el conocimiento de la planeación detallada hace parte de la gestión de activos de la organización. Para el año 2008 se realizó un primer contrato cuya planeación detallada se realizó de manera conjunta entre Ecopetrol S.A y la firma contratista para las unidades de Viscosreductora II, Unibon e Hidrogeno, este modelo se fue aplicando para los demás contratos de mantenimiento con paradas de planta y es el que actualmente se aplica.

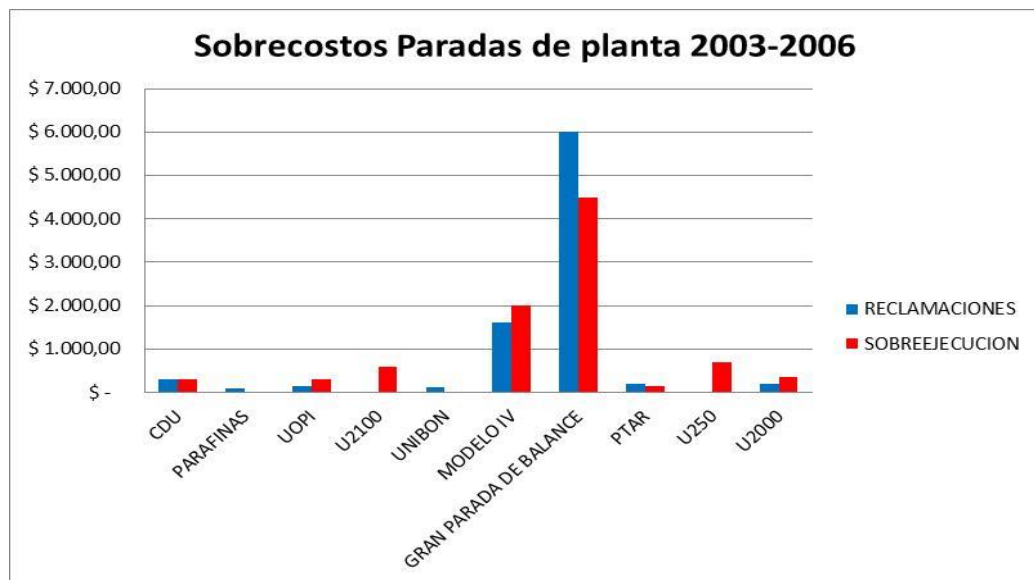
A partir del año 2003 las paradas de planta fueron contratadas, se empezó a tener una leve conciencia de la gestión de costos para la ejecución de los trabajos de mantenimiento con parada de planta, debido a las implicaciones legales que

emanaban de la ejecución de un contrato, sin embargo no se tenía ningún control básicamente en dos aspectos que se resaltan a continuación:

1) La cantidad de trabajo solicitado por las coordinaciones técnicas a ejecutar con parada de planta las cuales solicitaban una intervención del 98% de los equipos que conformaban la unidad operativa sumado a que no se tenían estrategias de gestión de activos, el mantenimiento día a día era prácticamente correctivo lo cual implicaba una baja confiabilidad de las unidades y la mayoría de los trabajos solicitados eran ejecutados en las paradas de planta, no se tenían referentes internacionales para la optimización del alcance.

2) El trabajo encontrado en el desarrollo de la ejecución de la parada de planta producto de la inspección llamado trabajo emergente, este último sin ninguna planeación cuya consecuencia traía sobrecostos en la liquidación de los contratos, reclamaciones económicas por las firmas contratista y extensión en los días de la parada de planta, con afectaciones de lucro cesante para la unidad.

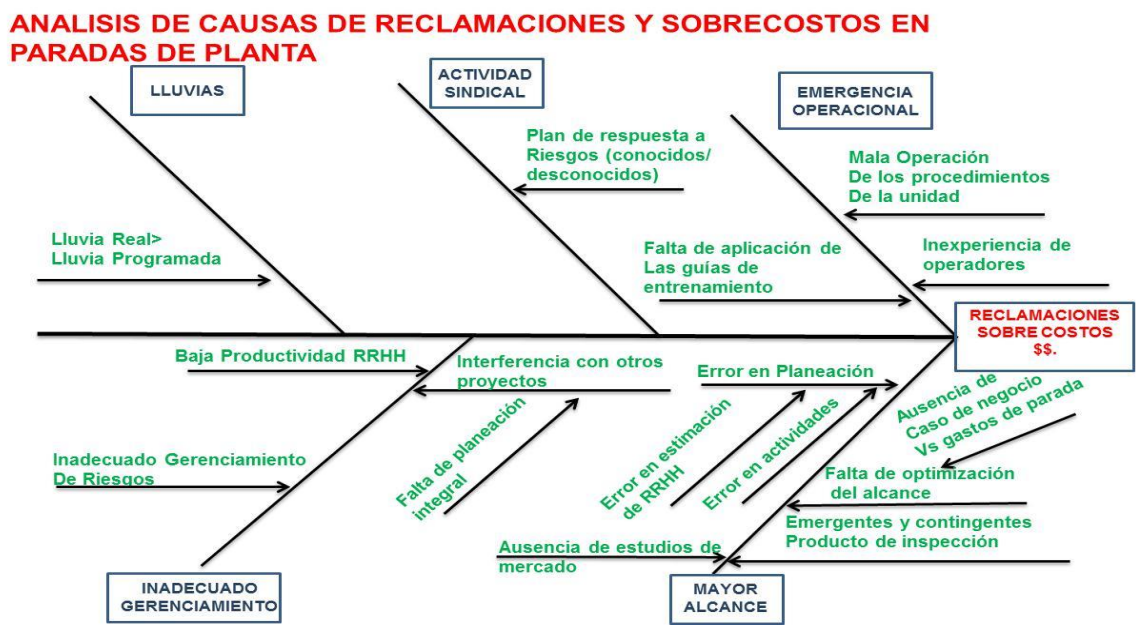
**Grafica 1. Costos por reclamaciones y sobre ejecución**



De acuerdo a la Gráfica #1 (*Costos por reclamaciones y sobre ejecución*) se evidencia que del año 2003 hasta el año 2012 se presentaron reclamaciones por valor de \$8670 millones de pesos y sobrecostos por valor de \$8900 millones de pesos, lo anterior imputable a diferentes causas como son un mayor alcance en los trabajos programados, un inadecuado gerenciamiento de la parada de planta, y condiciones propias de la operación de la refinería

A raíz de estas consecuencias se realizó un taller con diferentes dependencias de la GRB con el objeto de analizar las casusas básicas de estos sobrecostos y reclamaciones, de esta forma desarrollar un plan de mejora de algunos de los procedimientos establecidos al interior que permitieran de cierta forma gestionar los costos de paradas de planta de una forma integral involucrando en la decisión a largo plazo a las diferentes coordinaciones técnicas, a los dueños de los activos (Jefe de Departamento Operativo) y al Departamento de programación de la producción en la Grafica No 2 se presenta el análisis de las causas de reclamaciones y sobre costos de paradas de planta.

**Grafica 2. Espina de pescado Sobre costos en las paradas de planta.**



En lo referente a la gestión de costos, tema central de esta monografía, se evidenciaba una falencia en la utilización de las herramientas del PMI para el seguimiento y control de los costos en todas las fases de las paradas de planta lo que no permitía realizar acciones de manera oportuna. El proceso de paradas de planta estaba compuesto por 7 fases:

1. Fase de largo plazo (18 meses antes del inicio de la parada de planta)
2. Fase de Definición del alcance (12 meses antes del inicio de la parada de planta)
3. Fase precontractual. (10 meses antes del inicio de la parada de planta)
4. Fase de planeación detallada (6 meses antes del inicio de la parada de planta)
5. Fase de alistamiento (3 meses antes del inicio de la parada de planta)
6. Fase de Ejecución (0 meses antes del inicio de la parada de planta)
7. Fase de cierre. (1 meses después de la terminación de la parada de planta)

Durante las fase de largo plazo los presupuesto de costos de la parada de planta eran tomados con base a los históricos de paradas anteriores o similares no se tenían parámetros de comparación con el caso de negocio y los trabajos de mantenimiento solicitados por las coordinaciones técnicas obedecían al 100% de los análisis de las herramientas de RBI, RCM, y RCA no se tenían ninguna conciencia de los costos de realizar los trabajos de mantenimiento y muchos de estos trabajos se tenía incertidumbre de lo recomendado a ejecutar, debido a que no se integraban los análisis operativos con las condiciones de proceso de la unidad, tampoco se conocían el caso de negocio de la unidad ni los costos de operación de la misma la única información referente eran los gastos de insumos, nomina operativa, repuestos e indicadores de reposición de equipos, como consecuencia se tenían gastos sin control ni comparaciones con otras unidades de refinación y petroquímica en condiciones similares, es por esta razón que en el 2010 la vicepresidencia de refinación y petroquímica decide que la refinería de Barrancabermeja debe estar entre las 10 mejores refinerías de Latinoamérica de

acuerdo al estudio Solomon que es el referente en esta industria a partir de allí es cuando se inicia la comparación de indicadores de costos de operación y costos de mantenimiento con parada de planta encontrándose desviaciones entre un 30 y 70% por encima de los estándares internacionales durante los análisis de las desviaciones se encuentra que las fuentes que mayor aportan a esta desviación provienen de la falta de una estrategia integral de gestión de activos que involucre la excelencia operacional, la estrategia de mantenimiento y confiabilidad liderada por las coordinaciones técnicas y la productividad y eficiencia de las actividades de mantenimiento producto de una rigurosa planeación y un adecuado alistamiento.

### 3. DEFINICION DEL PROBLEMA

Los sobrecostos y las reclamaciones de los últimos años llegaron a \$17570 millones de pesos, esto corresponde al 10% del presupuesto anual del Departamento de Paradas de planta, muchos de estos sobre costos, de acuerdo al análisis anterior de la gráfica 2, se pueden eliminar o minimizar con una adecuada gestión de costos. Por este motivo se procede a desarrollar el Modelo de Gestión de Costos el cual se enmarca específicamente en el establecimiento de un procedimiento para la elaboración del presupuesto de la parada de planta en la fase de planeación detallada y un procedimiento para el seguimiento y control del presupuesto de la fase de ejecución de la parada de planta, con el objetivo de eliminar las causa encontradas en el proceso.

Con el procedimiento para la elaboración del presupuesto y de acuerdo con la gráfica # 2 el análisis de causas de reclamaciones y sobrecostos de paradas de planta, se eliminaron las siguientes causas:

**Mayor Alcance:** Alcance por fuera de los estándares internacionales no apoyados en el caso de negocio, inadecuada estrategia de mantenimiento lo que aumenta el alcance de trabajos que no requieren parada de planta, las necesidades de mantenimiento estaban enfocadas a realizar mantenimiento correctivo, otro aspecto a tener en cuenta en los mayores alcances que impactaban los costos de ejecución con parada de planta son los diagnósticos equivocados de las coordinaciones técnicas en muchas oportunidades durante las inspección de los equipos las variaciones del alcance superaban el 50% en solo trabajos emergentes no contemplados en las recomendaciones emitidas de los trabajos de mantenimiento con parada de planta cifra que desbordaba los costos planeados del contrato para ejecutar las actividades de mantenimiento, muchos de estos

mayores alcance correspondían a inadecuados diagnósticos, mala comunicación entre las diferentes coordinaciones técnicas, inadecuado uso de herramientas de análisis operacional, error involuntario en la toma de decisiones sobre el gerenciamiento de mantenimiento.

**Error en la planeación:** Un diagnóstico inicial realizado en conjunto con el equipo de planeación del mantenimiento permitió identificar los siguientes errores:

- Error en la determinación de actividades.
- Error en la estimación de duraciones y recursos requeridos (HH, HM),
- Ausencia de estudios de mercado.
- Inadecuada identificación de riesgos,
- Ausencias de reserva que permitan mitigar riesgos conocidos.

**Inadecuado Gerenciamiento de la Organización:** Visión a corto plazo de actividades de mantenimiento, los planes de mantenimiento no obedecían a una estrategia de gestión de activos, los proyectos y operaciones, apoyados en el caso de negocio para cada unidad operativa, inadecuado gerenciamiento de los riesgos de alto nivel, falta de visión para establecer estrategias de contratación a largo plazo con aliados estratégicos

### **3.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL.**

**Emergencias operacionales:** Ausencia de un procedimiento de control de costos para determinar el valor de la afectación al presupuesto incorporando los activos de la organización existentes como es el procedimiento de solicitud de presupuesto adicional para el pago de estas afectaciones. Posteriormente existen 2 comités: gerencia técnica y gerencia de general donde se da aprobación de los recursos para hacer pago de los recursos correspondientes.

**Actividad Sindical:** Actualmente en Ecopetrol S.A existen 4 sindicatos coexistentes, siendo estos: USO - Unión Sindical Obrera, ADECO - Asociación de directivos profesionales, técnicos y trabajadores de las empresas de la rama de actividad económica del recurso natural del petróleo y sus derivados de Colombia, SINDISPETROL - Sindicato nacional de trabajadores de empresas operadoras, contratistas, subcontratistas de servicios y actividades de la industria del petróleo, petroquímica y similares, ASPEC - Asociación Sindical de Profesionales de Ecopetrol.

Las actividades sindicales generalmente son generados por un tercero que afecta la relación entre contratista y el contratante presentándose un impacto en el desarrollo normal del contrato. Esta afectación es aleatoria, no está programada y su forma de proceder tiene varios métodos: meeting en las puertas de ingreso a la refinería lo que impide el ingreso del personal a realizar sus labores y suspensión de los trabajos directamente en la obra. Estas afectaciones son valoradas en dinero por las firmas contratistas y presentadas mediante comunicación formal ante los administradores del contrato para ser valoradas por el equipo jurídico de Ecopetrol S.A, gestor técnico y administrador del contrato.

Por lo general este tipo de reclamaciones no proceden ante Ecopetrol por las siguientes razones:

- Los sindicatos cuentan con personería jurídica lo que los hace responsables por sus actos.
- El personal que participa en las diferentes actividades sindicales pertenecen al contratista, muchos de los cuales están afiliados a los sindicatos.
- Inadecuada gestión administrativa por parte de la firma contratista al no solicitar el restablecimiento de sus derechos como patrono hacia sus trabajadores sobre el contrato laboral establecido con sus trabajadores por el incumplimiento del mismo.

Aunque este tipo de afectaciones como se describe anteriormente no afecta al valor del contrato, pero si existe repercusión en la mayor duración de la obra generando un lucro cesante para la unidad operativa e impactando los beneficios hacia la refinería.

### **Lluvias.**

En las especificaciones técnicas del contrato se establecen las condiciones climáticas de la zona donde se van a ejecutar las obras, las fechas de ejecución del contrato, por consiguiente la propuesta del contratista debe tener en cuenta el pronóstico de lluvias para las fechas y lugares establecidos.

Dadas las condiciones climáticas para las fechas donde se ejecutan las obras las lluvias reales son mayores a lo pronosticado, existe la posibilidad de tener una reclamación por tiempo improductivo a causa de las lluvias. Estas condiciones de lluvia es una variable aleatoria y no se tiene un método que establezca las consecuencias de manera anticipada, para ser tenidas en cuenta dentro de los presupuestos, esta variable no está dentro de la gestión de esta monografía.

#### 4. DEFINICION DEL MANTENIMIENTO CON PARADA DE PLANTA.

Incluso con el progreso tecnológico actual, las plantas industriales requieren de un mantenimiento regular que exige el pare total de la unidad por un periodo de tiempo limitado.

Las paradas de planta se pueden caracterizar en 3 tipos: paradas de plantas pequeñas, medianas y grandes. En la tabla #1 se identifican las características de una parada de planta:

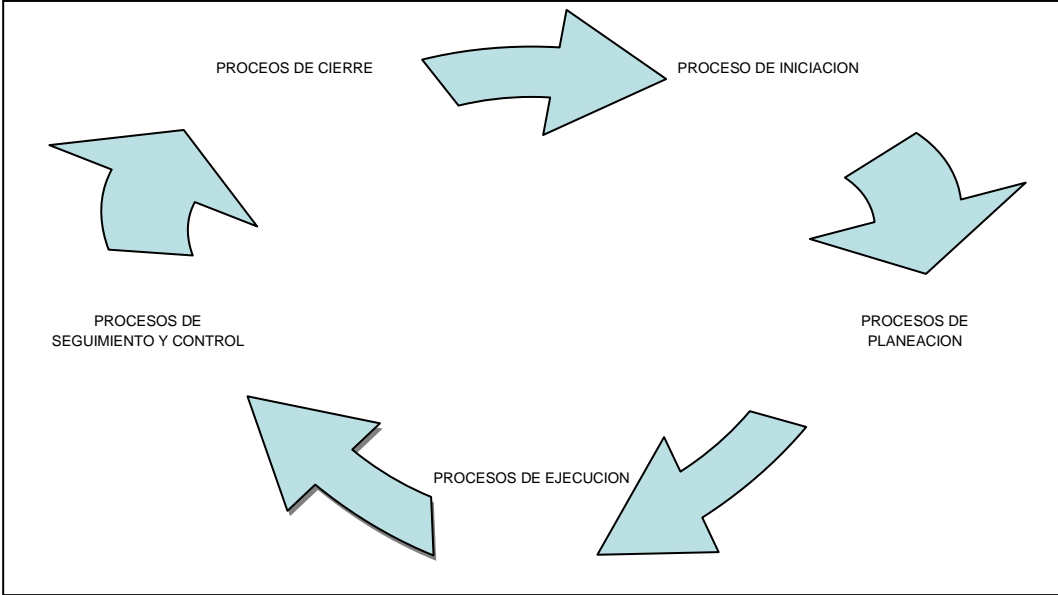
**Tabla 1. Caracterización de las Paradas de Planta**

<b>CATEGORIA</b>	<b>HH A EJECUTAR</b>	<b>PRESUPUESTO EN MILLONES DE EUROS</b>	<b>NUMERO DE EQUIPOS A INTERVENIR</b>
Pequeña	<6000	<0,5	<300
Mediana	6000-50000	0,5-5	300-1500
Grande	>50000	>5	>1500

Fuente: Knowledge Management In ShutDowns & Turnarounds Stork University Of Twente.

Una parada de planta involucra personal con conocimientos específicos en los temas técnicos de mantenimiento y de gerenciamiento de proyectos donde se involucran procesos de las fases de iniciación, planificación, ejecución, monitoreo - control, y cierre, ver grafica #3 procesos de una parada de planta.

**Grafica 3. Procesos de una parada de planta**



## **5. FASES DE MANTENIMIENTO DE UNA PARADA DE PLANTA**

El proceso de mantenimiento mayor de la GRB considera 7 Fases para la ejecución de una parada de planta, se relacionan a continuación:

### **5.1 FASE PLANEACIÓN 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. El Comité de Gerenciamiento de Activos y el Jefe del Departamento de Paradas de Planta son los responsables de la ejecución de las actividades que conforman esta fase. En la mayor parte de esta fase, y hasta tanto no se asigne el Líder de la T/A, el Jefe del Departamento de Paradas de Planta desempeñará esta función.

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.

Dentro de los entregables importantes de esta fase están: El Plan General de Hitos o Plan del Plan de la T/A y el plan de hitos de HSE en donde se muestran las fechas en que se deberán cumplir los diferentes hitos y los recursos requeridos para su cumplimiento. Las auditorías al plan, los talleres de cuestionamiento del

alcance, el congelamiento del alcance y las revisiones al alistamiento, entre otros hitos, deberán estar incluidas en dicho plan del plan.

En esta fase se revisa la historia, las lecciones aprendidas anteriores y el benchmarking para la T/A. Con base en esta información y en las estadísticas de T/A anteriores, en esta fase se estiman los presupuestos para las próximas vigencias. En esta etapa se deberán adjudicar la mayoría de las compras de amplios plazos de entrega.

Esta etapa finaliza con la realización del Kickoff Meeting de la T/A, evento en donde se conjugan el nombramiento del Líder, del Core Team, y la definición de las premisas o los postulados de la T/A. El Jefe del Departamento de Paradas de Planta deberá aprobar el paso a la siguiente fase de una T/A.

El Kickoff Meeting deberá efectuarse 18 meses antes de la Parada, 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. Para el caso de Paradas de Plantas con longitudes de corrida inferiores a 12 meses, deberá llevarse a cabo una vez se efectúa el cierre de la última parada.

## **5.2 FASE DEFINICIÓN DE ALCANCE.**

Esta etapa deberá empezar a más tardar 18 meses antes de la Parada. Inicia con la consolidación de listados preliminares. Es importante manejar un único listado y esto deberá ser responsabilidad del Core Team.

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.

Esta fase concluye con la realización de los diferentes talleres de cuestionamiento del alcance, los cuales deberán iniciarse 18 meses antes de la Parada, y el entregable último es el congelamiento del alcance, cuya fecha más tardía deberá ser 12 meses antes de la parada. Para aquellas paradas cuya longitud de corrida es menor o inferior a 12 meses, el congelamiento del alcance podrá efectuarse 6 meses antes de la parada.

Durante esta segunda fase de una T/A es posible encontrar algunas desviaciones importantes respecto a la estrategia definida en la primera fase, por ejemplo, es posible que algunos entregables específicos o algunas áreas de enfoque específicas definidas en la fase anterior, no apliquen o no se requieran o no se ajusten al alcance definido para la parada.

### **5.3 FASE 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 6 meses antes de la Parada.

La entrada para esta fases es un estimativo de presupuesto en un +/- 20%.

Los contratos principales son aquellas obras asociadas con los equipos principales, convertidores, intercambiadores, hornos, tubería, turbo maquinaria, entre otros. Una vez iniciados los diferentes procesos principales, se deberán ajustar los estimativos de presupuesto para la parada en un +/- 10%.

#### **5.4 FASE PLANEACIÓN 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 ítem 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.

La fase de planeación detallada incluye la preparación y la ejecución de los Talleres de 'Fat Rat' o de Cuestionamiento de Rutas Críticas, las cuales deberán enfocarse en la reducción de los tiempos de parada y en la mitigación de los riesgos asociados con trabajos que quedaron dentro y fuera del alcance, y sus respectivos planes de contingencia. Estos talleres siempre deberán involucrar personal externo a la Refinería y en lo posible diferente de Ecopetrol y deberán realizarse por tarde 3 meses antes de la parada, independientemente de la longitud de corrida de la unidad y del grado de complejidad de la parada. Al final de esta etapa se tendrá un presupuesto +/- 10%, el cual deberá ser aprobado por el Comité de Gerenciamiento de Activos, al igual que las posibles acciones presupuestales que aquí se generen.

El Taller de Revisión del Alistamiento de la T/A, es una actividad crítica en esta fase y deberá ser realizada a más tardar 3 meses antes de la parada. En este taller o entrevistas de cuestionamiento deberá participar un ente externo a Ecopetrol y deberá cumplirse en esta fecha, independientemente del grado de complejidad de la parada y de la longitud de corrida de la Unidad.

## **5.5 FASE DE ALISTAMIENTO.**

Esta etapa inicia una vez finalizada la Revisión al Alistamiento de la Parada, que incluye los planes de acción con responsables y fechas.

En esta fecha se deberán ejecutar los contratos de asistencias técnicas especializadas y se deberán efectuar las corridas de evaluación de las diferentes variables que conforman la Unidad a intervenir.

La estrategia para el control de la ejecución, al igual que los libros que contienen la información de la parada, deberá estar lista a más tardar 1 mes antes del inicio de la parada.

Los campamentos y la movilización de recursos requeridos, deberán estar listos 2 semanas antes del inicio de la parada. Finalmente, 2 semanas antes del inicio de la ejecución de los trabajos se realizará el Kickoff Meeting.

## **5.6 FASE DE EJECUCIÓN.**

La Parada comprende la elaboración de prefabricados, los trabajos de la apagada, los trabajos de mantenimiento con planta en operación y que están dentro del alcance de la parada, los trabajos de mantenimiento de la parada y la arrancada de la Unidad.

Lo crítico en esta fase es tener canales de comunicación efectivos entre Operaciones, Contratistas, Interventoría, Mantenimiento y en general todos los involucrados durante la ejecución, que permitan el claro entendimiento por todos de las prioridades y por tanto la secuencia con que se desarrollaran los trabajos,

para poder cumplir con los objetivos trazados para la parada en cuanto a calidad, seguridad, duración y costos.

Todos los días deberá hacerse un corte del programa para conocer el avance de los trabajos y detectar posibles desviaciones de entregables respecto al programa inicial, desviaciones en horas hombre, en costos y en tiempos. Adicionalmente, deberá hacerse una reunión diaria para el seguimiento de este programa y asignar responsables a cada acción.

Un aspecto importante dentro de la ejecución es la aplicación estricta de un procedimiento para aprobar trabajos emergentes, es decir, aquellos trabajos que no quedaron incluidos dentro de la parada, al momento de realizar el congelamiento del alcance. Los trabajos emergentes cuando impliquen mayores costos de contratación o mayor tiempo de duración, deberán ser aprobadas por el Comité de Gerenciamiento de Activos.

## **5.7 FASE DE 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 y los talleres de lecciones aprendidas. En esta etapa se deberán generar y cuestionar las recomendaciones posteriores.

La liquidación de los contratos y la evaluación de los contratistas se deberán efectuar a más tardar 2 meses después de finalizada la parada. En esta etapa se deben realizar las evaluaciones de desempeño del personal que participó en la parada, actualizar las competencias y habilidades del personal y definir planes de capacitación.

Los informes finales en formato electrónico y su distribución son el hito final de esta etapa y de todo el proceso.

## **6. DESARROLLO DEL MODELO DE GESTION DE COSTOS DE UNA PARADA DE PLANTA.**

### **6.1 MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE PLANEACIÓN DE LARGO PLAZO.**

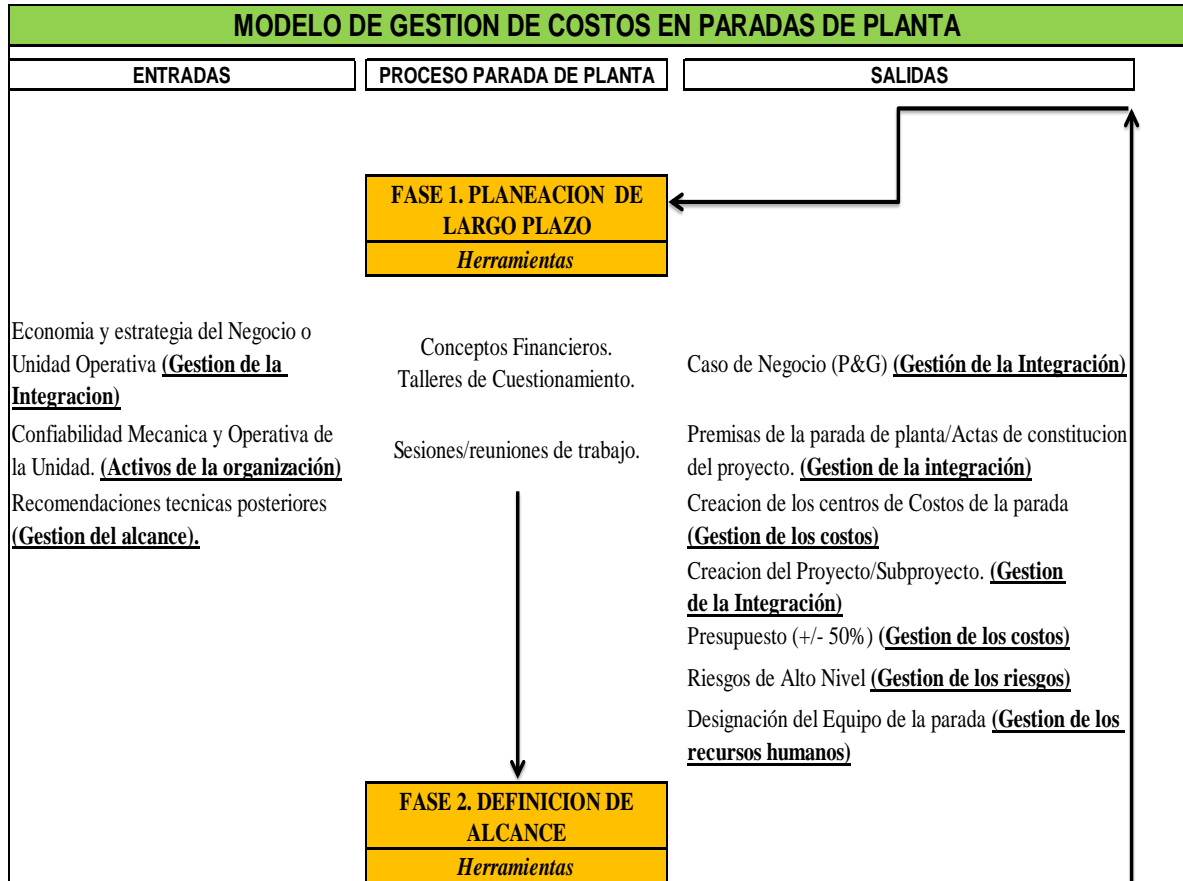
El modelo de gestión de costos en la fase de planeación a largo plazo, se enfoca en la sustentación del caso de negocio para conocer un presupuesto estimado disponible para realizar la parada de planta en un costo óptimo y definir las premisas de costos para cada una de las fases del proceso de paradas de planta.

En esta fase se definen estrategias de ejecución y de compras de amplios plazos de entrega o compras que por sus características técnicas o de ingeniería son de muy alto costo lo que impacta de manera directa en el presupuesto de la parada y sustenta o no el caso de negocio y/o estrategia de ejecución para la parada de planta. Es importante mencionar que la entrada a esta fase de planeación a largo plazo la sustenta el cierre de la anterior parada, como las lecciones aprendidas, las recomendaciones técnicas posteriores, los presupuestos de los contratos realizado de la anterior parada de planta y los datos de confiabilidad mecánica y operacional obtenidos.

El modelo indica que una vez ejecutada la gestión de costos de la fase de planeación de largo plazo, continúa la fase de gestión de costos en la definición de alcance.

En la Imagen #1 (modelo de gestión de costos Fase 1 planeación a largo plazo), se definen las entradas, herramientas y salidas de la fase de planeación a largo de largo plazo.

**Imagen 1. Modelo de gestión de costos fase 1 planeación a largo plazo.**



**Entradas**

**6.1.1 Economía y estrategia del Negocio o Unidad Operativa.** Recopila información sobre los costos asociados a la operación y mantenimiento de la unidad de proceso, proyecciones de ventas de los productos en los diferentes mercados bajo diferentes escenarios de producción.

**6.1.2 Confiabilidad mecánica y operativa de la unidad.** Es la probabilidad de éxito para que la unidad opere de manera segura desde la óptica del mantenimiento y de la operación a lo largo del ciclo de corrida. El objetivo de una

parada de planta es llevar al máximo de diseño estos valores de confiabilidad impactando de manera positiva y duradera en la economía de la unidad

**6.1.3 Recomendaciones técnicas posteriores.** Son las recomendaciones técnicas emitidas en la fase de cierre de la parada inmediatamente anterior, donde se recomiendan los trabajos que requiere compras de amplios plazos de entrega (Tempo de gestiones mayores a 12 meses) o compras que por su tecnología e ingeniería son de muy alto costo y que define la estrategia de ejecución y compras para la parada de planta.

### **Herramientas**

**6.1.4 Conceptos Financieros.** Hace referencia a los análisis financieros y económicos utilizados para la elaboración del caso de negocio de la unidad operativa.

**6.1.5 Talleres de cuestionamiento.** Son escenarios donde participan los ingenieros de confiabilidad, operaciones y paradas de planta, y definen de manera sistemática la conveniencia o no, de la ejecución de cada uno de los trabajos propuestos para ser ejecutados por la parada de planta. Los criterios utilizados en el cuestionamiento son:

- Requiere parada de planta para la ejecución del trabajo solicitado?
- Impacto de la no ejecución del trabajo?
- Riesgo de la no ejecución del trabajo?

Una vez valorado el impacto de la no ejecución del trabajo, se evalúa frente al presupuesto requerido para la ejecución del trabajo y se define la relación costo/beneficio, la cual sustenta o no la inclusión del trabajo en el alcance la parada de planta.

**6.1.6 Sesiones/ reuniones de trabajo.** Son todas las sesiones de trabajo realizadas con cada uno de los interesados en la parada de planta, donde se gerencia la parada de planta, algunos ejemplos son:

- Reunión de inició de la parada (KOM) Kick of Meeting.
- Reunión de nombramiento del Core Team.
- Reunión de divulgación de las premisas.

### **Salidas**

**6.1.7 Caso de Negocio.** Es el estudio financiero y las proyecciones que definen el monto máximo y monto optimo a invertir por la parada de planta.

**6.1.8 Premisas de la parada de planta.** Es un documento donde se consignan los lineamientos del negocio aprobados por la gerencia y se definen el líder de la parada, la fecha de ejecución, el caso de negocio, el presupuesto +/- 50%, los indicadores y los riesgos de alto nivel definidos por equipo gerencial.

**6.1.9 Creación de centro de costos.** Hace parte de la gestión de activos y cotos para el mantenimiento, consiste en la creación de los centros de costos o cuentas de control en el sistema utilizado por la organización (SAP/Ellipse) donde se asocian cada uno de los costos de la parada de planta.

**6.1.10 Presupuesto +/- 50%.** Es el valor dado por la gerencia que sustenta el caso de negocio y se define a través de una planeación de alto nivel, e históricos de presupuestos anteriores para la ejecución de una parada de las mismas características a la que va a ser ejecuta.

**6.1.11 Riesgos de alto Nivel.** Son definidos por la gerencia y tiene que ver con estrategias del comparativo en lo concerniente a la operación, el mantenimiento, el

mercado, la contratación, regulaciones ambientales o legales y proyectos de inversión.

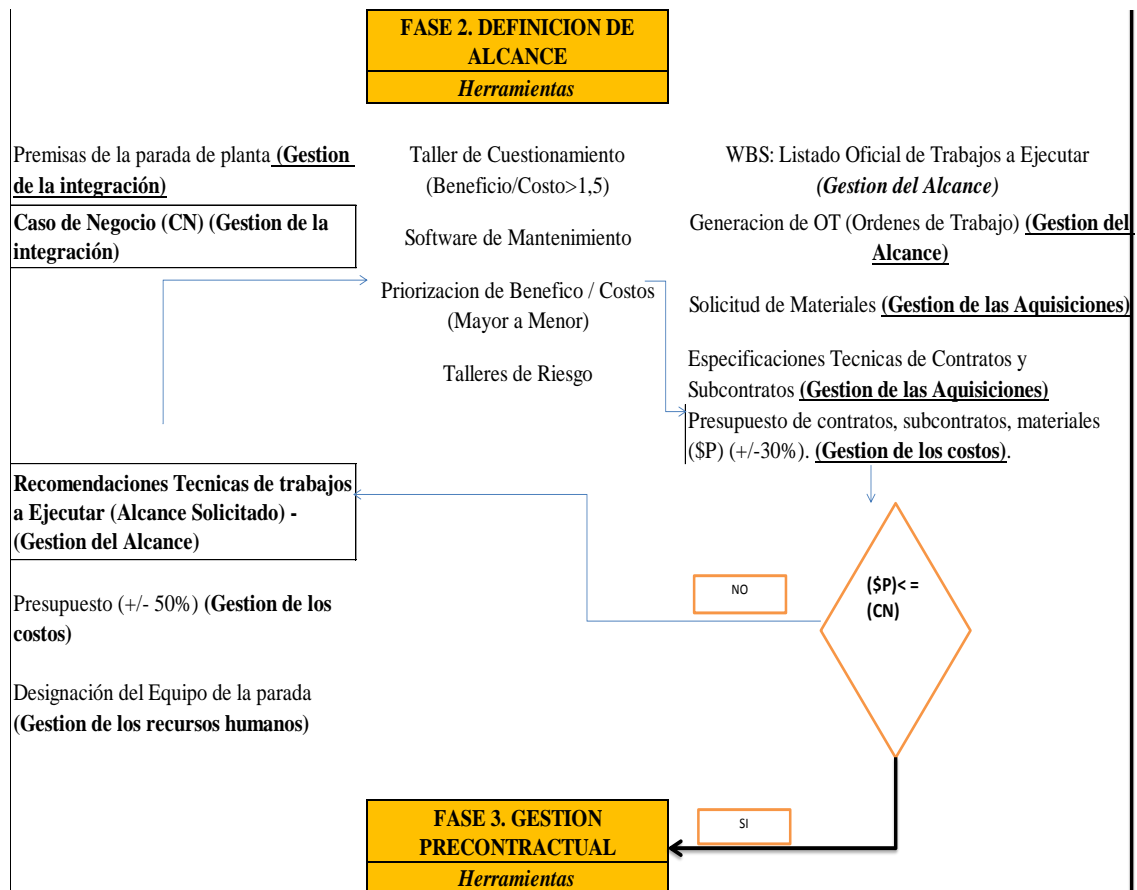
**6.1.12 Designación del Equipo de la parada.** Es el nombramiento oficial del equipo de la parada de planta, donde se incluyen los especialistas de estático, eléctrico, instrumentos-electrónica, proceso, mecánica, operaciones, líder de mantenimiento que soportaran todo el proceso de la parada de planta.

## **6.2 MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE DEFINICIÓN DE ALCANCE.**

Esta fase toma las salidas del proceso de planeación a largo plazo, recibe las recomendaciones técnicas y define los trabajos a contemplar dentro del alcance de las parada de planta para realizar un presupuesto estimado (+/-30%). Se realizar una primera revisión del presupuesto (+/-30%) respecto al caso de negocio, de no respaldar este presupuesto (+/-30%) el caso de negocio se procede a cuestionar de nuevo el alcance, priorizando los trabajos solicitados que presenten mayor beneficio/costo ejecutar. De no ser posible ajustarse al presupuesto se deberá redefinir la estrategia de mantenimiento u operaciones para ajustar el presupuesto al valor definido por el caso de negocio.

En la imagen #2 (Modelo de gestión de costos fase 2 definición de alcance.), se definen las entradas, herramientas y salidas de la fase de definición de alcance.

**Imagen 2. Modelo de gestión de costos fase 2 definición de alcance.**



**Entradas**

**6.2.1 Premisas de la parada de planta.** De acuerdo a lo definido en el numeral 7.1.8.

**6.2.2. Caso de Negocio.** De acuerdo a lo definido en el numeral 7.1.7.

**6.2.3 Recomendaciones técnicas de trabajos a ejecutar.** Son los documentos para cada activo (TAG) de la planta que relaciona el modo de falla, el historio del

equipo y trabajo requerido para garantizar la confiabilidad del activo a lo largo de la corrida de la unidad.

**6.2.4 Presupuesto (+/- 50%).** De acuerdo a lo definido en el numeral 7.1.10

**6.2.5 Designación del Equipo de la parada.** De acuerdo a lo definido en el numeral 7.1.12

### **Herramientas**

**6.2.6 Taller de cuestionamiento.** De acuerdo a lo definido en el numeral 7.1.15

**6.2.7 Software de mantenimiento.** Son el software existente en el mercado para la gestión del mantenimiento por ejemplo, Ellipse o SAP:

**6.2.8 Priorización de beneficio costo.** Del resultado del taller de cuestionamiento se lista y se prioriza de mayor a menor los trabajos que presenten un mejor valor de beneficio costo. Esta priorización es utilizada en sesiones de reto al alcance y presupuesto.

**6.2.9 Talleres de riesgo.** Utilizados para respaldar una decisión tomada por el equipo de la parada de planta, se utiliza la metodología de gestión de riesgos de la organización con la valoración de la matriz RAM.

### **Salidas.**

**6.2.10 WBS Listado de trabajos a ejecutar.** Definido el alcance de la parada de planta y de las actividades que conlleva la ejecución de la parada de planta en cada uno de sus procesos de acuerdo a la estrategia definida, se procede con la

subdivisión de en entregables para su gerenciamiento, se adopta lo definido por el PMI.

**6.2.11 Generaciones de OT (Ordenes de mantenimiento).** Se generan en el sistema de mantenimiento de la organización, caso propio Ellipse, donde para cada activo (TAG o equipo) se asocia una OT (orden de trabajo) que agrupa los trabajos a ejecutar (HH, HM), las actividades, las solicitudes de materiales y los costos planificados.

**6.2.12 Solicitudes de materiales.** Asociado a cada OT, las solicitudes de materiales contienen todos los materiales solicitados por el planeador de cada especialidad y son la entrada para el sistema de abastecimiento en la gestión de materiales de la parada de planta.

**6.2.13 Especificaciones técnicas de contratos y subcontratos.** Son los documentos que relacionan los requerimientos hacia un proveedor en lo concerniente a alcance, calidad, características técnicas y contractuales, espacio y tiempos, para el suministro de un bien o un servicio.

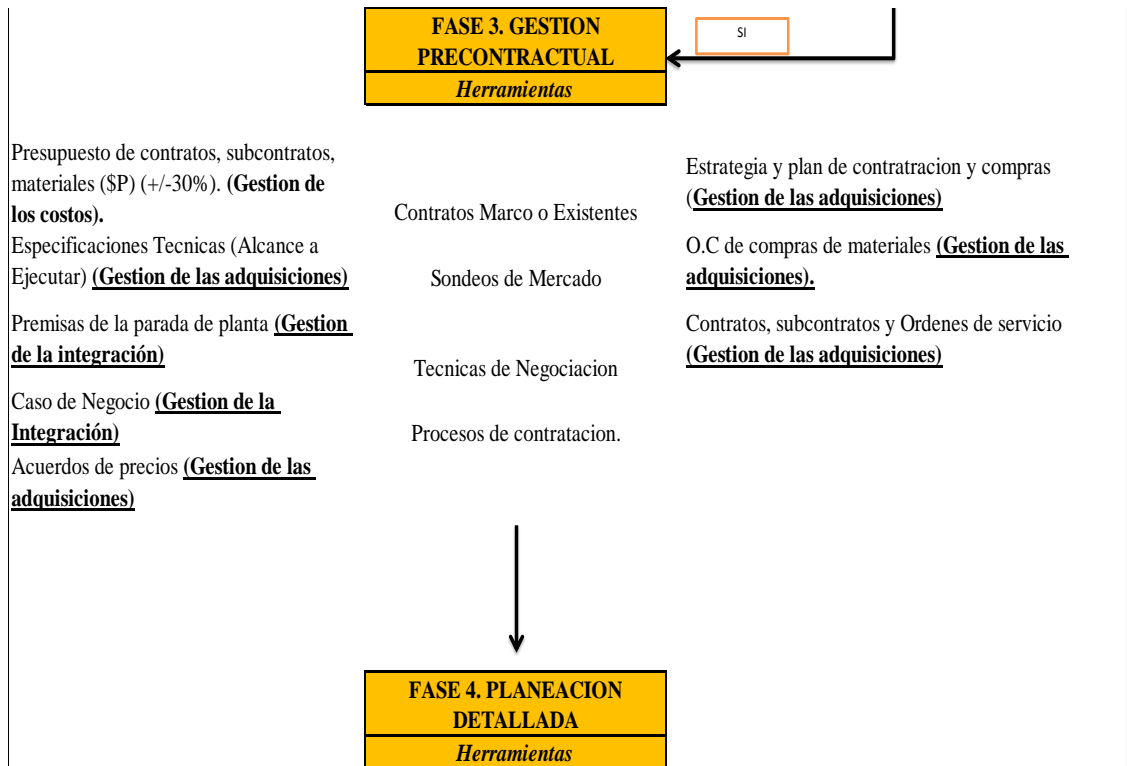
**6.2.14 Presupuesto de contratos, subcontratos, materiales (\$P) (+/-30%).** Es el valor estimado en esta fase de planeación que respalda el caso de negocio.

### **6.3 MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE GESTIÓN PRECONTRACTUAL.**

Toma como entrada la fase de definición del alcance y su principal objetivo es obtener los bienes y servicios para cumplir con el alcance de la parada de planta dentro de los presupuestos aprobados, buscando el mejor beneficio para

Ecopetrol S.A. Ver imagen# 3 (*Modelo de gestión de costos en la fase 3 de gestión precontractual*)

**Imagen 3. Modelo de gestión de costos en la fase 3 de gestión precontractual**



**Entradas.**

**6.3.1 Presupuesto de contratos, subcontratos, materiales (\$P) (+/-30%).** De acuerdo a lo definido en el numeral 7.2.14

**6.3.2 Especificaciones Técnicas de contratos y subcontratos.** De acuerdo a lo definido en el numeral 7.2.13

**6.3.3 Premisas de la parada de planta.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.1.8.

**6.3.4 Caso de Negocio.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.1.7.

**6.3.5 Acuerdos de precios.** Hace referencia a los contratos vigentes que existan con los proveedores o contratista para las prestaciones de bienes y/o servicios.

### **Herramientas**

**6.3.6 Contratos Marco o Existentes.** Hace referencia a los contratos que estén vigentes para la ejecución de la parada de planta y que puedan ser utilizados para el cumplimiento del objeto de la parada.

**6.3.7 Sondeos de Mercado.** Procesos que utilizar el área de abastecimientos para conocer los precios de bienes y servicios en tiempo, modo y lugar.

**6.3.8 Técnicas de Negociación.** Hace referencias a las habilidades de negociación de se debe tener como contratante.

**6.3.9 Procesos de contratación.** Hace referencia al marco legal en el que se desenvuelve la empresa contratante y contratista.

### **Salidas**

**6.3.10 Estrategia y plan de contratación y compras.** Es el plan oficial adoptado por abastecimientos donde asegura todos los bienes y servicios para la ejecución de la parada de planta y obedece a los direccionamiento del corporativo.

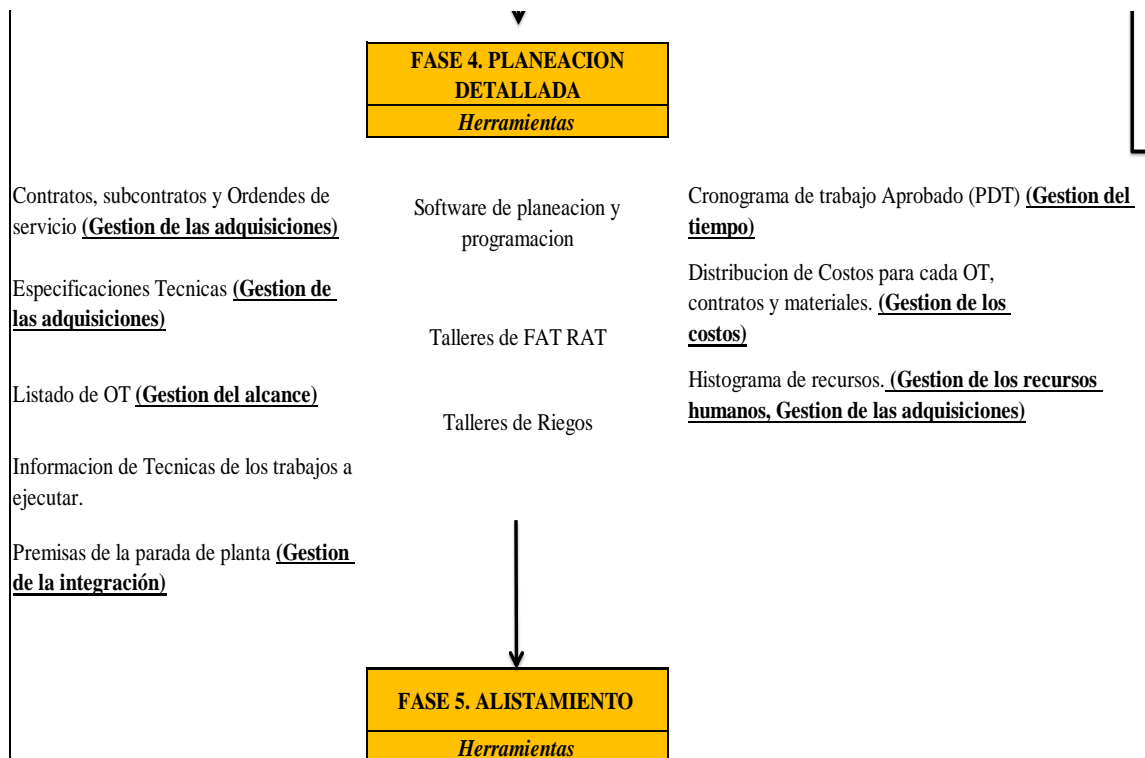
**6.3.11 O.C de compras de materiales.** Es la solicitud formar al proveedor para el suministro de un bien.

**6.3.12 Contratos, subcontratos y Órdenes de servicio.** Es el vínculo contractual entre contratista y contratante para el cumplimiento del objeto contractual de acuerdo a las especificaciones técnicas.

## 6.4 MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE PLANEACIÓN DETALLADA.

Toma del proceso de gestión precontractual el contratista seleccionado para la ejecución de la obra e inicia un proceso detallado de estimación de las actividades y estrategia para cumplir con el alcance de la parada de planta en términos de HSE, costos, tiempos y calidad. Ver Imagen # 4 (Modelo de gestión de costos fase 4 de planeación detallada)

**Imagen 4. Modelo de gestión de costos fase 4 de planeación detallada**



## **Entradas.**

**6.4.1 Contratos, subcontratos y Órdenes de servicio.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.3.12.

**6.4.2 Especificaciones Técnica de contratos y sub-contratos.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.2.13

**6.4.3 Listado de Órdenes de trabajo OT.** Relacionas las órdenes de trabajo elaboradas para cada TAG o equipo que hace parte del alcance.

**6.4.4 Información de Técnicas de los trabajos a ejecutar.** Hace referencia a los planos, recomendaciones técnicas, históricos de mantenimiento y operación que aporte a la planeación de actividades requeridas para cumplir con el alcance de mantenimiento al activo.

**6.4.5 Premisas de la parada de planta.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.1.8.

## **Herramientas**

**6.4.6. Software de planeación y programación.** Se utilizan software como ellipse, SAP, Primavera Project Planner, Project.

**6.4.7 Talleres de FAT RAT.** Escenarios con la participación de expertos que aportan ideas para lograr la optimización de tiempos y recurso en la elaboración de una actividad.

**6.4.8 Talleres de Riegos.** De acuerdo a lo definido en el número 7.2.9

**Salidas.**

**6.4.9 Cronograma de trabajo Aprobado (PDT).** Relaciona la fecha y hora para el inicio y fin de una actividad de acuerdo a una red lógica establecida.

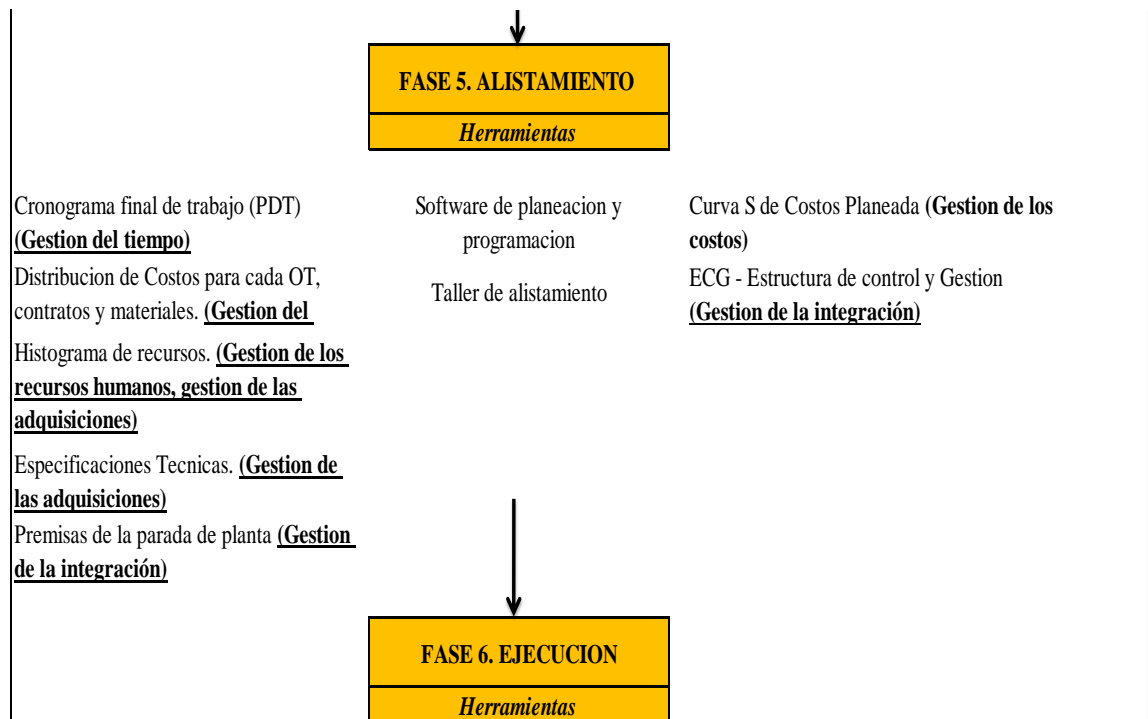
**6.4.10 Distribución de Costos para cada OT, contratos y materiales.** De acuerdo a lo definido en la planeación detallada, se procede a distribuir en función del esfuerzo, los costos de las HH directas, indirectas, equipos, herramientas y materiales. El capítulo 9 de la presente monografía amplía este procedimiento.

**6.4.11 Histogramas de recursos.** Relaciona en la línea de tiempo, el personal, los equipos y herramientas de cada una de las especialidades requeridas para la ejecución de los trabajos de la parada de planta.

## **6.5 GESTIÓN DE LOS COSTOS EN LA FASE DE ALISTAMIENTO.**

En esta fase se establece los variables para el seguimiento y control a la obra en lo concerniente al modelo de gestión de costos, se genera la curva S de costos y define la estructura de control y gestión. Ver Imagen # 5 (*Modelo de gestión de costos fase 5 alistamiento*).

**Imagen 5. Modelo de gestión de costos fase 5 alistamiento.**



**Entradas.**

**6.5.1 Cronograma de trabajo Aprobado (PDT).** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.4.9

**6.5.2 Distribución de Costos para cada OT, contratos y materiales.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.4.10

**6.5.3 Histogramas de recursos.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.4.11

**6.5.4 Especificaciones Técnica de contratos y sub-contratos.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.4.2

**6.5.5 Premisas de la parada de planta.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.1.8.

### **Herramientas**

**6.5.6 Software de planeación y programación.** Se utilizan software como ellipse, SAP, Primavera Project Planner, Project.

**6.5.7 Taller de alistamiento.** A través de una serie de entrevistas a los interesados y participantes se diagnostica en nivel de preparación para la ejecución de la parada de planta.

Se evaluación los siguientes aspectos:

- Estrategia, responsabilidad, hitos principales.
- Organización.
- Definición y optimización del alcance.
- Proceso de planeación.
- Presupuesto-estimación & control de costos.
- Contrataciones.
- Materiales & compras.
- Gestión de calidad.
- Gestión HSE.
- Ejecución.
- Revisión Post T/A.

**6.5.8 Curva S de Costos Planeada.** Toma los costos acumulados a lo largo de la línea de tiempo en la ejecución de los trabajo, esta curva sirve como herramienta

para el seguimiento y control de los costos. En el capítulo 8 de la presente monografía, se explica cómo se obtiene la curva s de costos.

**6.5.9 ECG - Estructura de control y Gestión.** Relaciona los escenarios formales para realizar seguimiento y control para la fase de ejecución de la parada de planta.

Se formaliza mediante un documento que contiene la siguiente información:

- Nombre de la reunión.
- Responsable de reunión.
- Fecha y hora de la reunión.
- Asistentes.

En esta estructura, se reserva un espacio para el seguimiento y control y gestión de los costos de la parada de planta, donde se monitorean las variables de seguimiento y control de los costos, costos de los trabajos contingentes y emergentes.

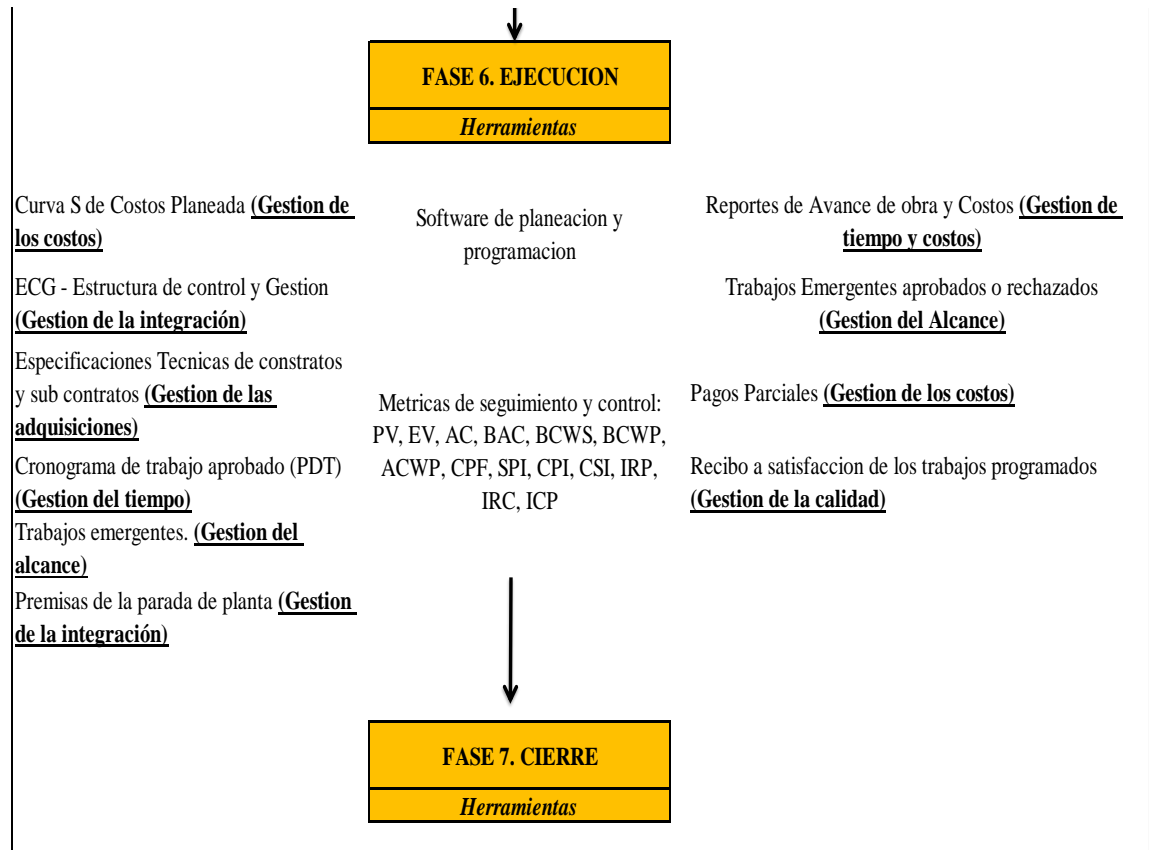
## **6.6 GESTIÓN DE LOS COSTOS EN LA FASE DE EJECUCIÓN.**

En esta fase se recibe toda la información que se tiene de la planeación detallada y se inicia la obra fase en la que se causan la mayor parte del presupuesto asignado de la parada.

Continúa el proceso de seguimiento y control de los costos y del proyecto a través de las métricas establecidas en el numeral 7.6.8 de la presente monografía, gestionando todos los trabajos emergente y contingente que generen alteración a los costos de la parada de planta y obteniendo los recursos adicionales requeridos

para la ejecución de los trabajos adicionales que han sido debidamente justificados y aprobado. Ver Imagen # 6 (*Modelo de gestión de costo de la fase 6 ejecución*).

**Imagen 6. Modelo de gestión de costo de la fase 6 ejecución.**



## Entradas

**6.6.1 Curva S de Costos Planeada.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.5.7

**6.6.2 ECG - Estructura de control y Gestión.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.5.8

**6.6.3 Especificaciones técnicas de contratos y sub-contratos.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.2.13

**6.6.4 Cronograma de trabajo Aprobado (PDT).** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.4.9

**6.6.5 Trabajos emergentes.** Son todos los trabajos que surjan después de obtener el alcance congelado de la parada de planta. En la fase de ejecución como producto de la inspección pueden surgir trabajos emergentes que impactan en tiempo y costos la reparación, estos deben ser gestionados obteniendo las respectivas autorizaciones y los recursos requeridos para su ejecución y/o rechazo.

**6.6.6 Premisas de la parada de planta.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.1.8.

### **Herramientas**

**6.6.7 Software de planeación y programación.** De acuerdo a lo definido en el numeral 7.6.6

**6.6.8 Métricas de seguimiento y control.** Se utilizar las métricas adoptadas por el PMI, se definen en el numeral 10.3 de la presente monografía

### **Salidas.**

**6.6.9 Reportes de avance de obra y costos.** Corresponde a la data levantada en campo como son:

- Reporte de avance físico de las actividad

- Reporte de recursos utilizados para la ejecución de la obra.

**6.6.10 Trabajos emergentes aprobados o rechazados.** Corresponde a la documentación necesaria para la aprobación o rechazo de un trabajo emergente como son:

- Solicitud oficial del trabajo emergente.
- Taller de cuestionamiento.
- Aprobación del trabajo emergente.
- Aprobación de los recursos.
- Control de cambio al alcance
- Control de cambio al presupuesto.

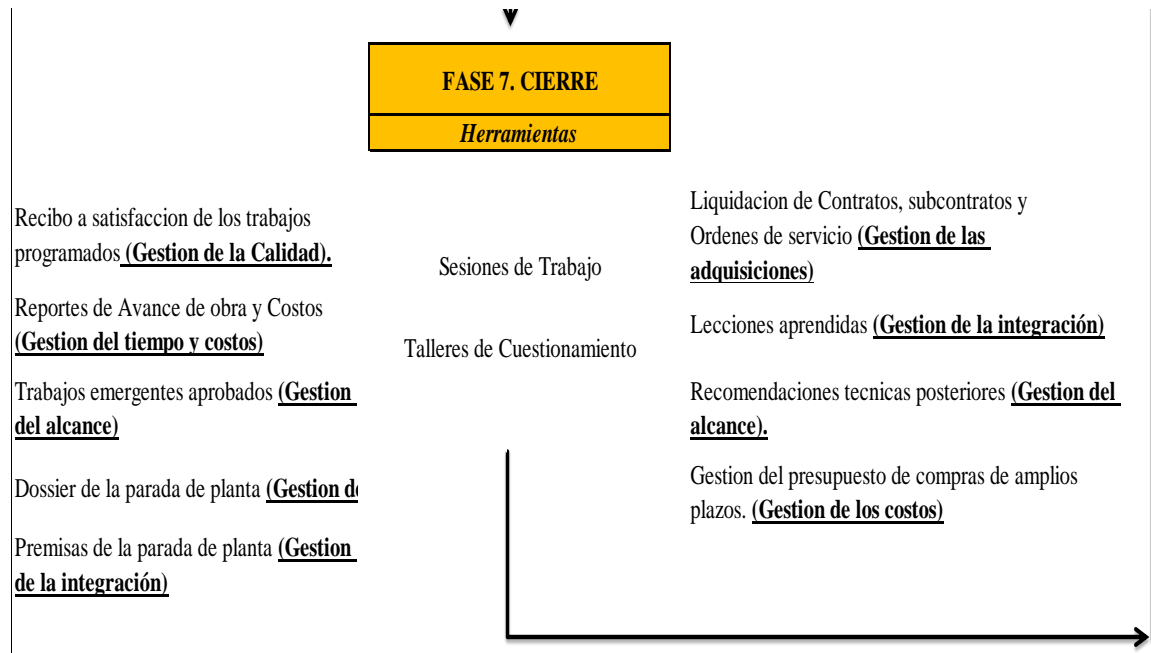
**6.6.11 Pagos parciales.** Con base al avance físico de la obra se procede a realizar pagos parciales a la firma contratista en los periodos establecidos por las especificaciones técnicas del contrato.

**6.6.12 Recibo a satisfacción de los trabajos programados.** Hace referencia a la documentación formal donde se indica que los trabajos ejecutados corresponden a los pactado en las especificaciones técnica y sirve de soporte para el pago parcial y/o final.

## **6.7 MODELO DE GESTIÓN DE COSTOS EN LA FASE DE CIERRE.**

Se enfoca en la liquidación de los contratos, ordenes de servicio y en la elaboración del presupuesto para las compras de equipo/materiales de amplios plazos de entrega para ser utilizados en la próxima parada de planta. Ver Imagen # 7 Modelo de gestión de fase 7 cierre

## Imagen 7. Modelo de gestión de fase 7 cierre.



El anexo 1 contiene el modelo en formato Excel

### Entradas

**6.7.1 Recibo a satisfacción de los trabajos programados.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.6.11

**6.7.2 Reportes de avance de obra y costos.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.6.8

**6.7.3 Trabajos emergentes aprobados o rechazados.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.6.9

**6.7.4 Dossier de la parada de planta.** Hace referencia a toda la información de alcance, tiempo, costos, calidad, HSE realizadas durante la ejecución de la

parada. Se realiza un informe detallado al trabajo de mantenimiento realizado para cada equipo que se intervino en la parada de planta.

### **Herramientas**

**6.7.5 Sesiones de trabajo.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.1.6

**6.7.6 Talleres de cuestionamiento.** De acuerdo a lo definido en el numeral 6.1.15

### **Salidas**

**6.7.7 Liquidación de contratos, subcontratos y órdenes de servicio.** Hace referencia al pago final y al cumplimiento contractual de acuerdo lo definido por las especificaciones técnicas.

**6.7.8 Lecciones aprendidas.** Se realiza un taller donde se documentan los aspectos positivos, aspectos por mejorar, las causa que originaron el tener los aspectos positivos y negativos. Este taller se realiza con la participación de personal involucrado tanto de Ecopetrol como de las firmas contratistas y se enfoca en áreas de HSE, costos, tiempo, calidad y contractual.

**6.7.9 Recomendaciones técnicas posteriores.** Productos de la inspección realizada en la ejecución, se emiten recomendaciones para ser ejecutadas en la próxima parada de planta que requiere la compra de equipos o materiales de amplios plazos de entrega y requiere una gestión con mayor anticipación a la de una material corriente.

Estas recomendaciones son sometidas a un taller de cuestionamiento en la fase de cierre para definir cuáles son requeridos y su necesidad de compra.

**6.7.10 Gestión del presupuesto de compras de amplios plazos.** Es la asignación presupuestal a la parada de planta, para la compra de los materiales de amplios plazos de entrega.

## 8 CASO DE NEGOCIO

Para los años 2003 la firma consultora Shell Global solution recomendó el uso de la herramienta “scope Challenge” o “ Taller de cuestionamiento” con el objeto de optimizar el alcance de los trabajos recomendados por las diferentes coordinaciones de confiabilidad y con lo cual se pronosticaba el aseguramiento del tiempo mínimo de corrida de la unidad de acuerdo al ciclo operativo determinado para cada planta , como entrada a estos “Talleres de cuestionamiento” se utiliza el documento llamado premisas, en ellas se plantea el uso del factor J y la disponibilidad esperada de la unidad, hasta ese momento no se había realizado un análisis de lo que implicaba alcanzar una disponibilidad operacional con los costos de mantenimiento, y sus implicaciones en el modelo financiero de la unidad o caso negocio es por esta razón que se decidió involucrar a la coordinación Economía y Gestión de la GRB y realizar el análisis de estas decisiones, a continuación se muestra la gráfica #4 de *Disponibilidad operacional Vs Costos de mantenimiento*.

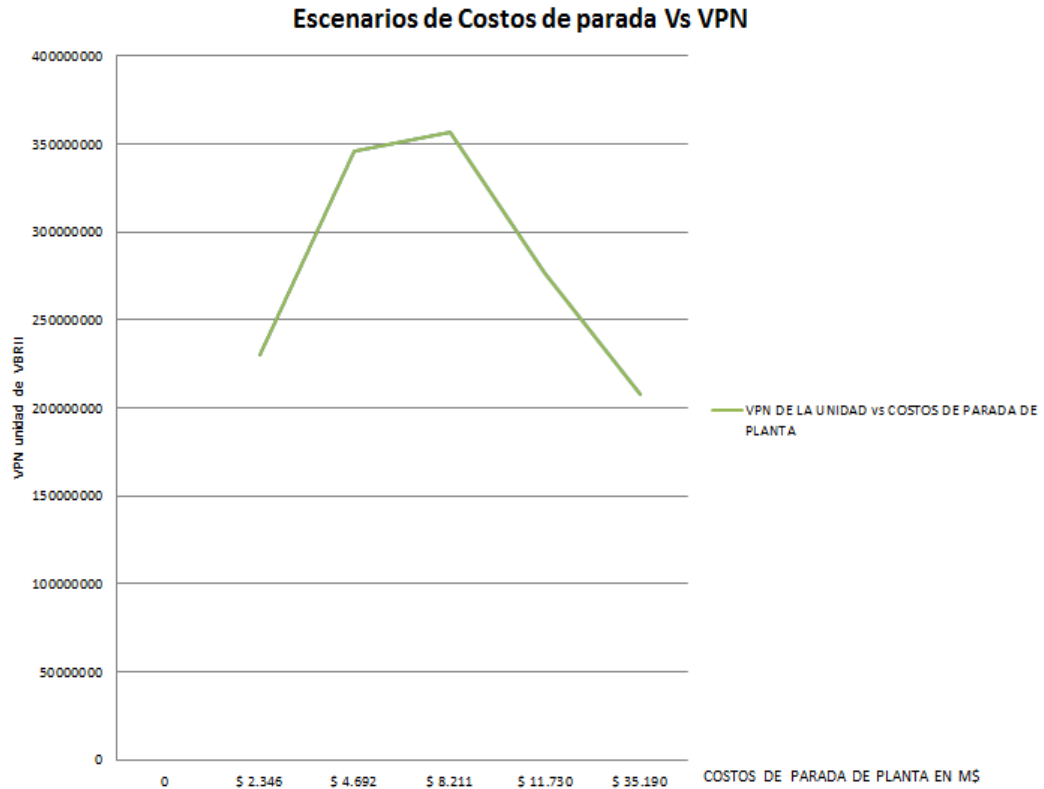
**Grafica 4. Disponibilidad operacional Vs costos de mantenimiento.**



De la gráfica#4 (*Disponibilidad operacional Vs Costos de mantenimiento*) se puede concluir que a medida que incrementa la disponibilidad operacional los costos de mantenimiento con parada de planta aumentan a tal punto que si se desea llevar la unidad a las condiciones de diseño originales es decir un revamp de la unidad se tiene en promedio incrementos de M\$10.300 millones en solo inversiones de mantenimiento.

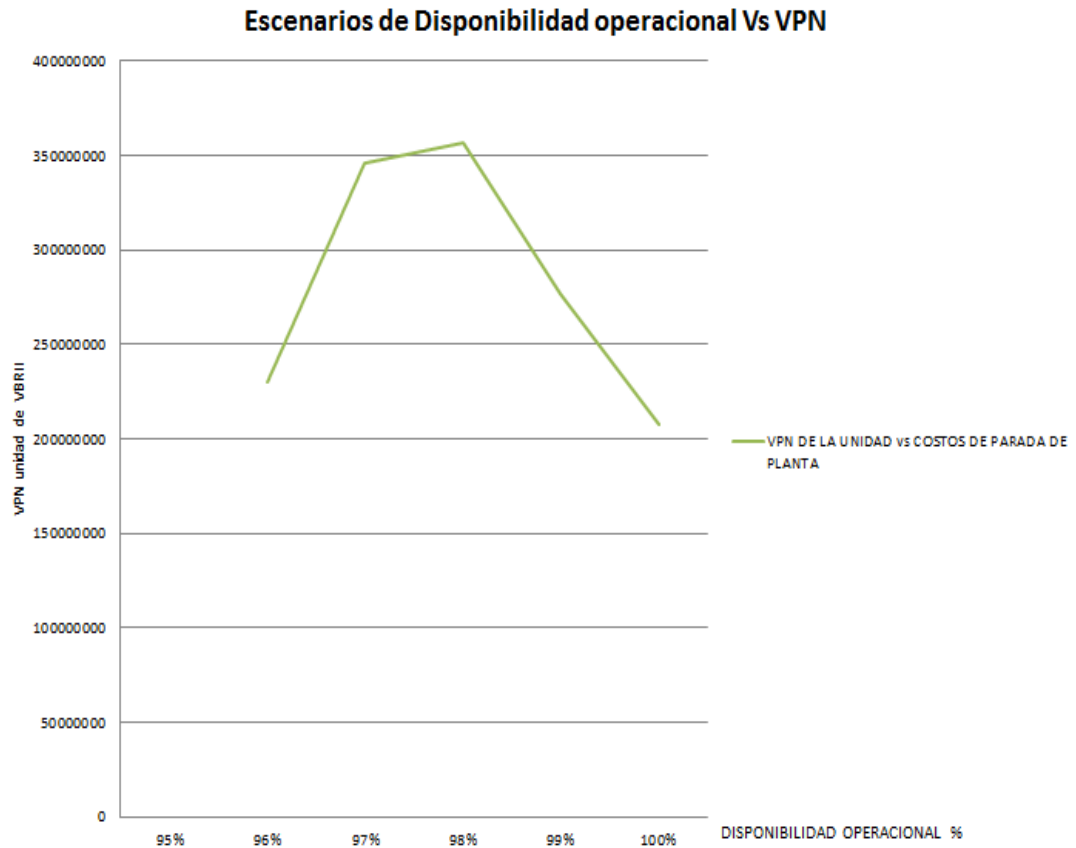
La disponibilidad operacional está ligada con los planes de mantenimiento y confiabilidad de la unidad para entenderlo en otros términos una planta recién construida (nueva unidad) tendrá una disponibilidad operacional del 100% basado en el diseño del fabricante que determina el periodo de su primera intervención, durante este periodo su disponibilidad disminuye determinada por los mecanismos de falla y severidad para la cual fue diseñada de tal forma que se proyecta la intervención de ciertos sistemas críticos con el objetivo de mantener la disponibilidad de la unidad es por esta razón que los alcances de los trabajos a realizar tanto en mantenimiento día a día como en paradas de planta están correlacionados con la disponibilidad operacional, hasta allí todo está basado en una estrategia de confiabilidad y diseño pero no se ha confrontado con el estado del negocio de la unidad el cual varía de acuerdo al mercado. Ósea se plantea esta inquietud ¿Tener disponibilidad del 100%, garantiza tener un VPN rentable de acuerdo al caso de negocio para la unidad? Para resolver esta inquietud se lleva todos los costos de mantenimiento con parada de planta que se plantearon con el caso de negocio y se obtiene la gráfica # 5 (*Escenarios de costos de mantenimiento Vs VPN de la unidad de VBR II*)

**Grafica 5. Escenarios de costos de mantenimiento Vs VPN de la unidad de VBR II.**



De acuerdo a la gráfica #5 se puede ver que las inversiones en mantenimiento hasta el rango de M\$4.692 y que entre este valor y los M\$8.211 los márgenes de utilidad son despreciables para este tipo de negocio a partir de esta cifra ya las inversiones en mantenimiento no aportan al negocio por el contrario entre más inversiones se realizan los márgenes de VPN aportados por el caso de negocio no son apreciables en consecuencia se estaría destruyendo valor, aunque no se puede generalizar que lo mismo ocurra en todas las unidades ya que para otro tipo de negocio las inversiones de mantenimiento pueden mejorar los valores de VPN, este tipo de análisis podría llevarse a cabo en una nueva Monografía de especialización.

**Grafica 6. Escenarios de Disponibilidad Operacional Vs VPN de Unidad VBRII**



De la gráfica#6 se concluye que no necesariamente una disponibilidad operacional de 100% garantiza que el VPN se incremente proporcionalmente, lo cual se ve reflejado en los mismos costos de mantenimiento con parada de planta para lo cual se requiere alcanzar la disponibilidad operacional en conclusión allí de esta grafica se puede definir un punto óptimo de disponibilidad operacional del 97% con unos costos de mantenimiento en parada de planta como máximo de M\$4.692 y que de acuerdo al caso de negocio se puede obtener un margen de VPN del M\$345.000/año, por consiguiente los costos de las solicitudes de mantenimiento no pueden superar el costo máximo de acuerdo al modelo del caso de negocio es allí donde está el reto de optimización del alcance.

El planteamiento que se expone se basa en la necesidad, incluso la obligatoriedad de tener definido un Caso de Negocio (Modelo Financiero) para cada parada de planta, así como el seguimiento del mismo durante el ciclo de vida de la operación de la planta, prestando especial énfasis en los cambios del mercado, como la proyección estimada del negocio.

Para el modelo se plantearon unos escenarios de precios basados en las salidas del proceso de la unidad de Viscosreductora II, estimando los precios del mercado tomando históricos y proyecciones de consumo de los mismos teniendo presente como base el barril de crudo procesado por día en dólares.

En el modelo se planteó un escenario de 10 años que involucra los Balances de acuerdo a la producción para 365 días del año y con una promesa de valor de carga full de 24KBPD.

Para los ingresos se detalló el volumen de ventas, los precios de las ventas de productos y los costos de la materia prima.

Para los costos se incluyeron todos los costos operativos de la unidad, consumo de vapor, consumo de energía eléctrica, consumo de agua, gastos de nómina, gastos de mantenimiento rutinario y con parada de planta, costos de catalizador, costos de disolvente, costos de diluyente.

Para el cálculo del CAPEX se incluyeron todas las inversiones realizadas y las proyectadas hasta el 2022.

En la depreciación de la unidad se realizó de acuerdo al cálculo de libros para este tipo de plantas basados en referentes internacionales.

Finalmente se planteó el modelo de flujo de caja libre calculando el VPN para cada año.

## 8.1 MODELO FINANCIERO

### Imagen 8. Modelo financiero / Caso de negocio.

*Cifras en US\$ millones a menos que se indique lo contrario*

#### Ingresos

<b>Escenario de precios</b>	No.
Precios Portafolio	
Precios ACPM Medio	
Precios GASOLINA viscorreducida	
Precios Capitalización	
Precios Margen Reales	xx

<b>Escenario de precios a utilizar</b>	No.
--	-----

#### Depreciación

Tiempo Depreciación Planta y Red  
Tiempo Depreciación Equipos Moviles

#### Plazos

Periodo de T/A	1 años
Periodo de Operación	4 años

#### Impuestos

Tasa Impositiva Colombiana 35%

## 8.2 BALANCES

### Imagen 9. Balance / Caso de negocio.

#### MODELO FINANCIERO

*Cifras en US\$ millones de 2015 a menos que se indique lo contrario*

<b>TRM</b>	\$/US	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
------------	-------	------	------	------	------	------	------	------

#### Producción

Días Año

365

Escenario Vol

Prom. Ene - May

Cantidades		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CARGAS VISCORREDUCTORA II	KBPD	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9	24,9
ALC (ACEITE LIVIANO DE CICLO)	KBPD	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3
ACPM	KBPD	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Balance Real	31 Enero	28 Febrero	31 Marzo	30 Abril	31 Mayo	Promedio
<b>VISCORREDUCTORA II</b>						
ACPM ALTO AZUFRE	45746,40	53560,49	50653	43507	51902	49022
ALC	0,21	369	789	294	470	386
Cierre VISCO II	102%	102%	102%	103%	101%	102,1%

## 8.3 INGRESOS

### Imagen 10. Ingreso / Caso de negocio.

#### MODELO FINANCIERO

Cifras en US\$ millones a menos que se indique lo contrario

#### Producción

Días Año	365
Escenario de Precios	REALES 2015
Escenario Vol	Prom. Ene - May

Volumen Ventas		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Factor de servicio	%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Factor de utilización	%	35%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	63%
PRODUCCION DIESEL ULS	KBPD	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6	44,6
PRODUCCION JET	KBPD	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2
PRODUCCION NAFTA ULS	KBPD	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
PRODUCCION AZUFRE	KBPD	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Cargas</b>									
Carga Nafta	KBPD	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
Carga ACPM	KBPD	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0	49,0
Carga ALC		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4

#### Precios

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nafta Craqueada	U\$ / B	60,84	60,84	60,84	60,84	60,84	60,84	60,84	60,84
ACPM Alto Azufre	U\$ / B	69,04	69,04	69,04	69,04	69,04	69,04	69,04	69,04
ALC	U\$ / B	62,35	62,35	62,35	62,35	62,35	62,35	62,35	62,35
Diésel ULS	U\$ / B	73,30	73,30	73,30	73,30	73,30	73,30	73,30	73,30
Jet HDT	U\$ / B	73,30	73,30	73,30	73,30	73,30	73,30	73,30	73,30
Nafta HDT	U\$ / B	67,08	67,08	67,08	67,08	67,08	67,08	67,08	67,08
Azufre	U\$ / B	18,16	18,16	18,16	18,16	18,16	18,16	18,16	18,16

#### Ingresos

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Por ventas de productos	MU\$	\$ 1.674	\$ 1.674	\$ 1.674	\$ 1.674	\$ 1.674	\$ 1.674	\$ 1.674	\$ 1.674
Costo de la materia prima	MU\$	\$ 1.556	\$ 1.556	\$ 1.556	\$ 1.556	\$ 1.556	\$ 1.556	\$ 1.556	\$ 1.556
<b>Total Ingresos</b>	<b>MU\$</b>	<b>\$ 117,75</b>	<b>\$ 117,75</b>	<b>\$ 117,75</b>	<b>\$ 117,75</b>	<b>\$ 117,75</b>	<b>\$ 117,75</b>	<b>\$ 117,75</b>	<b>\$ 117,75</b>

## 8.4 COSTOS

### Imagen 11. Costos / Caso de negocio.

#### MODELO FINANCIERO

Cifras en US\$ millones a menos que se indique lo contrario

TRM	COL\$/USD\$	1847,0	1797,78	1869,10	2000,33	2500	2500	2500	2500
<b>Costos</b>									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Factor de Amina		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Factor de Aguas Agrías		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Factor de Clauspol		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Factor de Azufre		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
COSTOS DE OPERACIÓN DE U-4860 AMINA HDT	\$	1.122.741.788	\$ 1.152.406.750	\$ 318.381.287	\$ 1.157.136.817	\$ 724.737.038	\$ 592.215.195	\$ 595.327.796	\$ 609.931.100
COSTOS DE OPERACIÓN DE U-4840 AGUAS AGRIAS	\$	1.367.305.700	\$ 736.997.387	\$ 2.132.931.284	\$ 4.480.852.351	\$ 2.758.760.821	\$ 2.693.284.610	\$ 2.673.374.541	\$ 2.699.101.370
COSTOS DE OPERACIÓN DE U-4820 CLAUSPOL	\$	507.322.595	\$ 510.679.015	\$ 657.776.080	\$ 578.890.265	\$ 1.570.366.118	\$ 1.287.601.350	\$ 1.288.299.429	\$ 1.319.973.375
COSTOS DE OPERACIÓN DE U- 4800 AZUFRE IV	\$	1.361.571.262	\$ 2.265.155.452	\$ 2.515.251.100	\$ 2.651.643.516	\$ 2.525.675.407	\$ 2.777.612.079	\$ 2.849.785.341	\$ 2.926.165.342
COSTOS DE OPERACIÓN DEU-4650 H2	\$	6.180.258.314	\$ 3.962.871.515	\$ 7.043.126.659	\$ 6.715.485.570	\$ 6.618.762.554	\$ 7.730.953.202	\$ 7.970.701.372	\$ 8.225.128.998
COSTOS DE OPERACIÓN DE U-4750 GASOLINA	\$	13.520.544.648	\$ 13.769.887.020	\$ 18.361.259.362	\$ 19.958.904.872	\$ 15.410.480.350	\$ 16.254.369.321	\$ 16.931.813.651	\$ 17.644.111.007
COSTOS DE OPERACIÓN DE VBR II	\$	18.507.536.353	\$ 14.839.058.787	\$ 24.651.605.576	\$ 20.618.780.019	\$ 23.570.788.385	\$ 23.329.601.833	\$ 24.233.181.689	\$ 25.184.212.432
Total Costos	KUS\$	\$ 23.047	\$ 20.713	\$ 29.790	\$ 28.076	\$ 21.272	\$ 21.866	\$ 22.617	\$ 23.443
Total Costos	MUS\$	\$ 23	\$ 21	\$ 30	\$ 28	\$ 21	\$ 22	\$ 23	\$ 23

## 8.5 CAPEX

### Imagen 12. Capex / Caso de negocio.

#### MODELO FINANCIERO

Cifras en US\$ millones a menos que se indique lo contrario

#### CAPEX

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>Inversiones</b>									
U-2800 VBRII	M\$		8.051				9.535		
INVERSION PROYECTO CONEXIÓN COR-PIAM	M\$	8.400							
INVERSION PROYECTO 2	M\$								
<b>TOTAL INV CONSTANTES</b>	<b>MUS\$</b>	<b>3,4</b>	<b>29,1</b>	<b>0,0</b>	<b>8,1</b>	<b>0,0</b>	<b>31,5</b>	<b>4,2</b>	<b>11,4</b>



El Anexo B Contiene el caso de negocio.

En conclusión el nuevo modelo plantea la necesidad de definir los costos óptimos de mantenimiento a partir del análisis de los escenarios de disponibilidad operacional vs casos de negocio de la unidad y comparar los costos definidos por las diferentes coordinaciones de confiabilidad después de realizar los talleres de cuestionamiento que para todos los efectos debe ser menor de lo contrario tendrá que ser nuevamente retado el alcance hasta obtener el valor máximo de mantenimiento de lo contrario las inversiones en mantenimiento no logran ser recuperadas de acuerdo al caso de negocio.

## **9 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO DE LA PARADA DE PLANTA EN LA FASE DE PLANEACION DETALLADA.**

El objetivo en la fase de planeación detallada es cuantificar todos los recursos requeridos, estrategia de ejecución, identificación de riesgos, estimación de duraciones de actividades, servicios especializados y un programa detallado de trabajo (PDT), toda la anterior información es fuente de información para la estimación del presupuesto para la parada de planta.

### **9.1 RECURSOS REQUERIDOS PARA UNA PARADA DE PLANTA.**

Los recursos requeridos son:

- Recursos humanos (directos, indirectos)
- Recursos materiales
- Equipos/herramientas y tecnología
- Servicios requeridos Especializados

A continuación se relacionan los recursos más utilizados para una parada de planta.

#### Recursos Humanos Directos.

- Metalmecánica.
- Electricista.
- Soldador.
- Instrumentista.
- Aislador.

- Refractorista.
- Operadores de equipo pesado
- Aparejador.
- Andamiero.
- Pintor.
- Maestro Civil.
- Almacenista.
- Bodeguero.
- Cadenero.
- Topógrafo.
- Vigilante.
- Conductor.

#### Recurso Humano Indirecto

- Gerente de parada de planta.
- Ingeniero calculista.
- Coordinador general.
- Planeador general.
- Planeador de especialidad.
- Programador.
- QA/QC.
- Ingeniero de costos.
- Supervisor de especialidad.
- Coordinador de especialidad.
- Inspector HSE.
- Gestor de logística.
- Gestor de materiales
- Gestor de tiempos
- Rescatista.

- Dibujante.
- Gestor de permisos de trabajo.

#### Recurso Equipos y Herramientas

- Grúas (20, 40, 80, 120, 150, 275, 400, 600, 1000 toneladas).
- Camioneta.
- Montacargas
- Camión Grúa.
- Carro tanque.
- Camión de vacío.
- Volqueta.
- Escalera eléctrica.
- Torres de iluminación.
- Generador eléctrico.
- Manlift.
- Camión Winche.
- Máquina de soldar diésel.
- Equipo de corte con plasma.
- Equipo TIG.
- Equipo de oxicorte.
- ArcAir.
- Biseladora de tubería.
- Compresor de 750 CFM.
- Equipo de aire fresco.
- Hidrojet (15000, 25000, 50000 psi).
- Extractora de haces de tubos.
- Mezcladora de refractario.
- Equipo de lanzado de refractario.

## Recurso de Tecnología y Servicios

- RX convencional.
- RX Digital.
- Ultrasonido.
- Phased Array.
- Prueba de dureza.
- Partículas Magnéticas.
- Gamma Scan
- Corrientes de Eddy.
- Iris.
- Ondas guiadas.
- Pigging.
- Alivios térmicos.
- Asistencia técnica Nacional.
- Asistencia técnica extranjera.
- Servicio externo taller de Metalistería.
- Servicio de Inspección y diagnóstico de equipos.
- Servicio de soldadura corte y mecanizado.
- Servicio de Multi Lance Equipment para intercambiadores.
- Servicio de confort térmico.
- Servicio de descontaminación de equipos.
- Servicio de banco de pruebas de válvulas de seguridad y de control.
- Servicio de análisis de Vibraciones.

## **9.2 COMPONENTES PARA LA ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO.**

El modelo propuesto para la elaboración del presupuesto contempla el valor de las HH (horas hombre) directas, el valor de las HH (horas hombre) indirectas, el

valor de herramientas, equipos mayores, herramientas menores, el valor de servicios especializados, los materiales y los contingentes o reservas.

HH Directas: Hace referencia a todos los recursos que ejecutan labores directamente sobre los activos tales, como metalistas, soldadores, pintores, etc.

HH Indirecta: Hace referencias a los recursos de gerenciamiento, supervisión, coordinación y seguimientos/control.

Herramientas y equipos mayores: Equipos de gran tamaño que ofrecen una ventaja mecánica importante, tales como grúas, camiones, montacargas, equipos de lavado de alta presión, compresores, etc.

Servicios especializados: Son servicios que por su naturaleza debe ser prestados por un especialista en su labor o por el licenciador o dueño de la patente tales como, procesos de consultoría para apagada y descontaminación de la unidad, estabilización y puesta en marcha de una unidad específica, cambios de catalizador en atmosfera inerte, monitoreo electrónico de marcas específicas en turbo-maquinaria, etc.

### **9.3 PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACION DE LAS HH DIRECTAS**

La estimación de las HH directas se obtiene para cada uno de los equipos (TAG) objeto del alcance y para las actividades transversales requeridas para la parada. Para calcular las HH directas requeridas para ejecutar el alcance de la parada de planta, se requiere discriminar todas las actividades requeridas para completar el alcance, incluyendo los recursos requeridos (Metalista, soldador, aislador), cantidad de personas y su duración (en términos de horas).

A continuación se presenta un ejemplo para la ejecución de un trabajo típico de mantenimiento de un intercambiador de calor.

**Foto 1. Intercambiador de calor E2808 – Refinería Barrancabermeja – Ecopetrol S.A**



**Imagen 15. Desarme de Intercambiador.**



La tabla 2 muestra un ejemplo típico de planeación para intercambiadores de calor.

**Tabla 2. Planeación típica HH directas para un intercambiador de calor.**

TAG	ACTIVIDAD	RECURSO	NUMERO DE PERSONAS	DURAC. ACTIVIDAD	TOTAL HH DIRECTAS
				Horas	
E-2808	ALISTAMIENTO	ANDAMIERO	3	3	9
	INSTALACION DE CIEGOS	METALISTA	4	2	8
	RETIRO DE PARTES	METALISTA	4	6	24
	LIMPIEZA DE PARTES PARA INSPECCION	OBRERO	2	6	12
	LIMPIEZA DE CASCO PARA INSPECCION	OBRERO	2	4	8
	INSPECCION DEL EQUIPO	INSPECTOR	2	2	4
	TRABAJOS METALISTAMECANICOS EN PARTES-CASCO-HAZ	METALISTA	2	30	60
	INSTALACION DE HAZ Y PARTES	METALISTA	4	20	80
	PRUEBA HIDROSTATICA	METALISTA	12	2	24
	SAND BLASTING Y PINTURA	PINTOR	2	6	12
	RETIRO DE CIEGOS	METALISTA	4	2	8
	DÉSARMADO Y RETIRO DE ANDAMIOS	ANDAMIERO	3	3	9
	ORDEN Y ASEO	ORBERO	1	1	1
<b>TOTAL HH DIRECTAS</b>					<b>250</b>

La imagen No 16 muestra la cantidad de HH de personal directa de acuerdo a la especialidad y fase de ejecución de la parada de planta para cada uno de los equipos objeto del alcance.

### Imagen 16. Presupuesto mano de obra directa

EJEMPLO DE ESTIMACION DE PRESUPUESTOS PERSONAL DIRECTO PARA UNA PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.										
PLANTA	VISCO REDUCTORA II									
EQUIPO	GLOBAL									
RESUMEN PRESUPUESTO MANO DE OBRA DIRECTA										
ITEM	NOMBRE DEL RECURSO	ESPECIALISTA	No HH HOMBRE	VALOR ESTIMADO HH	ALISTAMIENTO	APAGADA	EJECUCION	ARRANCADA	GUARDIA	CANTIDAD TOTAL (DIAS)
No	MANO DE OBRA INDIRECTA NACIONAL				20	2	12	3	3	
1	H2801 A	METALISTA	8.000	\$ 60.000,00	600		7.400			480.000.000
2	H2801 A	ANDAMIEROS	300	\$ 42.000,00	150		150			12.600.000
3	H2801 A	OBRERO	100	\$ 25.000,00			100			2.500.000
4	H2801 B	METALISTA	8.000	\$ 60.000,00	600		7.400			480.000.000
5	H2801 B	ANDAMIEROS	300	\$ 42.000,00	150		150			12.600.000
6	H2801 B	OBRERO	100	\$ 25.000,00			100			2.500.000
7	T2801	METALISTA	1.500	\$ 60.000,00	30		1.470			90.000.000
8	T2801	OBRERO	500	\$ 25.000,00			500			12.500.000
9	E2808A/B	METALISTA	1.200	\$ 60.000,00			1.200			72.000.000
10	E2808A/B	ANDAMIEROS	50	\$ 42.000,00	25		25			2.100.000
11	E2808A/B	OBRERO	20	\$ 25.000,00			20			500.000
12	Intrumentos	INTRUMENTISTAS	2.200	\$ 55.000,00			2.200			121.000.000
13	Electrico	ELECTRICISTAS	1.200	\$ 55.000,00			1.200			66.000.000
14	Logistia	OBRERO	2.000	\$ 25.000,00	300		1.700			50.000.000
15	Logistia	OPERADORES EQUIPOS	6.000	\$ 55.000,00	200	200	5.200	200	200	330.000.000
16	Apagada	METALISTA	400	\$ 60.000,00		400				24.000.000
17	Apagada	SOLDADOR	60	\$ 65.000,00		60				3.900.000
18	Apagada	INTRUMENTISTAS	120	\$ 55.000,00		120				6.600.000
19	Apagada	ELECTRICISTAS	120	\$ 55.000,00		120				6.600.000
20	Puesta en Marcha	METALISTA	600	\$ 60.000,00				600		36.000.000
21	Puesta en Marcha	SOLDADOR	60	\$ 65.000,00				60		3.900.000
22	Puesta en Marcha	INTRUMENTISTAS	240	\$ 55.000,00				240		13.200.000
23	Puesta en Marcha	ELECTRICISTAS	120	\$ 55.000,00				120		6.600.000
24	Guardia	METALISTA	300	\$ 60.000,00					300	18.000.000
25	Guardia	SOLDADOR	60	\$ 65.000,00					60	3.900.000
26	Guardia	INTRUMENTISTAS	120	\$ 55.000,00					120	6.600.000
27	Guardia	ELECTRICISTAS	120	\$ 55.000,00					120	6.600.000
28	Contingentes	METALISTA	100	\$ 60.000,00			100			6.000.000
29	Contingentes	SOLDADOR	100	\$ 65.000,00			100			6.500.000
30	Contingentes	INTRUMENTISTAS	100	\$ 55.000,00			100			5.500.000
31	Contingentes	ELECTRICISTAS	100	\$ 55.000,00			100			5.500.000
<b>TOTALES</b>					2055,00	900,00	29215,00	1220,00	800,00	\$ 1.893.700.000

La Imagen 16 se encuentra en el anexo C libro cálculo de recurso directo.

#### **9.4 PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACION DE LAS HH INDIRECTAS**

La estimación de recurso de horas hombre indirectas (personal de supervisión, coordinación, planeación, seguimiento/control, etc.) se cuantifica a través de la OBS estimada en la fase de planeación detallada para la ejecución de la parada de planta.

La elaboración de la OBS se construye con base en la cuantificación de trabajo a ejecutar, criticidad de trabajos a ejecutar, criticidad de trabajos a controlar, especialidades a intervenir, ubicaciones físicas de los frentes de trabajo, lecciones aprendidas, requerimientos técnicos y legales propios de los trabajos en plantas de refinación-petroquímica y juicio de expertos para la cuantificación de estos recursos, que permitan tener un control, supervisión y coordinación óptima para cumplir con los parámetros de HSE, costos, tiempos y calidad establecidos por las premisas de la parada de planta.

A continuación se relaciona una estructura típica de personal indirecto para una parada de planta de Viscosreductora II de la refinería de Barrancabermeja Ecopetrol para las fases de alistamiento, ejecución y cierre.

**Imagen 17. Presupuesto mano de obra indirecta.**

EJEMPLO DE ESTIMACION DE PRESUPUESTOS PERSONAL INDIRECTO PARA UNA PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.												
PLANTA	VISCO REDUCTORA II		U2800									
EQUIPO	GLOBAL											
RESUMEN PRESUPUESTO MANO DE OBRA INDIRECTA												
ITEM	NOMBRE DEL RECURSO	UNIDAD	COSTO X UNIDAD	No DE PERSONAS	ALISTAMIENTO	APAGADA	EJECUCION	ARRANCADA	CIERRE	LIQUIDACION	CANTIDAD TOTAL (DIAS)	SUB-TOTAL
No	MANO DE OBRA INDIRECTA NACIONAL				20	2	12	3	8	30		
1	Gerente de la Parada de Planta	DIA	\$ 450.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	75,00	\$ 33.750.000
2	Planeador I	DIA	\$ 330.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	75,00	\$ 24.750.000
3	Programador	DIA	\$ 250.000,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	89,00	\$ 22.250.000
4	Ingeniero de costos	DIA	\$ 200.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	75,00	\$ 15.000.000
5	Coordinador de Seguridad de Proceso	DIA	\$ 200.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		45,00	\$ 9.000.000
6	Coordinador de Ejecución (Superintendente)	DIA	\$ 200.000,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00		79,00	\$ 15.800.000
7	QA/QC Estatico	DIA	\$ 200.000,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	120,00	\$ 24.000.000
8	QA/Qc Especialidades	DIA	\$ 200.000,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90,00	\$ 18.000.000
9	Coordinador HSE	DIA	\$ 200.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		45,00	\$ 9.000.000
10	Inspector HSE	DIA	\$ 200.000,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00		82,00	\$ 16.400.000
11	Rescatista	DIA	\$ 200.000,00	4,00	1,00	4,00	4,00	1,00	1,00		87,00	\$ 17.400.000
12	Gestor de Costos (Cost Tracker)	DIA	\$ 200.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		45,00	\$ 9.000.000
13	Gestor de Tiempos (Timekeeper)	DIA	\$ 120.000,00	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00		70,00	\$ 8.400.000
14	Asistente Gerente (Nivel 5)	DIA	\$ 110.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	75,00	\$ 8.250.000
15	Supervisor H2801A	DIA	\$ 200.000,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		135,00	\$ 27.000.000
16	Supervisor H2801B	DIA	\$ 300.000,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		135,00	\$ 40.500.000
17	Supervisor T2801 /E2808A/B	DIA	\$ 300.000,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90,00	\$ 27.000.000
18	Supervisor Especialidad Instrumentos	DIA	\$ 300.000,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90,00	\$ 27.000.000
19	Supervisor Especialidad Electrico	DIA	\$ 300.000,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90,00	\$ 27.000.000
20	Supervisor Logistico	DIA	\$ 300.000,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90,00	\$ 27.000.000
21	Supervisor movimientos de carga y Equipos	DIA	\$ 300.000,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90,00	\$ 27.000.000
22	Tecnico Gestión de Permisos	DIA	\$ 45.000,00	3,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00		73,00	\$ 3.285.000
<b>TOTALES</b>					34,00	43,00	43,00	37,00	34,00	6,00		<b>\$ 436.785.000</b>

La imagen 17 se encuentra en el anexo C libro cálculo de recurso indirecto.

## 9.5 PROCEDIMIENTO PARA LA ESTIMACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

La imagen 18 muestra la cantidad de equipos requeridos de acuerdo a la planeación detallada para cada una de las fases de la ejecución de la parada, alistamiento, apagada, días mecánicos, arrancada y guardia.

**Imagen 18. Presupuesto equipos y herramientas**

EJEMPLO DE ESTIMACION DE PRESUPUESTOS EQUIPOS PARA UNA PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.										
PLANTA			U2800							
ESTIMACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MAYORES										
ITEM	NOMBRE DEL RECURSO	UNIDAD	COSTO X UNIDAD	ALISTAMIENTO	APAGADA	EJECUCION	ARRANCADA	GUARDIA	CANTIDAD TOTAL	SUB-TOTAL
				20	2	12	3	3		
1	GRUA 40 TON	DIA	\$ 2.500.000,00		1,00	1,00			14,00	\$ 35.000.000,00
2	CAMONETA DOBLE CABINA	DIA	\$ 261.754,13	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	57,00	\$ 14.919.985,35
3	MONTACARGA	DIA	\$ 1.100.000,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	52,00	\$ 57.200.000,00
4	CAMION GRUA	DIA	\$ 1.600.000,00		1,00	1,00	1,00	1,00	20,00	\$ 32.000.000,00
5	TRACTO CAMION	DIA	\$ 1.020.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	40,00	\$ 40.800.000,00
6	CARRO TANQUE	DIA	\$ 1.130.000,00		1,00				2,00	\$ 2.260.000,00
7	CAMION DE VACIO	DIA	\$ 1.200.000,00		1,00				2,00	\$ 2.400.000,00
8	VOLQUE DE 3M3	DIA	\$ 320.000,00			1,00			12,00	\$ 3.840.000,00
9	ESCALERA ELECTRICA	DIA	\$ 2.100.000,00			2,00			24,00	\$ 50.400.000,00
10	TORRE DE ILUMINACION	DIA	\$ 123.000,00		4,00	4,00	4,00		68,00	\$ 8.364.000,00
11	MANLIFT	DIA	\$ 720.000,00						0,00	\$ -
12	MAQUINA DE SOLDAR DIESEL	DIA	\$ 121.961,24	1,00	1,00	1,00	1,00		37,00	\$ 4.512.565,72
13	MODULO DE MAQUINAS DE SOLDADURA ELECTRICA	DIA	\$ 354.084,55	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	76,00	\$ 26.910.426,11
14	COMPRESOR DE 1000 CFM	DIA	\$ 1.191.568,15			3,00			36,00	\$ 42.896.453,32
15	EQUIPO DE AIRE FRESCO	DIA	\$ 716.681,88		2,00		2,00		10,00	\$ 7.166.818,80
16	HIDROJECT DE 25000 Lbs	DIA	\$ 2.230.336,68			4,00			48,00	\$ 107.056.160,68
17	MAQUINA HIDROEXTRACTORA	DIA	\$ 2.530.297,39			0,40			4,80	\$ 12.145.427,46
<b>TOTAL</b>										<b>\$ 447.871.837,44</b>

La imagen 18 se encuentra en el anexo C libro cálculo de recurso equipos y herramientas.

## 9.6 SERVICIOS ESPECIALIZADOS

Para la ejecución de la parada de planta se requiere contar con un servicio especializado en lo concerniente a lavado químico cítrico dentro del proceso de de-coquizados de los serpentines del horno y contenedores para herramientas y materiales presupuestado en \$53'000.000.

**Imagen 19. Presupuesto recurso especializado.**

<b>ESTIMACION DE PRESUPUESTOS DE SERVICIO ESPECIALIZADO VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.</b>				
<b>Item</b>	<b>Actividad Subcontratada</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	LAVADO QUIMICO - CITRICO SERPENTINES A/B PARA LOS HORNOS H2801A/B 4 SERPENTINES	1	Glb	\$ 33.000.000
2	CONTENEDOR DE HERRAMIENTAS	2	Glb	\$ 18.000.000
3	CONTENEDOR DE MATERIALES	1	Glb	\$ 2.000.000
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 53.000.000</b>

La imagen 19 se encuentra en el anexo C libro recurso especializado.

## 9.7 PRESUPUESTO TOTAL

Una vez presupuestado el valor del personal directo, personal indirecto, equipos-herramientas, servicios especializados, se aplica el valor de la administración más la utilidad (AU), aplicado para este modelo un 14%.

A continuación se muestra el consolidado del presupuesto total para la ejecución de la parada de planta.

**Imagen 20. Presupuesto General.**

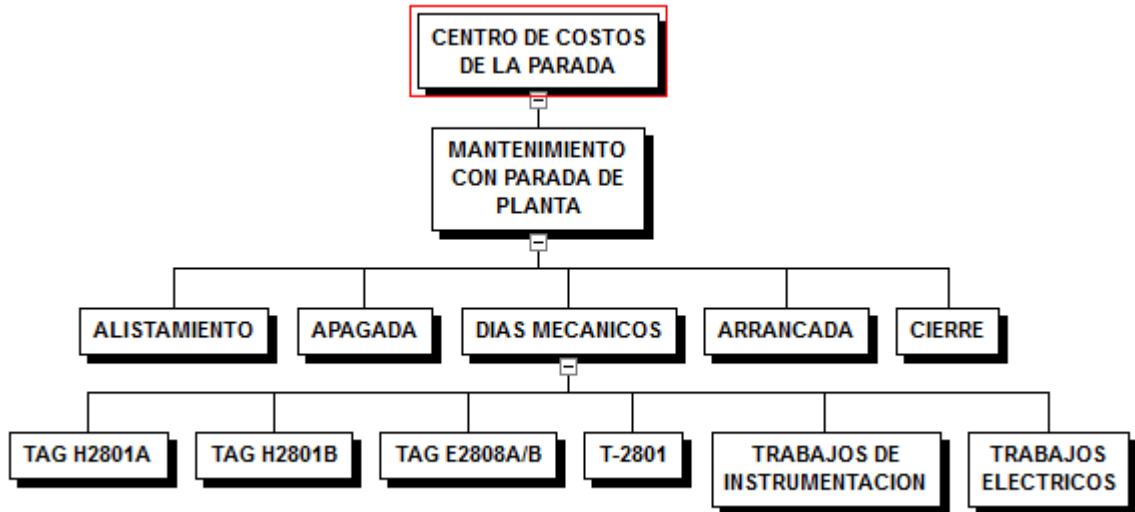
<b>RESUMEN PRESUPUESTOS PARADA DE PLANTA VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.</b>		
<b>Item</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	VALOR PERSONAL DIRECTO	\$ 1.893.700.000
2	VALOR PERSONAL INDIRECTO	\$ 450.285.000
3	VALOR SERVICIOS ESPECIALIZADOS	\$ 53.000.000
4	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	\$ 447.871.837
5	SUBTOTAL	\$ 2.844.856.837
6	A+ U (14%)	\$ 398.279.957
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3.243.136.795</b>

La imagen 20 se encuentra en el anexo C libro presupuesto total.

**9.8 ESTRUCTURA GENERAL DE COSTOS.**

La estructura de costos de la parada debe permitir conocer el presupuesto y los costos asociados a cada uno de los equipos y/o fase de ejecución de la parada de planta, para el caso específico de la unidad de Viscorreductora II, el presupuesto se distribuyó para la fase de alistamiento, fase de ejecución en cada uno de los equipos del alcance, fase de arrancada y fase de cierre, ver imagen 21.

**Imagen 21. Estructura de costos - Presupuesto**



### **9.9 DISTRIBUCIÓN DEL VALOR PRESUPUESTADO POR EQUIPO Y/O FASE.**

Una vez definido el presupuesto, se debe calcular el valor total presupuestado para cada equipo. En esencia, el proceso de elaboración del presupuesto consideró unos recursos directos asignado a cada equipo y unos recursos de manera indirecta que aportan al valor total presupuestado.

A continuación se muestra el valor presupuestado en millones de pesos para cada equipo del caso estudio de la parada de Viscorreductora II de la refinería de Barrancabermeja Ecopetrol S.A

**Tabla 3. Costo distribuido a cada TAG recurso directo y supervisión directa e indirecta**

ITEM					
No	TAG	CANTIDAD DE HH DIRECTAS	VALOR RECURSO DIRECTO	SUPERVISION	
				Supervisión Directa	Supervisión Transversal
1	H2801 A	8400	\$495.100.000	\$40.500.000	\$64.194.033
2	H2801 B	8400	\$495.100.000	\$40.500.000	\$64.194.033
3	T2801	2000	\$102.500.000	\$13.500.000	\$15.284.294
4	E2808A/B	1270	\$74.600.000	\$13.500.000	\$9.705.526
5	Especialidad Instrumentos	2200	\$121.000.000	\$27.000.000	\$16.812.723
6	Especialidad Eléctrico	1200	\$66.000.000	\$27.000.000	\$9.170.576
7	Logística	7.400	\$380.000.000	\$27.000.000	\$56.551.887
8	Apagada	900	\$41.100.000		\$6.877.932
9	Puesta en Marcha	1220	\$59.700.000		\$9.323.419
10	Guardia	800	\$35.100.000		\$6.113.717
11	Contingentes	400	\$23.500.000		\$3.056.859
	<b>TOTAL</b>	<b>34190</b>	<b>\$1.893.700.000</b>	<b>\$189.000.000</b>	<b>\$261.285.000</b>

**Tabla 4. Costo distribuido Equipos directos y transversales para cada TAG**

<b>ITEM</b>						
<b>No</b>	<b>TAG</b>	<b>CANTIDAD DE HH DIRECTAS</b>	<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>			
			<b>Hidroject</b>	<b>Maquina extractora</b>	<b>Grúa de 40 Ton</b>	<b>Resto de Equipos Transversal</b>
1	H2801 A	8400	\$53.528.080		\$17.500.000	\$72.150.632
2	H2801 B	8400	\$53.528.080		\$17.500.000	\$72.150.632
3	T2801	2000				\$17.178.722
4	E2808A/B	1270		\$12.145.427		\$10.908.488
5	Especialidad Instrumentos	2200				\$18.896.594
6	Especialidad Eléctrico	1200				\$10.307.233
7	Logística	7.400				\$63.561.271
8	Apagada	900				\$7.730.425
9	Puesta en Marcha	1220				\$10.479.020
10	Guardia	800				\$6.871.489
11	Contingentes	400				\$3.435.744
	<b>TOTAL</b>	<b>34190</b>	<b>\$107.056.161</b>	<b>\$12.145.427</b>	<b>\$35.000.000</b>	<b>\$293.670.249</b>

**Tabla 5. Costo distribuido de los servicios especializados a cada TAG.**

ITEM				
No	TAG	CANTIDAD DE HH DIRECTAS		
			<b>Servicio Especializado (Lavado Químico)</b>	<b>Servicio Especializado (Contenedores Herramientas y Materiales)</b>
1	H2801 A	8400	\$16.500.000	\$4.913.717
2	H2801 B	8400	\$16.500.000	\$4.913.717
3	T2801	2000		\$1.169.933
4	E2808A/B	1270		\$742.907
5	Especialidad Instrumentos	2200		\$1.286.926
6	Especialidad Eléctrico	1200		\$701.960
7	Logística	7.400		\$4.328.751
8	Apagada	900		\$526.470
9	Puesta en Marcha	1220		\$713.659
10	Guardia	800		\$467.973
11	Contingentes	400		\$233.987
	<b>TOTAL</b>	<b>34190</b>	<b>\$33.000.000</b>	<b>\$20.000.000</b>

**Tabla 6. Costo distribuido a cada TAG totales**

ITEM					
No	TAG	CANTIDAD DE HH DIRECTAS			
			<b>Sub total</b>	<b>A+U (14%)</b>	<b>Total</b>
1	H2801 A	8400	\$764.386.463	\$107.014.105	\$871.400.568
2	H2801 B	8400	\$764.386.463	\$107.014.105	\$871.400.568
3	T2801	2000	\$149.632.948	\$20.948.613	\$170.581.561
4	E2808A/B	1270	\$121.602.350	\$17.024.329	\$138.626.678
5	Especialidad Instrumentos	2200	\$184.996.243	\$25.899.474	\$210.895.717
6	Especialidad Eléctrico	1200	\$113.179.769	\$15.845.168	\$129.024.937
7	Logística	7.400	\$531.441.908	\$74.401.867	\$605.843.775
8	Apagada	900	\$56.234.827	\$7.872.876	\$64.107.702
9	Puesta en Marcha	1220	\$80.216.098	\$11.230.254	\$91.446.352
10	Guardia	800	\$48.553.179	\$6.797.445	\$55.350.624
11	Contingentes	400	\$30.226.590	\$4.231.723	\$34.458.312
	<b>TOTAL</b>	<b>34190</b>	<b>\$2.844.856.837</b>	<b>\$398.279.957</b>	<b>\$3.243.136.795</b>

El anexo C presupuesto por TAG, contiene la data relacionada para el cálculo detallado de las tablas 3 al 6.

### **9.10 CURVA S DE COSTOS**

Para la elaboración de la curva S de costos de la parada de planta, se distribuyeron los costos para cada una de las fases de alistamiento, apagada, días mecánicos, arrancada, guardia-cierre, liquidación de acuerdo al PDT elaborado en la fase de planeación detallada.

En anexo C Costos por fase, contiene la información detallada de los costos presupuestados para las fases de alistamiento, apagada, días mecánicos, arrancada, guardia/cierre y liquidación.

La Tabla 7 muestra la distribución el resumen del valor presupuestados para cada fase una de las fases.

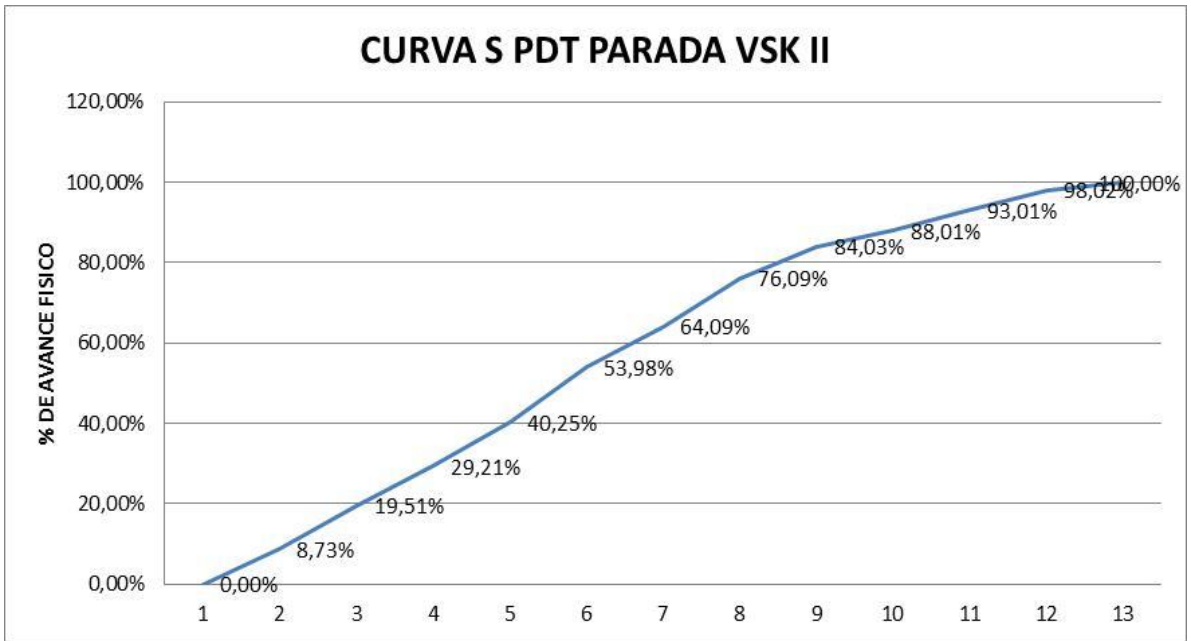
**Tabla 7. Valor presupuestado para cada fase de la parada de planta.**

<b>FASE DE LA PARADA DE PLANTA</b>	<b>VALOR</b>	<b>%</b>
FASE DE ALISTAMIENTO	\$379.854.838,14	11,71%
FASE DE APAGADA	\$145.897.012,60	4,50%
FASE DE DIAS MECANICOS	\$2.386.309.256,73	73,58%
FASE DE ARRANCADA	\$134.189.118,90	4,14%
FASE DE GUARDIA Y CIERRE	\$144.218.568,30	4,45%
FASE DE LIQUIDACION	\$52.668.000,00	1,62%
<b>TOTAL</b>	<b>\$3.243.136.794,68</b>	

La distribución del presupuesto para las fases de alistamiento, apagada, arrancada, guardia-cierre y liquidación corresponde a una distribución lineal de los costos de los recursos pactados (indirectos y directos), excepto para la fase de ejecución. Para el caso de la fase de ejecución, esta distribución corresponde a la línea base de los trabajos programados a ejecutar, de acuerdo al PDT (plan detallado de trabajo).

La siguiente grafica ilustra la curva S de para la fase de ejecución.

**Grafica 7. Curva S de avance físico – Línea Base**



La siguiente Grafica 7 ilustra la curva S de costos de todas las fases de la parada de planta y servirá como línea base de costos para el seguimiento y control de la parada de planta.

**Grafica 8. Curva S de costo parada de planta VSK II.**



El anexo C Grafica 8 de costos contiene la data relacionada para elaboración de la curva S y los y relaciona los datos extraídos del PDT para la curva S de avance físico de la gráfica 7.

## **10 PROCEDIMIENTO PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PRESUPUESTO EN LA FASE DE ALISTAMIENTO, EJECUCION Y CIERRE DE LA PARADA DE PLANTA**

### **10.1 MONITOREO DE LOS RECURSOS.**

Una vez se inicia el proceso de alistamiento de parada de planta, se debe hacer seguimiento de los recursos pactados y presupuestados en la fase de planeación detallada, frente a los recursos realmente utilizados en la ejecución de la obra.

### **10.2 AVANCE DE OBRA.**

Los avances de obra se deben comparar frente a los avance físicos programados según el PDT detallado. De existir desviaciones con respecto al plan, se debe identificar la causa que están generando las desviaciones. Algunas de las causas se pueden identificar en el no cumplimiento de las cantidades de recursos pactados, falta de oportunidad de los recursos programados, malas estimaciones para las duraciones de actividades, fallas en la red lógica de programación, acciones externas como lluvias y actividades sindicales.

### **10.3 MÉTRICAS A EVALUAR.**

Durante las fases de alistamiento, ejecución y cierre de la parada de planta se inicia el control de la obra en la gestión de costos y gestión de tiempos por medio de las métricas establecidas para la parada de planta.

En la tabla 8 se relacionan las métricas utilizadas durante la parada de planta:

**Tabla 8. Métricas de seguimiento y control.**

<b>METRICA</b>	<b>DEFINICION</b>	<b>FORMULA</b>
PV	Planned value - Valor planeado	Data de la parada de planta.
EV	Earned value - Valor ganado	Data de la parada de planta.
AC	Actual cost - Costo actual	Data de la parada de planta.
SV	Schedule variation - Variación del programa	$SV= EV - PV$
CV	Costo variation - Variación de costos	$CV=EV - AC$
SPI	Schedule performance index - Índice de rendimiento del programa	$SPI= EV/PV$
CPI	Cost performance index - Índice de rendimiento de programación.	$CPI= EV/AC$
CSI	Cost performance index - Índice costo de programación	$CSI= SPI*CPI$

#### **10.4 RESULTADOS SEGUIMIENTO Y CONTROL.**

Durante la fase de ejecución se presentó una recomendación que afectó el presupuesto en \$200 millones de pesos, lo que generó un aumento en los costos con respecto a la línea base. A continuación se muestra la gráfica 9 los valores obtenidos para el VP, EV y AC.

**Grafica 9. Resultados del Seguimiento y Control (VP, EV, AC).**



Adicionalmente a las métricas anteriores, se calculó el SV, CV, SPI, CPI, CS, en las tablas 9, 10 y 11 se relacionan los valores para la fase de ejecución (días mecánicos) de la parada de planta.

**Tabla 9. Métricas fase días mecánicos (DM) 1 al 4**

	DM 1	DM 2	DM 3	DM 4
<b>VP – VALOR PLANEADO</b>	\$ 734.076.649	\$ 991.320.787	\$ 1.222.792.785	\$ 1.486.241.327
<b>EV – VALOR GANADO</b>	\$ 728.084.210	\$ 973.265.352	\$ 1.174.015.520	\$ 1.427.304.503
<b>AC-COSTOS ACTUALES</b>	\$ 734.076.649	\$ 991.320.787	\$ 1.222.792.785	\$ 1.686.241.327
<b>SV – VARIACION DEL PROGRAMA</b>	\$ (5.992.438)	\$ (18.055.435)	\$ (48.777.265)	\$ (58.936.823)
<b>CV – VARIACION DE LOS COSTOS</b>	\$ (5.992.438)	\$ (18.055.435)	\$ (48.777.265)	\$ (258.936.823)
<b>SPI</b>	0,99	0,98	0,96	0,96
<b>CPI</b>	0,99	0,98	0,96	0,85
<b>CSI</b>	0,98	0,96	0,92	0,81

**Tabla 10. Métricas fase días mecánicos (DM) 5 al 8**

	<b>DM 5</b>	<b>DM 6</b>	<b>DM 7</b>	<b>DM 8</b>
<b>VP – VALOR PLANEADO</b>	\$ 1.813.881.588	\$ 2.055.137.453	\$ 2.341.494.564	\$ 2.530.967.519
<b>EV – VALOR GANADO</b>	\$ 1.755.834.261	\$ 2.039.608.730	\$ 2.306.518.888	\$ 2.465.756.905
<b>AC-COSTOS ACTUALES</b>	\$ 2.013.881.588	\$ 2.255.137.453	\$ 2.541.494.564	\$ 2.730.967.519
<b>SV – VARIACION DEL PROGRAMA</b>	\$ (58.047.327)	\$ (15.528.723)	\$ (34.975.676)	\$ (65.210.614)
<b>CV – VARIACION DE LOS COSTOS</b>	\$ (258.047.327)	\$ (215.528.723)	\$ (234.975.676)	\$ (265.210.614)
<b>SPI</b>	0,97	0,99	0,99	0,97
<b>CPI</b>	0,87	0,90	0,91	0,90
<b>CSI</b>	0,84	0,90	0,89	0,88

**Tabla 11. Métricas fase días mecánicos (DM) 9 al 12**

	<b>DM 9</b>	<b>DM 10</b>	<b>DM 11</b>	<b>DM 12</b>
<b>VP – VALOR PLANEADO</b>	\$ 2.625.942.628	\$ 2.745.258.090	\$ 2.864.812.184	\$ 2.912.061.107
<b>EV – VALOR GANADO</b>	\$ 2.565.969.832	\$ 2.696.668.245	\$ 2.814.718.424	\$ 2.858.825.085
<b>AC-COSTOS ACTUALES</b>	\$ 2.825.942.628	\$ 2.945.258.090	\$ 3.064.812.184	\$ 3.112.061.107
<b>SV – VARIACION DEL PROGRAMA</b>	\$ (59.972.796)	\$ (48.589.846)	\$ (50.093.760)	\$ (53.236.023)
<b>CV – VARIACION DE LOS COSTOS</b>	\$ (259.972.796)	\$ (248.589.846)	\$ (250.093.760)	\$ (253.236.023)
<b>SPI</b>	0,98	0,98	0,98	0,98
<b>CPI</b>	0,91	0,92	0,92	0,92
<b>CSI</b>	0,89	0,90	0,90	0,90

El anexo C Métricas S –C contiene los cálculos detallados de los resultados obtenidos en el proceso de seguimiento y control a las métricas establecidas.

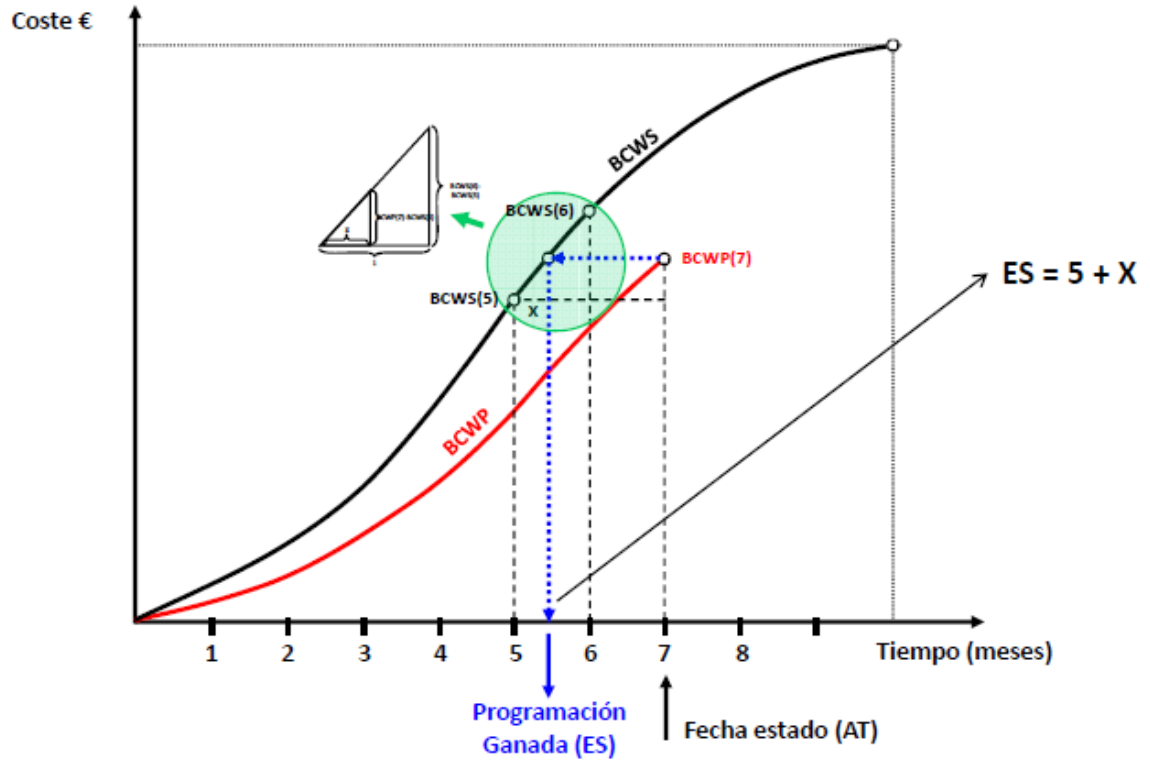
## **10.5 PROGRAMACION GANADA**

Es una práctica emergente que solventa las falencias que presenta el valor ganado en lo referente al cronograma proyecto, el cual define de manera clara el adelanto o atraso del mismo.



### 10.5.1 Cálculo de Programación Ganada (ES)

Grafica 11. Cálculo de la programación ganada (ES)



Continuado con el ejemplo, el dato de programación ganada gráficamente se evidencia que el valor del ES es igual a  $5+X$ , para el cálculo del valor de  $X$  acude a la relación de triángulos donde se tiene la siguiente formulación indicada en la imagen 21.

Imagen 22. Formulación para el cálculo del valor X en programación ganada (ES).

$$ES(7) = 5 + \frac{BCWP(7) - BCWS(5)}{BCWS(6) - BCWS(5)}$$

$$\frac{BCWS(6) - BCWS(5)}{BCWP(7) - BCWS(5)} = \frac{1}{X}$$

Donde se tiene que n corresponde al periodo del valor inmediatamente anterior de lo ganado.

Imagen 23. Formula de programación ganada (ES)

$$ES(AT) = n + \frac{BCWP(AT) - BCWS(n)}{BCWS(n+1) - BCWS(n)}$$

Donde  $n$  es el periodo para el que:

$$BCWS(n) \leq BCWP(AT)$$

**10.5.2 Aplicación del concepto de Programación Ganada (ES) a los días mecánicos parada de planta VSKII.** Con base en los conceptos anteriores, se procedió a realizar el cálculo de programación ganada en la parada de planta para la fase de los días mecánicos donde se obtuvo la siguiente información.

**Tabla 12. Calculo de Programación ganada Días mecánicos DM 1 al 4**

	DIAS MECANICOS				
	DM 0	DM1	DM2	DM3	DM4
<b>VP - VALOR PLANEADO</b>	\$ 525.751.850,75	\$ 734.076.648,86	\$ 991.320.786,74	\$ 1.222.792.784,64	\$ 1.486.241.326,58
<b>EV - VALOR GANADO</b>	\$ 528.631.297,53	\$ 728.084.210,41	\$ 973.265.352,08	\$ 1.174.015.519,67	\$ 1.427.304.503,34
<b>AC-COSTOS ACTUALES</b>	\$ 525.751.850,75	\$ 734.076.648,86	\$ 991.320.786,74	\$ 1.222.792.784,64	\$ 1.686.241.326,58
<b>SV - VARIACION DEL PROGRAMA</b>	\$ 2.879.446,79	\$ (5.992.438,45)	\$ (18.055.434,65)	\$ (48.777.264,96)	\$ (58.936.823,24)
<b>CV - VARIACION DE LOS COSTOS</b>	\$ 2.879.446,79	\$ (5.992.438,45)	\$ (18.055.434,65)	\$ (48.777.264,96)	\$ (258.936.823,24)
<b>SPI</b>	1,01	0,99	0,98	0,96	0,96
<b>CPI</b>	1,01	0,99	0,98	0,96	0,85
<b>CSI</b>	1,01	0,98	0,96	0,92	0,81
<b>n</b>	-	0	1	2	3
<b>PROGRAMACION GANADA</b>		0,97	1,93	2,79	3,78

**Tabla 13. Calculo de Programación ganada Días mecánicos DM 5 al 8.**

	DIAS MECANICOS			
	DM5	DM6	DM7	DM8
<b>VP - VALOR PLANEADO</b>	\$ 1.813.881.587,53	\$ 2.055.137.453,39	\$ 2.341.494.564,20	\$ 2.530.967.519,18
<b>EV - VALOR GANADO</b>	\$ 1.755.834.260,64	\$ 2.039.608.730,17	\$ 2.306.518.888,38	\$ 2.465.756.905,00
<b>AC-COSTOS ACTUALES</b>	\$ 2.013.881.587,53	\$ 2.255.137.453,39	\$ 2.541.494.564,20	\$ 2.730.967.519,18
<b>SV - VARIACION DEL PROGRAMA</b>	\$ (58.047.326,89)	\$ (15.528.723,21)	\$ (34.975.675,82)	\$ (65.210.614,18)
<b>CV - VARIACION DE LOS COSTOS</b>	\$ (258.047.326,89)	\$ (215.528.723,21)	\$ (234.975.675,82)	\$ (265.210.614,18)
<b>SPI</b>	0,97	0,99	0,99	0,97
<b>CPI</b>	0,87	0,90	0,91	0,90
<b>CSI</b>	0,84	0,90	0,89	0,88
<b>n</b>	4	5	6	7
<b>PROGRAMACION GANADA</b>	4,82	5,94	6,88	7,66

**Tabla 14. Calculo de Programación ganada Días mecánicos DM 9 al 12.**

	DIA MECANICO			
	DM9	DM10	DM11	DM12
<b>VP - VALOR PLANEADO</b>	\$ 2.625.942.627,60	\$ 2.745.258.090,43	\$ 2.864.812.184,20	\$ 2.912.061.107,48
<b>EV - VALOR GANADO</b>	\$ 2.565.969.831,95	\$ 2.696.668.244,78	\$ 2.814.718.424,10	\$ 2.858.825.084,51
<b>AC-COSTOS ACTUALES</b>	\$ 2.825.942.627,60	\$ 2.945.258.090,43	\$ 3.064.812.184,20	\$ 3.112.061.107,48
<b>SV - VARIACION DEL PROGRAMA</b>	\$ (59.972.795,65)	\$ (48.589.845,66)	\$ (50.093.760,09)	\$ (53.236.022,97)
<b>CV - VARIACION DE LOS COSTOS</b>	\$ (259.972.795,65)	\$ (248.589.845,66)	\$ (250.093.760,09)	\$ (253.236.022,97)
<b>SPI</b>	0,98	0,98	0,98	0,98
<b>CPI</b>	0,91	0,92	0,92	0,92
<b>CSI</b>	0,89	0,90	0,90	0,90
<b>n</b>	8	9	10	10
<b>PROGRAMACION GANADA</b>	8,37	9,59	10,58	10,95

Del análisis de los resultados obtenido de programación ganada para la parada de planta en términos generarles siempre estuvo en el periodo anterior excepto hacia el día mecánico 12 donde el resultado de la programación ganada estuvo ubicada sobre el día mecánico 10.95.

El anexo C Métricas S –C contiene los cálculos detallados de los resultados obtenidos en el proceso de seguimiento y control para la programación ganada.

## 10.6 REGISTRO FOTOGRÁFICO – EJECUCIÓN DE LA PARADA DE PLANTA.

**Foto 2. Limpieza a serpentines de Horno H2801 A/B**



**Foto 3. Proceso de Vaporizado Intercambiadores VSKII**



**Foto 4. Retiro de haces de tubos**



El anexo C Proceso para la elaboración del presupuesto y seguimiento y control, contiene las tablas del capítulo 9 y 10.

## 11. CONCLUSIONES.

- El modelo de gestión de costos desarrollado, permite tener el control de los costos en todas las fases del proceso de paradas de planta con la utilización de algunas herramientas del PMI.
- El procedimiento desarrollado para la elaboración del presupuesto integra los recursos, directos, indirectos, equipos/herramientas y recursos especializados.
- El procedimiento para el seguimiento y control del presupuesto permite conocer el PV, EV, AC, SV, CV, SPI, CPI, CSI, ES.
- El modelo de gestión de costos implementado para el seguimiento y control permitió ejecutar la obra en \$3.443 millones de pesos siendo inferior al valor asignado por el caso de negocio \$4.692 millones como valor óptimo.
- El modelo permite hacer gestión oportuna durante la ejecución de la parada de planta en las desviaciones en el presupuesto y aplicando la herramienta de programación ganada permite estimar la desviación en la duración de la entrega de la unidad para ser operada, este indicador es de mucha importancia durante el gerenciamiento de parada de planta, por el lucro cesante de la unidad.

## 12. RECOMENDACIONES.

- Crear conciencia por parte de las coordinaciones técnicas de los impactos generados en las solicitudes de recomendación de mantenimiento en paradas de planta y su correlación con el caso de negocio optimizando el alcance de los mantenimientos y haciendo únicamente lo estrictamente necesario para mantener la operación de la unidad de manera confiable y segura.
- El método de presupuestación en la fase de planeación detallada, debe permitir conocer parada cada activo (TAG) intervenido el valor de los recursos directos, indirectos y transversales teniendo un valor estimado real a capitalizar en cada activo de la unidad operativa.
- El modelo de gestión de costos permite tener un proceso sistemático para la planificación y seguimiento de los costos en cada una de las fases y relaciona las variables significativas a tener en cuenta tanto en las entradas y las salidas de cada fase.

## BIBLIOGRAFIA.

CASTILLO ALCOCER Vivian & BONILLA ESCOBAR Fernando Omar, “Modelo de Seguimiento para el Control de Horas Hombre y Control de Costos en Proyectos de Construcción Desarrollado por Montajes Morelco S.A” Bucaramanga 2013 (Monografía para optar el Título de Especialista en Evaluación Y Gerencia de Proyectos U.I.S).

COLOMBIA PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA. Decreto 1173 de 1991: por el cual se expiden normas sobre regulación de la política cafetera y se dictan otras disposiciones.[en línea] [citado 16 noviembre de 2015] disponible en: [http://legal.legis.com.co/document?obra=legcol&document=legcol\\_759920413d65f034e0430a010151f034](http://legal.legis.com.co/document?obra=legcol&document=legcol_759920413d65f034e0430a010151f034)

DURAN Bernardo “Gestión de Mantenimiento Bajo Estándar Internacional Norma PASS 55) Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/PAS55.pdf>, 2010)

ECOPETROL S.A “Proceso de Mantenimiento Mayor “ sistema de Información ARIS, (Barrancabermeja 201

FORTICH ESPINOSA Andrea Margarita , Actualización al Manual de Procesos de Paradas de Planta de la Refinería de Cartagena Bucaramanga 2008 (Tesis de Grado para optar título de Ingeniero Mecánico U.I.S).

GOMEZ BRAVO Oscar. Contabilidad de costos. Editorial MC Graw Hill. Santa fe de Bogotá. 2013. P 125

HARRINGTON, H. James. Mejoramiento de Procesos de la Empresa. Editorial Mc Graw Hill. Santa Fe de Bogotá. 1998.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas técnicas para la presentación de trabajos de investigación. Segunda actualización. Santafé de Bogotá D.C. ICONTEC 2009. NTC1486

MUÑOZ MENDOZA Gina Zuley & LOPEZ RODRIGUEZ José Luis, 2009) “Guía para Realizar el Proceso de Planificación y Programación para el Mantenimiento con Parada de Planta de la Gerencia General de la Refinería de Barrancabermeja de Ecopetrol S.A” Bucaramanga 2009 (Monografía para optar el título de especialista en Gerencia de Mantenimiento U.I.S)

OJEDA Daniel. Cunicultura Universidad. Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, UTN-FRBA, Argentina. - 23 de Octubre de 2007. - [En línea] [en línea] [citado 10 de diciembre de 2015] Disponible en: <https://www.engormix.com/MA-cunicultura/articulos/estudio-mercado-consumidor-carne-t1800/124-p0.htm>.

ORTIZ PIMIETNO, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. Ediciones UIS. P 143

PINILLA. JESSICA Mejoramiento de los procesos productivos de la línea suturas y ropa quirúrgica e implementación del software Factory. Bucaramanga año 2010

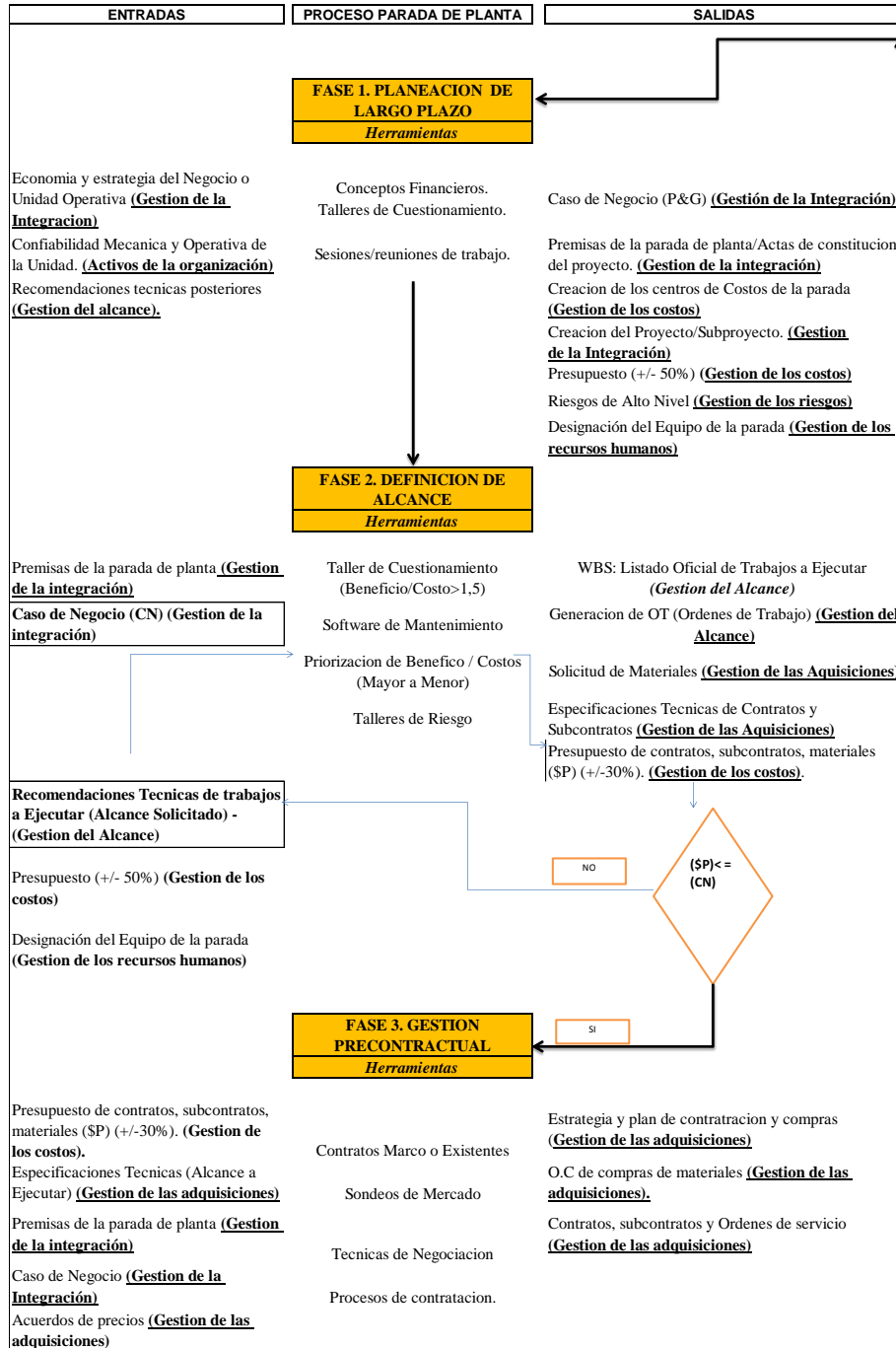
PROJECT MANAGMENT INSTITUTE (PMI) “Guía de los Fundamentos de la Gestión de Proyectos” PMBOK Quinta Edición (Instituto Nacional Estadunidense de Estándares, 2013)

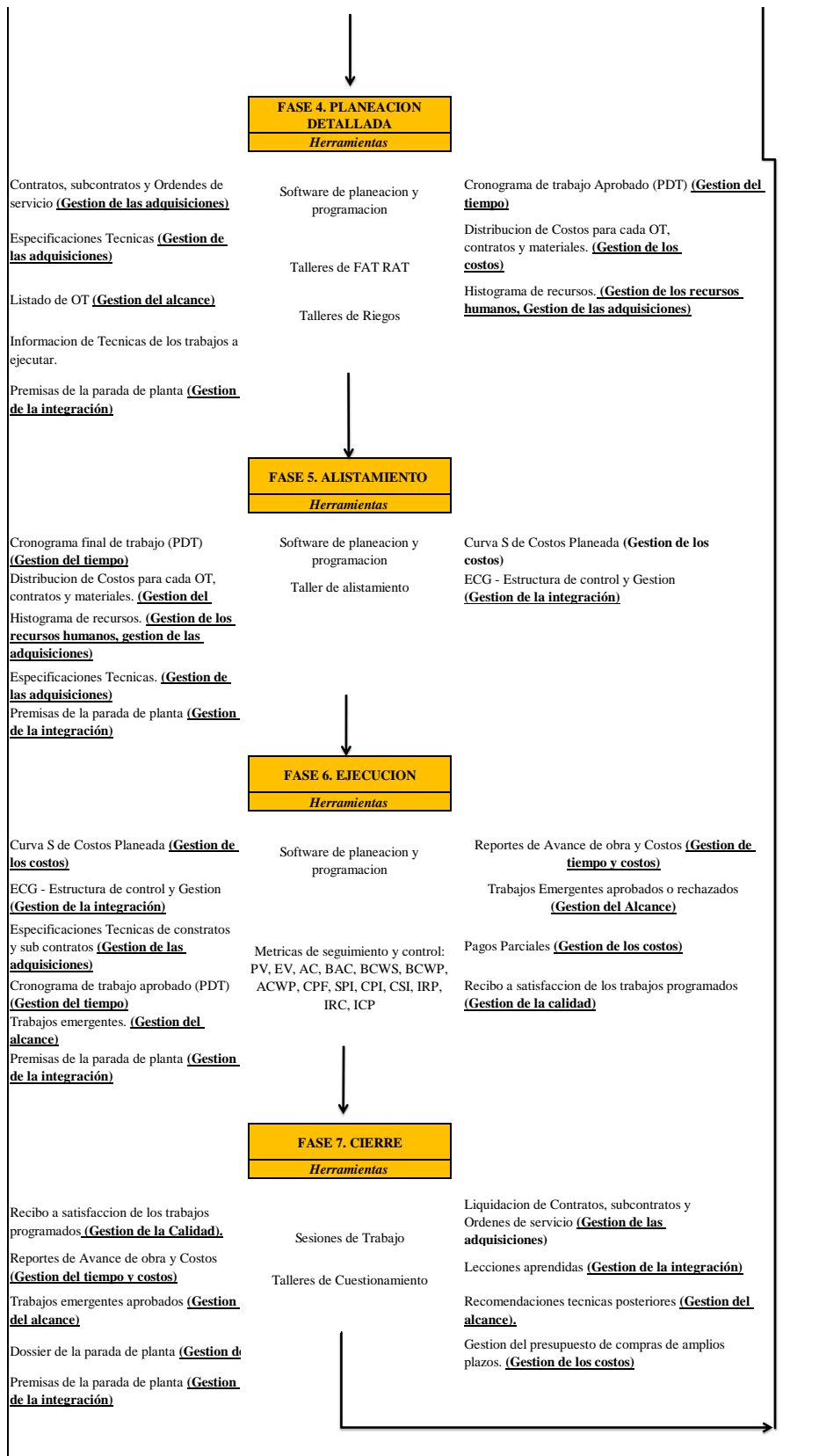
RINCON Carlos Augusto. Villareal Fernando. Costos Decisiones Empresariales. Eco ediciones. Segunda reimpresión Bogotá, 2011.

SANDOVAL AMADO Alirio & ORTIZ ARDILA Jhon , “Gerencia del Proyecto “ Servicio de Mantenimiento Mecánico, Eléctrico e Instrumentación para la Parada de Planta U-650 de la Gerencia Refinería Barrancabermeja de Ecopetrol S.A” Bucaramanga 2013 (Monografía para optar el Título de Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos U.I.S)

## ANEXOS

### ANEXO A. MODELO DE GESTION DE COSTOS EN PARADAS DE PLANTA





## ANEXO B CASO DE NEGOCIO

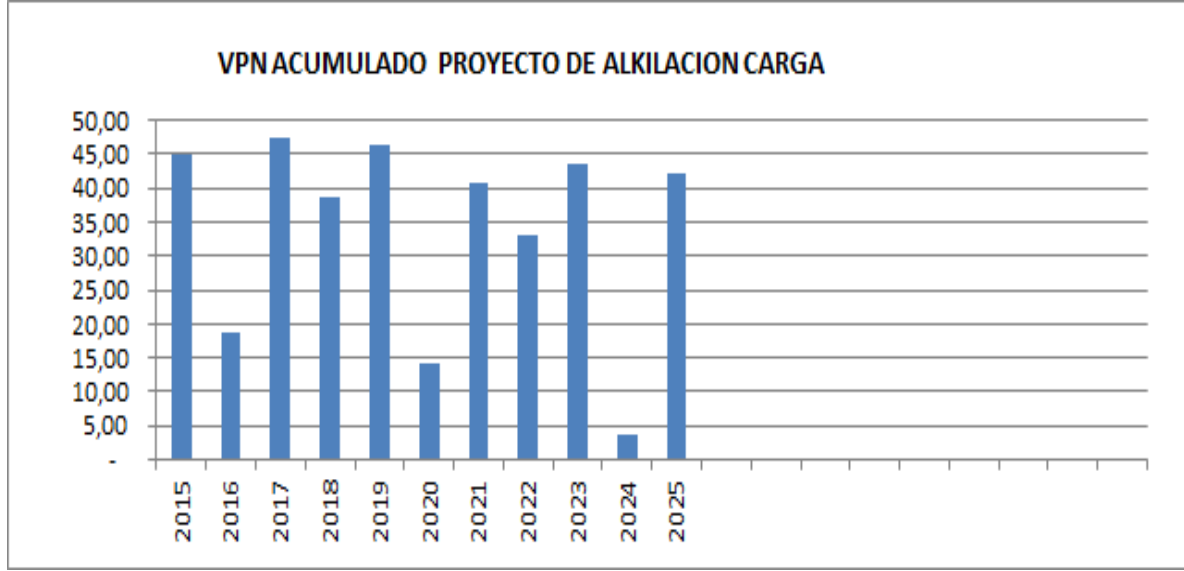
### MODELO FINANCIERO

Cifras en US\$ millones 2010 a menos que se indique lo contrario

#### ANEXO 2 CASO DE NEGOCIO

#### Flujo de Caja Libre

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Ingresos	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8	117,8
Costos	(21,3)	(21,9)	(22,6)	(23,4)	(24,3)	(25,3)	(26,3)	(27,3)	(28,4)	(29,6)	(30,8)
<b>Margen Bruto</b>	<b>96,5</b>	<b>95,9</b>	<b>95,1</b>	<b>94,3</b>	<b>93,4</b>	<b>92,5</b>	<b>91,5</b>	<b>90,4</b>	<b>89,3</b>	<b>88,2</b>	<b>86,9</b>
Gastos Administrativos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>EBITDA</b>	<b>96,5</b>	<b>95,9</b>	<b>95,1</b>	<b>94,3</b>	<b>93,4</b>	<b>92,5</b>	<b>91,5</b>	<b>90,4</b>	<b>89,3</b>	<b>88,2</b>	<b>86,9</b>
Depreciación	22,26	22,26	22,26	22,26	22,26	22,26	22,26	22,26	22,26	22,26	22,26
<b>EBIT</b>	<b>74,2</b>	<b>73,6</b>	<b>72,9</b>	<b>72,1</b>	<b>71,2</b>	<b>70,2</b>	<b>69,2</b>	<b>68,2</b>	<b>67,1</b>	<b>65,9</b>	<b>64,7</b>
Impuestos	26,0	25,8	25,5	25,2	24,9	24,6	24,2	23,9	23,5	23,1	22,6
<b>UTILIDAD NETA (NOPAT)</b>	<b>48,25</b>	<b>47,86</b>	<b>47,37</b>	<b>46,83</b>	<b>46,26</b>	<b>45,66</b>	<b>45,00</b>	<b>44,31</b>	<b>43,59</b>	<b>42,83</b>	<b>42,03</b>
	<b>44,89</b>	<b>18,79</b>	<b>47,37</b>	<b>38,74</b>	<b>46,26</b>	<b>14,18</b>	<b>40,76</b>	<b>32,91</b>	<b>43,59</b>	<b>3,63</b>	<b>42,03</b>
VPN acumulado	44,89	63,68	111,05	149,79	196,05	210,23	250,98	283,89	327,48	331,12	373,15
TIR											
VPN (Tasa= 11,11%)	<b>\$ 239,37</b>										



**ANEXO C. PROCESO PARA LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO Y SEGUIMIETNO Y CONTROL CAPITULO 9 Y 10**

**CALCULO DE RECURSOS DIRECTOS**

ESTIMACION DE PRESUPUESTOS PERSONAL DIRECTO PARA UNA PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.										
PLANTA	VISCO REDUCTORA II									
EQUIPO	GLOBAL									
RESUMEN PRESUPUESTO MANO DE OBRA DIRECTA										
ITEM	NOMBRE DEL RECURSO	ESPECIALISTA	No HH HOMBRE	VALOR ESTIMADO HH	ALISTAMIENTO	APAGADA	EJECUCION	ARRANCADA	GUARDIA	CANTIDAD TOTAL (DIAS)
No	MANO DE OBRA INDIRECTA NACIONAL				20	2	12	3	3	
1	H2801 A	METALISTA	8.000	\$ 60.000,00	600		7.400			480.000.000
2	H2801 A	ANDAMIEROS	300	\$ 42.000,00	150		150			12.600.000
3	H2801 A	OBRERO	100	\$ 25.000,00			100			2.500.000
4	H2801 B	METALISTA	8.000	\$ 60.000,00	600		7.400			480.000.000
5	H2801 B	ANDAMIEROS	300	\$ 42.000,00	150		150			12.600.000
6	H2801 B	OBRERO	100	\$ 25.000,00			100			2.500.000
7	T2801	METALISTA	1.500	\$ 60.000,00	30		1.470			90.000.000
8	T2801	OBRERO	500	\$ 25.000,00			500			12.500.000
9	E2808A/B	METALISTA	1.200	\$ 60.000,00			1.200			72.000.000
10	E2808A/B	ANDAMIEROS	50	\$ 42.000,00	25		25			2.100.000
11	E2808A/B	OBRERO	20	\$ 25.000,00			20			500.000
12	Instrumentos	INTRUMENTISTAS	2.200	\$ 55.000,00			2.200			121.000.000
13	Electrico	ELECTRICISTAS	1.200	\$ 55.000,00			1.200			66.000.000
14	Logistia	OBRERO	2.000	\$ 25.000,00	300		1.700			50.000.000
15	Logistia	OPERADORES EQUIPOS	6.000	\$ 55.000,00	200	200	5.200	200	200	330.000.000
16	Apagada	METALISTA	400	\$ 60.000,00		400				24.000.000
17	Apagada	SOLDADOR	60	\$ 65.000,00		60				3.900.000
18	Apagada	INTRUMENTISTAS	120	\$ 55.000,00		120				6.600.000
19	Apagada	ELECTRICISTAS	120	\$ 55.000,00		120				6.600.000
20	Puesta en Marcha	METALISTA	600	\$ 60.000,00				600		36.000.000
21	Puesta en Marcha	SOLDADOR	60	\$ 65.000,00				60		3.900.000
22	Puesta en Marcha	INTRUMENTISTAS	240	\$ 55.000,00				240		13.200.000
23	Puesta en Marcha	ELECTRICISTAS	120	\$ 55.000,00				120		6.600.000
24	Guardia	METALISTA	300	\$ 60.000,00					300	18.000.000
25	Guardia	SOLDADOR	60	\$ 65.000,00					60	3.900.000
26	Guardia	INTRUMENTISTAS	120	\$ 55.000,00					120	6.600.000
27	Guardia	ELECTRICISTAS	120	\$ 55.000,00					120	6.600.000
28	Contingentes	METALISTA	100	\$ 60.000,00			100			6.000.000
29	Contingentes	SOLDADOR	100	\$ 65.000,00			100			6.500.000
30	Contingentes	INTRUMENTISTAS	100	\$ 55.000,00			100			5.500.000
31	Contingentes	ELECTRICISTAS	100	\$ 55.000,00			100			5.500.000
<b>TOTALES</b>					2055,00	900,00	29215,00	1220,00	800,00	\$ 1.893.700.000

## CALCULO DE RECURSO INDIRECTO

ESTIMACION DE PRESUPUESTOS PERSONAL INDIRECTO PARA UNA PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPEPETROL SA.												
PLANTA	VISCO REDUCTORA II		U2800									
EQUIPO	GLOBAL											
RESUMEN PRESUPUESTO MANO DE OBRA INDIRECTA												
ITEM	NOMBRE DEL RECURSO	UNIDAD	COSTO X UNIDAD	No DE PERSONAS	ALUSTAMIENTO	APAGADA	EJECUCION	ARRANCADA	CIERRE	LIQUIDACION	CANTIDAD TOTAL (DIAS)	SUB-TOTAL
<b>No</b>	<b>MANO DE OBRA INDIRECTA NACIONAL</b>				<b>20</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>30</b>		
1	Gerente de la Parada de Planta	DIA	\$ 450.000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	75	\$ 33.750.000
2	Planeador I	DIA	\$ 330.000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	75	\$ 24.750.000
3	Programador	DIA	\$ 250.000	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	89	\$ 22.250.000
4	Ingeniero de costos	DIA	\$ 200.000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	75	\$ 15.000.000
5	Coordinador de Seguridad de Proceso	DIA	\$ 200.000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		45	\$ 9.000.000
6	Coordinador de Ejecución (Superintendente)	DIA	\$ 200.000	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00		79	\$ 15.800.000
7	QA/QC Estatico	DIA	\$ 200.000	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	120	\$ 24.000.000
8	QA/QcC Especialidades	DIA	\$ 200.000	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90	\$ 18.000.000
9	Coordinador HSE	DIA	\$ 200.000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		45	\$ 9.000.000
10	Inspector HSE	DIA	\$ 200.000	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00		82	\$ 16.400.000
11	Rescatista	DIA	\$ 200.000	4,00	1,00	4,00	4,00	1,00	1,00		87	\$ 17.400.000
12	Gestor de Costos (Cost Tracker)	DIA	\$ 200.000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		45	\$ 9.000.000
13	Gestor de Tiempos (Timekeeper)	DIA	\$ 120.000	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00		70	\$ 8.400.000
14	Asistente Gerente (Nivel 5)	DIA	\$ 110.000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	75	\$ 8.250.000
15	Supervisor H2801A	DIA	\$ 300.000	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		135	\$ 40.500.000
16	Supervisor H2801B	DIA	\$ 300.000	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		135	\$ 40.500.000
17	Supervisor T2801 /E2808A/B	DIA	\$ 300.000	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90	\$ 27.000.000
18	Supervisor Especialidad Instrumentos	DIA	\$ 300.000	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90	\$ 27.000.000
19	Supervisor Especialidad Electrico	DIA	\$ 300.000	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90	\$ 27.000.000
20	Supervisor Logistico	DIA	\$ 300.000	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90	\$ 27.000.000
21	Supervisor movimientos de carga y Equipos	DIA	\$ 300.000	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		90	\$ 27.000.000
22	Tecnico Gestión de Permisos	DIA	\$ 45.000	3,00	1,00	3,00	3,00	1,00	1,00		73	\$ 3.285.000
<b>TOTALES</b>					<b>34,00</b>	<b>43,00</b>	<b>43,00</b>	<b>37,00</b>	<b>34,00</b>	<b>6,00</b>		<b>\$ 450.285.000</b>

## CALCULO DE RECURSO EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

ESTIMACION DE PRESUPUESTOS EQUIPOS PARA UNA PARADA DE PLANTA DE LA UNIDAD DE VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.										
PLANTA			U2800							
ESTIMACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MAYORES										
ITEM	NOMBRE DEL RECURSO	UNIDAD	COSTO X UNIDAD	ALISTAMIENTO	APAGADA	EJECUCION	ARRANCADA	GUARDIA	CANTIDAD TOTAL	SUB-TOTAL
				20	2	12	3	3		
1	GRUA 40 TON	DIA	\$ 2.500.000,00		1,00	1,00			14,00	\$ 35.000.000,00
2	CAMIONETA DOBLE CABINA	DIA	\$ 261.754,13	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	57,00	\$ 14.919.985,35
3	MONTACARGA	DIA	\$ 1.100.000,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	52,00	\$ 57.200.000,00
4	CAMION GRUA	DIA	\$ 1.600.000,00		1,00	1,00	1,00	1,00	20,00	\$ 32.000.000,00
5	TRACTO CAMION	DIA	\$ 1.020.000,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	40,00	\$ 40.800.000,00
6	CARRO TANQUE	DIA	\$ 1.130.000,00		1,00				2,00	\$ 2.260.000,00
7	CAMION DE VACIO	DIA	\$ 1.200.000,00		1,00				2,00	\$ 2.400.000,00
8	VOLQUE DE 3M3	DIA	\$ 320.000,00			1,00			12,00	\$ 3.840.000,00
9	ESCALERA ELECTRICA	DIA	\$ 2.100.000,00			2,00			24,00	\$ 50.400.000,00
10	TORRE DE ILUMINACION	DIA	\$ 123.000,00		4,00	4,00	4,00		68,00	\$ 8.364.000,00
11	MANLIFT	DIA	\$ 720.000,00						0,00	\$ -
12	MAQUINA DE SOLDAR DIESEL	DIA	\$ 121.961,24	1,00	1,00	1,00	1,00		37,00	\$ 4.512.565,72
13	MODULO DE MAQUINAS DE SOLDADURA ELECTRICA	DIA	\$ 354.084,55	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	76,00	\$ 26.910.426,11
14	COMPRESOR DE 1000 CFM	DIA	\$ 1.191.568,15			3,00			36,00	\$ 42.896.453,32
15	EQUIPO DE AIRE FRESCO	DIA	\$ 716.681,88		2,00		2,00		10,00	\$ 7.166.818,80
16	HIDROJECT DE 25000 Lbs	DIA	\$ 2.230.336,68			4,00			48,00	\$ 107.056.160,68
17	MAQUINA HIDROEXTRACTORA	DIA	\$ 2.530.297,39			0,40			4,80	\$ 12.145.427,46
<b>TOTAL</b>										<b>\$ 447.871.837,44</b>

**RECURSO ESPECIALIZADO**

<b>ESTIMACION DE PRESUPUESTOS DE SERVICIO ESPECIALIZADO VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.</b>				
<b>Item</b>	<b>Actividad Subcontratada</b>	<b>Cant</b>	<b>Und</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	LAVADO QUIMICO - CITRICO SERPENTINES A/B PARA LOS HORNOS H2801A/B 4 SERPENTINES	1	Glb	\$ 33.000.000
2	CONTENEDOR DE HERRAMIENTAS	2	Glb	\$ 18.000.000
3	CONTENEDOR DE MATERIALES	1	Glb	\$ 2.000.000
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$ 53.000.000</b>

**PRESUPUESTO TOTAL**

<b>RESUMEN PRESUPUESTOS PARADA DE PLANTA VISCORREDUCTORA II REFINERIA DE BARRANCABERMEJA ECOPETROL SA.</b>		
<b>Item</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
1	VALOR PERSONAL DIRECTO	\$ 1.893.700.000
2	VALOR PERSONAL INDIRECTO	\$ 450.285.000
3	VALOR SERVICIOS ESPECIALIZADOS	\$ 53.000.000
4	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	\$ 447.871.837
5	SUBTOTAL	\$ 2.844.856.837
6	A+ U (14%)	\$ 398.279.957
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 3.243.136.795</b>

# PRESUPUESTO POR CADA TAG O EQUIPO

ITEM	TAG	CANTIDAD DE HORAS	VALOR RECURSO DIRECTO	SUPERVISION TRANSVERSAL																	Gua de 40 Ton	Resto de Equipos Transversal	Servicio Especializado (Lavado Químico)	Servicio Especializado (Contenedores Herramientas y Materiales)	Sub total	A4U (14%)	Total			
				Supervision Directa	Supervision Transversal	Gerente de la Planta	Planeador I	Programador	Ingeniero de costos	Coordinador de Seguridad de Proceso	Coordinador de Ejecución (Superintendente)	QA/QC Estático	QA/QC Especialidades	Coordinador HSE	Inspector HSE	Rescatista	Gestor de Costos (Cost Tracker)	Gestor de Tiempos (Timekeeper)	Asistente Gerente (Nivel 5)	Supervisor movimientos de carga y Equipos								Tecnico Gestión de Permisos	Hidroject	Maquina extractora
1	H2001 A	8400	\$495.100.000	\$40.500.000	\$64.194.033	\$8.291.898	\$6.080.725	\$5.496.511	\$3.685.288	\$2.211.173	\$3.881.837	\$5.896.461	\$4.422.346	\$2.211.173	\$4.029.246	\$4.274.934	\$2.211.173	\$2.063.761	\$2.026.908	\$6.633.519	\$807.078	#####	\$17.500.000	\$72.150.632	\$16.500.000	\$4.913.717	\$764.386.453	\$107.014.105	\$871.400.568	
2	H2001 B	8400	\$495.100.000	\$40.500.000	\$64.194.033	\$8.291.898	\$6.080.725	\$5.496.511	\$3.685.288	\$2.211.173	\$3.881.837	\$5.896.461	\$4.422.346	\$2.211.173	\$4.029.246	\$4.274.934	\$2.211.173	\$2.063.761	\$2.026.908	\$6.633.519	\$807.078	#####	\$17.500.000	\$72.150.632	\$16.500.000	\$4.913.717	\$764.386.453	\$107.014.105	\$871.400.568	
3	T2801	2000	\$102.500.000	\$13.500.000	\$15.284.294	\$1.974.261	\$1.447.792	\$1.301.550	\$877.450	\$526.470	\$804.247	\$1.403.919	\$1.052.339	\$536.470	\$693.345	\$1.017.841	\$526.470	\$491.372	\$482.597	\$1.579.409	\$192.161			\$17.178.722		\$1.169.933	\$149.632.948	\$20.946.613	\$170.581.561	
4	E2008AB	1270	\$74.800.000	\$13.500.000	\$9.705.526	\$1.253.656	\$919.348	\$826.494	\$557.180	\$334.308	\$586.697	\$891.489	\$688.617	\$334.308	\$688.184	\$846.329	\$334.308	\$312.021	\$306.449	\$1.002.925	\$122.023		\$12.145.427	\$10.908.488		\$742.907	\$21.602.950	\$17.024.329	\$138.626.678	
5	Especialidad Instrumentos	2200	\$121.000.000	\$27.000.000	\$16.812.723	\$2.171.688	\$1.582.571	\$1.431.705	\$865.185	\$579.117	\$1.016.672	\$1.544.311	\$1.158.233	\$579.117	\$1.055.279	\$1.119.626	\$579.117	\$640.509	\$530.857	\$1.737.350	\$211.378			\$18.896.594		\$1.286.926	\$194.996.249	\$25.899.474	\$210.895.717	
6	Especialidad Electrico	1200	\$66.000.000	\$27.000.000	\$9.170.576	\$1.194.357	\$868.675	\$780.930	\$526.470	\$315.882	\$554.548	\$842.952	\$631.764	\$315.882	\$575.607	\$810.705	\$315.882	\$294.823	\$289.558	\$947.646	\$115.297			\$10.307.233		\$701.960	\$113.178.768	\$15.645.168	\$129.024.937	
7	Logística	7400	\$380.000.000	\$27.000.000	\$56.551.687	\$7.304.767	\$5.356.829	\$4.816.736	\$3.246.553	\$1.947.938	\$3.419.713	\$5.194.501	\$3.895.876	\$1.947.938	\$3.549.576	\$3.766.013	\$1.947.938	\$1.818.075	\$1.785.610	\$5.843.914	\$710.997			\$63.561.271		\$4.328.751	\$531.441.908	\$74.401.867	\$605.843.775	
8	Apagado	900	\$41.100.000		\$6.877.932	\$889.416	\$651.506	\$366.688	\$394.852	\$236.911	\$415.911	\$631.764	\$473.823	\$236.911	\$431.705	\$459.029	\$236.911	\$221.117	\$217.169	\$710.734	\$86.473			\$7.730.425		\$526.470	\$58.234.827	\$7.872.876	\$64.107.702	
9	Puesta en Marcha	1220	\$59.700.000		\$9.323.419	\$1.204.300	\$883.153	\$789.946	\$536.244	\$321.147	\$563.781	\$856.391	\$642.293	\$321.147	\$585.200	\$620.883	\$321.147	\$299.737	\$294.384	\$963.440	\$117.218			\$10.479.020		\$713.659	\$80.216.098	\$11.230.254	\$91.446.352	
10	Guardia	800	\$35.100.000		\$6.113.717	\$789.705	\$579.117	\$320.620	\$350.980	\$210.588	\$369.689	\$581.568	\$421.176	\$210.588	\$383.738	\$407.137	\$210.588	\$196.549	\$193.039	\$631.764	\$76.865			\$6.871.489		\$467.973	\$48.533.179	\$6.797.465	\$55.330.624	
11	Contingentes	400	\$23.500.000		\$3.056.859	\$394.852	\$289.558	\$280.310	\$175.480	\$105.294	\$184.949	\$280.794	\$210.588	\$105.294	\$191.869	\$205.568	\$105.294	\$98.274	\$96.519	\$315.882	\$38.432			\$3.455.744		\$233.987	\$30.226.590	\$4.231.723	\$34.458.312	
	TOTAL	34190	\$1.893.700.000	\$189.000.000	#####	\$33.750.000	\$24.750.000	\$22.250.000	#####	\$9.000.000	\$15.800.000	\$24.000.000	\$18.000.000	\$9.000.000	\$16.400.000	#####	\$9.000.000	\$8.400.000	\$8.250.000	\$27.000.000	\$3.285.000	#####	\$12.145.427	\$35.000.000	\$293.670.249	\$30.000.000	\$20.000.000	\$2.844.856.837	\$388.279.957	\$3.243.136.795

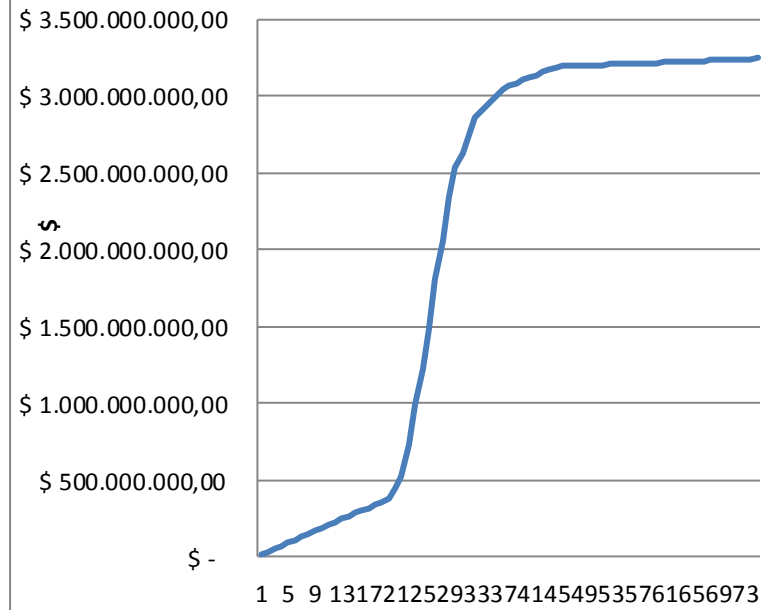
# PRESUPUESTACION DETALLADA DE COSTOS PARA CADA UNA DE LAS FASES DE LA PARADA DE PLANTA

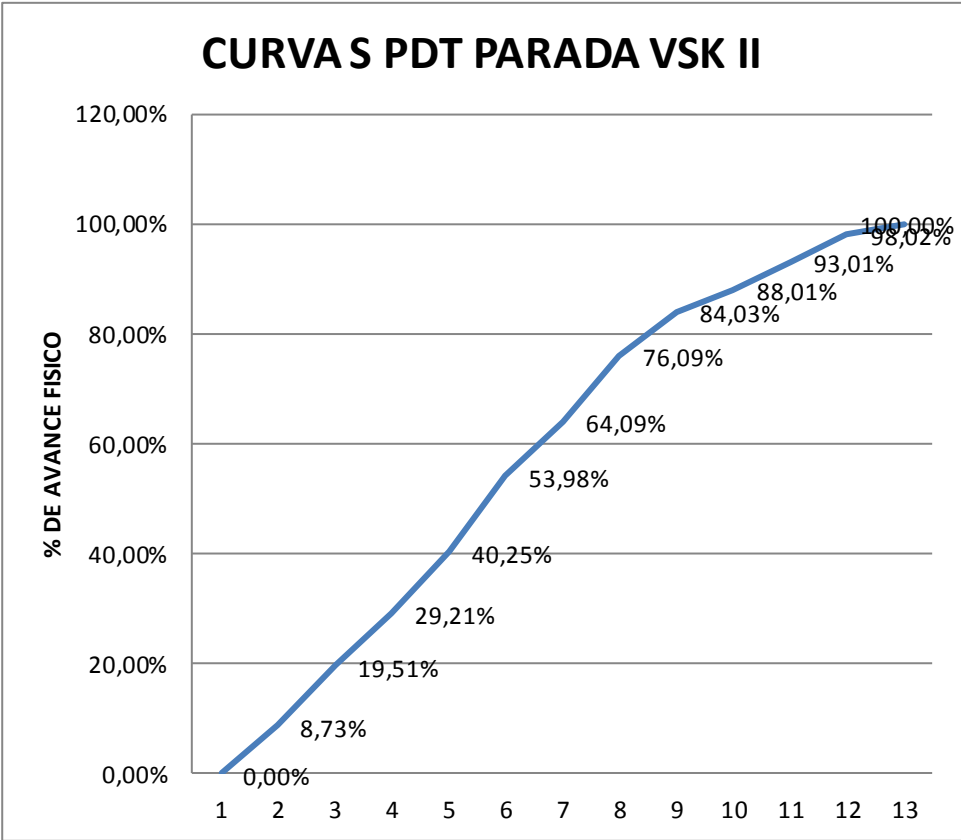
ALISTAMIENTO			APAGADA				DIAS MECANICOS				ARRANCADA			GUARDIA Y CIERRE			LIQUIDACION
RECURSO DIRECTO	RECURSO INDIRECTO	EQUIPOS	RECURSO DIRECTO	RECURSO INDIRECTO	EQUIPOS	SERVICIO ESPECIALIZADOS	RECURSO DIRECTO	RECURSO INDIRECTO	EQUIPOS	SERVICIO ESPECIALIZADOS	RECURSO DIRECTO	RECURSO INDIRECTO	EQUIPOS	RECURSO DIRECTO	RECURSO INDIRECTO	EQUIPOS	RECURSO DIRECTO
\$41.040.000	\$10.260.000	\$0	\$0	\$1.026.000	#####	\$37.620.000	\$506.160.000	\$6.156.000	\$34.200.000	\$22.800.000	\$0	\$1.539.000	\$0	\$0	\$4.104.000	\$0	\$15.390.000
\$7.182.000	\$7.524.000	\$5.967.994	\$0	\$752.400	#####		\$7.182.000	\$4.514.400	\$7.161.593		\$0	\$1.128.600	\$1.790.398	\$0	\$3.009.600	\$895.199	\$11.286.000
\$0	\$5.700.000	\$25.080.000	\$0	\$1.140.000	#####		\$2.850.000	\$6.840.000	\$30.096.000		\$0	\$855.000	\$3.762.000	\$0	\$2.280.000	\$3.762.000	\$8.550.000
\$41.040.000	\$4.560.000	\$0	\$0	\$456.000	#####		\$506.160.000	\$2.736.000	\$21.888.000		\$0	\$684.000	\$5.472.000	\$0	\$1.824.000	\$5.472.000	\$6.840.000
\$7.182.000	\$4.560.000	\$23.256.000	\$0	\$456.000	#####		\$7.182.000	\$2.736.000	\$13.953.600		\$0	\$684.000	\$3.488.400	\$0	\$1.824.000	\$3.488.400	\$0
\$0	\$4.560.000	\$0	\$0	\$1.368.000	#####		\$2.850.000	\$8.208.000	\$0		\$0	\$2.052.000	\$0	\$0	\$1.824.000	\$0	\$0
\$2.052.000	\$9.120.000	\$0	\$0	\$912.000	#####		\$100.548.000	\$5.472.000	\$0		\$0	\$1.368.000	\$0	\$0	\$3.648.000	\$0	\$6.840.000
\$0	\$9.120.000	\$0	\$0	\$912.000	\$0		\$14.250.000	\$5.472.000	\$4.377.600		\$0	\$1.368.000	\$0	\$0	\$3.648.000	\$0	\$0
\$0	\$4.560.000	\$0	\$0	\$456.000	\$0		\$82.080.000	\$2.736.000	\$57.456.000		\$0	\$684.000	\$0	\$0	\$1.824.000	\$0	\$0
\$1.197.000	\$9.120.000	\$0	\$0	\$912.000	#####		\$1.197.000	\$5.472.000	\$6.730.560		\$0	\$1.368.000	\$1.682.640	\$0	\$1.824.000	\$0	\$0
\$0	\$4.560.000	\$0	\$0	\$1.824.000	\$0		\$570.000	\$10.944.000	\$0		\$0	\$684.000	\$0	\$0	\$1.824.000	\$0	\$0
\$0	\$4.560.000	\$2.780.716	\$0	\$456.000	\$278.072		\$137.940.000	\$2.736.000	\$1.668.430		\$0	\$684.000	\$417.107	\$0	\$1.824.000	\$0	\$0
\$0	\$2.736.000	\$8.073.128	\$0	\$547.200	\$807.313		\$75.240.000	\$3.283.200	\$19.375.507		\$0	\$820.800	\$1.210.969	\$0	\$2.188.800	\$1.210.969	\$0
\$8.550.000	\$2.508.000	\$0	\$0	\$250.800	\$0		\$48.450.000	\$1.504.800	\$48.901.957		\$0	\$376.200	\$0	\$0	\$1.003.200	\$0	\$3.762.000
\$12.540.000	\$20.520.000	\$0	\$12.540.000	\$2.052.000	#####		\$326.040.000	\$12.312.000	\$0		\$12.540.000	\$3.078.000	\$4.902.104	\$12.540.000	\$8.208.000	\$0	\$0
\$0	\$20.520.000	\$0	\$27.360.000	\$2.052.000	\$0		\$0	\$12.312.000	\$122.044.023		\$0	\$3.078.000	\$0	\$0	\$8.208.000	\$0	\$0
\$0	\$13.680.000	\$0	\$4.446.000	\$1.368.000	\$0		\$0	\$8.208.000	\$13.845.787		\$0	\$2.052.000	\$0	\$0	\$5.472.000	\$0	\$0
\$0	\$13.680.000	\$0	\$7.524.000	\$1.368.000	\$0		\$0	\$8.208.000	\$0		\$0	\$2.052.000	\$0	\$0	\$5.472.000	\$0	\$0
\$0	\$13.680.000	\$0	\$7.524.000	\$1.368.000	\$0		\$0	\$8.208.000	\$0		\$0	\$2.052.000	\$0	\$0	\$5.472.000	\$0	\$0
\$0	\$13.680.000	\$0	\$0	\$1.368.000	\$0		\$0	\$8.208.000	\$0		\$41.040.000	\$2.052.000	\$0	\$0	\$5.472.000	\$0	\$0
\$0	\$13.680.000	\$0	\$0	\$1.368.000	\$0		\$0	\$8.208.000	\$0		\$4.446.000	\$2.052.000	\$0	\$0	\$5.472.000	\$0	\$0
\$0	\$1.026.000	\$0	\$0	\$307.800	\$0		\$0	\$1.846.800	\$0		\$15.048.000	\$153.900	\$0	\$0	\$410.400	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0		\$7.524.000	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0	\$20.520.000	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0	\$4.446.000	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0	\$7.524.000	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0	\$7.524.000	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$6.840.000	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$7.410.000	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$6.270.000	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0		\$6.270.000	\$0	\$0		\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
\$120.783.000	\$193.914.000	\$65.157.838	\$59.394.000	\$22.720.200	#####	\$37.620.000	\$1.845.489.000	\$136.321.200	\$381.699.057	\$22.800.000	\$80.598.000	\$30.865.500	\$22.725.619	\$52.554.000	\$76.836.000	\$14.828.568	\$52.668.000
\$379.854.838			\$145.897.013				\$2.386.309.257				\$134.189.119			\$144.218.568			\$52.668.000

RESUMEN PRESUPUESTO POR FASE DE LA PARADA DE PLANTA		
<b>FASE DE LA PARADA DE PLANTA</b>	<b>VALOR</b>	<b>%</b>
FASE DE ALISTAMIENTO	\$379.854.838,14	11,71%
FASE DE APAGADA	\$145.897.012,60	4,50%
FASE DE DIAS MECANICOS	\$2.386.309.256,73	73,58%
FASE DE ARRANCADA	\$134.189.118,90	4,14%
FASE DE GUARDIA Y CIERRE	\$144.218.568,30	4,45%
FASE DE LIQUIDACION	\$52.668.000,00	1,62%
TOTAL	\$3.243.136.794,68	

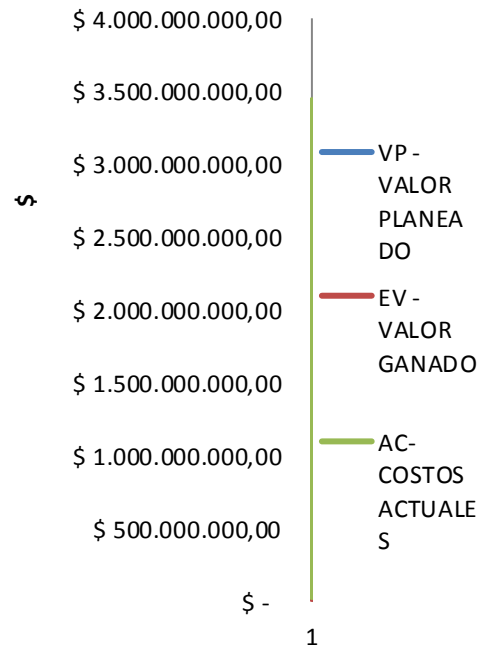


## CURVA S COSTOS PROGRAMADA PARADA VSKII





## RESULTADOS SEGUIMIENTO Y CONTROL



# METRICAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

n	PROGRAMACION GANADA	CV- VARIACION DE LOS COSTOS	SV- VARIACION DEL PROGRAMA	AC-COSTOS ACTUALES	EV- VALOR GANADO	VP- VALOR PLANEADO	ANEXO 3.9 METRICAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL		% de Avance Programado (Físico)	% de Avance Ejecutado (Balance Físico)
							DE OBJETIVOS	DE RESULTADOS		
0.85	0.87	0.91	0.95	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	0.50%	0.59%
0.85	0.87	0.91	0.95	1.01	1.00	1.01	1.01	1.01	1.02%	1.37%
0.73	0.76	0.83	0.90	1.02	1.00	1.01	1.01	1.01	1.60%	1.70%
1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.22%	2.24%
0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.80%	2.93%
1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.50%	3.74%
1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.10%	4.30%
0.98	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.20%	4.99%
0.98	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.10%	5.27%
1.05	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.80%	5.86%
1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	6.40%	6.44%
1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00%	7.03%
1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.60%	7.61%
1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.10%	8.20%
1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	8.80%	8.78%
1.04	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	9.71%	9.77%
1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10.01%	9.98%
1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	10.70%	10.64%
1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	11.17%	11.13%
0.98	0.99	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	11.45%	11.71%
0.95	0.95	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13.20%	13.89%
0.98	0.98	0.96	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	16.30%	16.21%
0.87	0.90	0.92	0.85	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	22.45%	22.94%
0.84	0.84	0.81	0.84	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	30.01%	30.77%
4	5	4	5	4	5	4	5	4	44.01%	45.81%
4	5	4	5	4	5	4	5	4	54.14%	55.93%
6	8	6	8	6	8	6	8	6	62.89%	63.37%
6	8	6	8	6	8	6	8	6	71.12%	72.40%
7	8	7	8	7	8	7	8	7	76.03%	78.04%
9	9	9	9	9	9	9	9	9	79.12%	80.97%
9	9	9	9	9	9	9	9	9	83.15%	84.95%
10	10	10	10	10	10	10	10	10	86.79%	88.13%
0.91	0.93	0.92	0.92	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	86.15%	86.79%
0.93	0.92	0.93	0.92	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	90.97%	91.77%
0.92	0.93	0.93	0.93	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	93.89%	94.25%
0.93	0.93	0.93	0.93	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	94.01%	93.93%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	94.12%	94.48%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	96.00%	95.60%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	96.00%	96.15%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	96.12%	96.37%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	97.24%	97.46%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	97.80%	97.82%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.40%	98.38%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.40%	98.48%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.51%	98.54%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.58%	98.65%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.65%	98.65%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.70%	98.70%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.74%	98.74%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.85%	98.85%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	98.93%	98.93%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.03%	99.03%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.07%	99.08%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.12%	99.13%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.18%	99.18%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.23%	99.24%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.28%	99.28%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.34%	99.34%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.40%	99.40%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.46%	99.46%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.51%	99.51%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.57%	99.57%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.60%	99.62%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.67%	99.68%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.72%	99.73%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.78%	99.78%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.83%	99.84%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.86%	99.89%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.93%	99.95%
0.94	0.94	0.94	0.94	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	99.98%	100.00%

### RESULTADOS SEGUIMIENTO Y CONTROL

