

**DESARROLLO DE PARAMÉTRICOS DE COSTOS Y LA CREACIÓN DE UNA BASE
DE DATOS, PARA APOYAR LA ESTIMACIÓN DE FUTUROS PROYECTOS EN LA
GERENCIA DE PROYECTOS DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA
DEPARTAMENTO DE SANTANDER (COLOMBIA)**

AUTOR:

ALVARO JAVIER ANGARITA SEPULVEDA ID: 94717

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

2013

DESARROLLO DE PARAMÉTRICOS DE COSTOS Y LA CREACIÓN DE UNA BASE DE DATOS, PARA APOYAR LA ESTIMACIÓN DE FUTUROS PROYECTOS EN LA GERENCIA DE PROYECTOS DE LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA DEPARTAMENTO DE SANTANDER (COLOMBIA)

AUTOR:

ALVARO JAVIER ANGARITA SEPULVEDA ID: 94717

PLAN DE TRABAJO

PROFESIONAL SUPERVISOR:

MARIAPILAR GONZALEZ FUENMAYOR

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

SECCIONAL BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

2013

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Bucaramanga, Febrero de 2013.

DEDICATORIA

Quiero dedicarle este trabajo a mis padres y a mis dos hermanas, quienes han sido un apoyo incondicional en todos los sueños y experiencias de mi vida. También a mis compañeros de trabajo, que con sus consejos y paciencia permitieron terminar este trabajo de la mejor forma y así poder optar por el título de ingeniero industrial.

AGRADECIMIENTOS

Primero quiero agradecer a Dios por haberme permitido realizar mis estudios, a mis padres Alvaro Angarita y Nancy Sepulveda. A mis profesores, quienes siempre brindaron lo mejor de sí para que mi formación se llevara de la mejor manera.

Además Agradezco a todos mis compañeros de clase, principalmente Samara Andrea Rincón, Oscar Andres Jaimes, Fernando Garcia y Kelly Johana Rios quienes fueron mi grupo de estudio a lo largo de 10 semestres.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO DE GRADO.....	12
INTRODUCCIÓN	14
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	15
1.1 RAZÓN Y OBJETO SOCIAL DE LA EMPRESA.....	15
1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA Y SECTOR ECONÓMICO	15
1.3 PRODUCTOS Ó SERVICIOS.....	15
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	15
1.5 RESEÑA HISTÓRICA	18
1.6 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA DE TRABAJO	19
1.7 NOMBRE Y CARGO DEL SUPERVISOR TÉCNICO	19
2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	20
3. ANTECEDENTES	23
4. JUSTIFICACIÓN	25
5. OBJETIVOS	26
5.1 OBJETIVO GENERALES	26
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
6. MARCO REFERENCIAL.....	27
6.1 MARCO CONCEPTUAL	27
6.1.1 Grado de precisión esperado	27
6.1.2 Paramétricos de costos.....	27
6.1.3 Análisis de precios unitarios (APU'S)	27
6.1.4 Descripciones de partida.....	27
6.1.1 Base de datos	27
6.2 MARCO TEÓRICO	28
6.2.1 Modelo de maduración y gestión de proyectos (MMGP):.....	28

6.2.2	Ingeniería de costos.....	28
6.2.3	Métodos para costos preliminares de proyectos.....	28
6.2.4	Factores Lang.....	29
6.2.5	Factores Hand.....	30
7.	ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA.....	31
7.1	INDUCCIÓN A ECOPETROL S.A.....	31
7.2	IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE MEJORA Y SELECCIONAR LA ALTERNATIVA QUE ENCAUSE EL PLAN DE TRABAJO.....	32
7.3	DIAGNÓSTICO, MARCOS DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES.....	33
7.4	ELABORAR PLAN DE TRABAJO.....	33
7.5	CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN.....	34
7.6	SOLICITUD DE DATOS HISTÓRICOS E INFORMACIÓN.....	34
7.7	SELECCIÓN DE ÍTEMS PARA PARAMÉTRICOS Y ANÁLISIS DE LAS DESCRIPCIONES DE PARTIDA.....	35
7.8	CARACTERÍSTICAS DE LA BASE DE DATOS.....	36
7.9	CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS CON PROYECTOS RECOLECTADOS	36
7.10	DIGITAR INFORMACIÓN EN BASE DE DATOS.....	37
7.11	NORMALIZACIÓN DE DATOS.....	39
7.12	ENUNCIAR CONSIDERACIONES GENERALES.....	41
7.12.1	Aislamiento térmico en perlita expandida.....	41
	Consideraciones.....	41
7.12.2	Suministro e instalación de tubería conduit tipo RMC subterráneo.....	42
7.12.3	Suministro e instalación de tubería conduit tipo RMC aéreo.....	42
7.13	CREACIÓN DE PARAMÉTRICOS.....	43
7.13.1	Paramétrico Aislamiento Térmico en Perlita Expandida.....	43
7.13.2	Paramétrico Conduit Aérea y Subterránea.....	49
7.14	FLUJO DE INFORMACIÓN.....	52
7.15	INSTRUCTIVO BASE DE DATOS.....	53
7.16	ELABORACIÓN PROYECTO FINAL.....	53
7.17	PRESENTAR PARAMÉTRICOS AL DEPARTAMENTO.....	53
7.18	SUSTENTACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE TRABAJO.....	53
8.	IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS.....	54

8.1.1	Plantilla del cálculo de la dotación.....	54
8.1.2	Clase de evaluación financiera.	54
8.1.3	BAF empresa de pyrogel.	55
8.1.4	Evaluación de equipo.	55
8.1.5	Toma de rendimientos.....	56
8.1.6	Plantilla banco de ductos.	56
9.	OTRAS ACTIVIDADES	57
9.1.1	Software aprendidos	57
9.1.2	Actividades propias de la gerencia y especialidad.	57
9.1.3	Revisión de estimados de costos.	57
9.1.4	Presentaciones de la especialidad.....	58
9.1.5	Comité de costos.....	58
9.1.6	Visitas de comportamiento..	58
9.1.7	Liderazgo visible.....	58
9.1.8	Talleres de contingencia y escalación	59
10.	CONCLUSIONES.....	61
	BIBLIOGRAFÍA.....	63
	WEBGRAFÍA.....	64
	ANEXOS.....	65
	Anexo A.	65
	Anexo B	67
	Anexo C	68
	Anexo D	69
	Anexo E	70

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura General de la compañía.....	16
Figura 2. Estructura organizacional de la Vicepresidencia Ejecutiva del Downstream	17
Figura 3. Estructura Organizacional de la Gerencia de Proyectos de Refinación y petroquímica	17
Figura 4. Estructura Organizacional del Departamento de Ingeniería.....	18
Figura 5. Conceptos de la metodología de estimación de costos paramétricos.....	23
Figura 6. Entrega de certificado del curso de fomento para el trabajo seguro y saludable	32
Figura 7. Canal de comunicación para recolección de información.....	34
Figura 8. Esquema de una Descripción de Partida	35
Figura 9. Encabezado de la base de datos de proyectos recolectados.....	37
Figura 10. Base de normalización de suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida	38
Figura 11. Base de normalización de suministro e instalación de tubería conduit aéreo y subterráneo	39
Figura 12. Herramienta Escalation Tool	40
Figura 13. Gráfico de dispersión de suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida	44
Figura 14. Paramétrico de suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida	46
Figura 15. Paramétrico ajustado del suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida	47
Figura 16. Gráfico de dispersión de suministro e instalación de tubería conduit aéreo	49
Figura 17. Gráfico de dispersión de suministro e instalación de tubería conduit subterráneo	49
Figura 18. Paramétrico de suministro e instalación de tubería conduit aéreo	50
Figura 19. Paramétrico de suministro e instalación de tubería conduit subterráneo	51
Ilustración 20. Ciclo de información de los costos de proyectos	52

Figura 21. Plantilla para el cálculo del valor día de la dotación basado en un indicador de rotación del personal.....	54
Figura 22. Clases de evaluación financiera	55
Figura 23. Resumen evaluación del equipo de IDC	55
Figura 24. Hoja de registro para toma de rendimientos.....	56
Figura 25. Plantilla para el cálculo del valor metro lineal de bancos de ductos.....	56
Figura 26. Registro fotográfico de liderazgo visible	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Actividades posibles para elaborar paramétricos	35
Tabla 2. Indicadores de la curva de suministro e instalación del aislamiento térmico en perlita expandida de 1.5"	44
Tabla 3. Indicadores de la curva de suministro e instalación del aislamiento térmico en perlita expandida de 2"	45
Tabla 4. Indicadores de la curva de suministro e instalación del aislamiento térmico en perlita expandida de 2.5"	45
Tabla 5. Indicadores de la curva de suministro e instalación del aislamiento térmico en perlita expandida de 3"	45
Tabla 6. Ecuaciones del paramétricos de costos de suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida	46
Tabla 7. Ecuaciones del paramétricos de costos ajustado del suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida.....	47
Tabla 8. Tabla de espesores de perlita expandida según la temperatura de proceso y el diámetro de la tubería	48
Tabla 9. Indicadores de la curva de suministro e instalación de tubería conduit aéreo	50
Tabla 10. Ecuacion del paramétricos de costos del suministro e instalación de tubería conduit aéreo	51
Tabla 11. Indicadores de la curva de suministro e instalación de tubería conduit subterráneo	51
Tabla 12. Indicadores de la curva de suministro e instalación de tubería conduit subterráneo	52
Tabla 13. Temas tratados en el curso de evaluación financiera	54

RESUMEN GENERAL DEL PROYECTO DE GRADO

TITULO: Desarrollo de paramétricos de costos y la creación de una base de datos, para apoyar la estimación de futuros proyectos en la Gerencia de Proyectos de la refinería de Barrancabermeja departamento de Santander (Colombia)

AUTOR: Alvaro Javier Angarita Sepulveda

FACULTAD: Ingeniería Industrial

DIRECTOR: Marianela Luzardo Briceño

TUTOR EMPRESA: Mariapilar Gonzalez Fuenmayor

RESUMEN

La especialidad de ingeniería de costos de la Gerencia de Proyectos de Refinación y Petroquímica es la encargada de la revisión de los estimados realizados por las empresas contratistas de ingeniería del negocio de refinación.

Las principales herramientas para realizar las revisiones son: bases de datos de costos, cotizaciones, rendimientos, juicios de expertos y el análisis de los valores de actividades ejecutadas en proyectos anteriores.

La realización de paramétricos de costos permiten a la especialidad soportar las generaciones o revisiones de los estimados de las ingenierías conceptuales y básicas del Modelo de Maduración de Proyectos de Ecopetrol (Fases tempranas).

Este proyecto de grado se concentró en la realización de paramétricos de costos para las siguientes actividades: Suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida para tubería, Suministro e instalación aérea de tubería conduit tipo RMC y Suministro e instalación subterránea de tubería conduit tipo RMC. Estas son actividades que se ejecutan frecuentemente dentro de la refinería de Barrancabermeja (Santander).

PALABRAS CLAVES:

Ingeniería de costos, Estimados, Paramétricos, Ingeniería Básica, Ingeniería Conceptual, Bases de datos, tubería conduit, perlita Expandida, aislamiento térmico.

V°B° DIRECTOR TRABAJO DE GRADO

PROJECT OVERVIEW OF GRADE

TITLE: Development of parametric cost and creating a database to support the estimation of future projects in Gerencia de Proyectos of the Barrancabermeja refinery department of Santander (Colombia)

AUTHOR: Alvaro Angarita Javier Sepulveda

FACULTY: Industrial Engineering

DIRECTOR: Marianela Luzardo Briceño

TUTOR NOW: Mariapilar Gonzalez Fuenmayor

SUMMARY

The specialty engineering costs Project Management Refining and Petrochemical is responsible for the revision of the estimates made by engineering contractors refining business.

The main tools for the revisions are: databases costs, prices, yields, expert opinions and analysis of the values of activities implemented in previous projects. conducting parametric cost allow specialty withstand generations or revised estimates of the conceptual and basic engineering Maturity Model Project Ecopetrol (early stages).

This degree project focused on the realization of parametric cost for the following activities: Supply and installation of thermal insulation expanded perlite pipe, air supply and installation RMC conduit type and supply and installation of underground conduit type RMC. These are often activities that run within the refinery in Barrancabermeja (Santander).

KEYWORDS:

Cost Engineering, Dear, Parametric, Basic Engineering, Conceptual, Databases, conduit, expanded perlite.

V ° B ° DIRECTOR JOB GRADE

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería de Costos (IDC) se establece como especialidad de la Gerencia de Proyectos de Refinación y Petroquímica (GRP) de Ecopetrol S.A. desde principios del año 2012. Desde esta fecha la especialidad, ha estado en una constante búsqueda de optimizar sus procesos, obteniendo herramientas propias de la IDC y mejorando la gestión del conocimiento que es la base para los estimativos de costo clase 4 y 5.

Para la estimación de costos preliminares de proyectos existen varias metodologías entre las que se encuentran: Costos índice, Costos paramétricos, Factor capacidad-costo, Relación de componentes, Factores Hand, Factores Land, entre otros que utilizan la información histórica de proyectos como precios de referencia de las actividades a realizar.

Los costos por paramétricos es una metodología muy utilizada en la estimación de proyectos en sus fases tempranas, de los diferentes sectores productivos (Construcción, Petrolero, Minero, etc.). Esta consiste en encontrar paramétricos a partir de valores normalizados, de actividades realizadas en condiciones similares al proyecto a ejecutar.

En Ecopetrol S.A. en cada una de las fases del modelo de maduración establece un grado de precisión esperado de los estimativos. El correcto manejo de las bases de datos y la elaboración de paramétricos permiten la disminución de la incertidumbre en los estimados.

El principal objetivo de este proyecto fue la obtención de tres (3) paramétricos de costos que apoyen a la estimación de futuros proyectos para la GRP, mediante la normalización de los costos de actividades realizadas en los diferentes proyectos de la refinería y la creación de una base de datos con el almacenamiento de los proyectos recolectados.

Los paramétricos de costos desarrollados son: Suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida, suministro e instalación de tubería conduit aéreo y suministro e instalación de tubería subterráneo.

Además se muestran las actividades adicionales realizadas por el estudiante durante el periodo de aprendizaje, entre las cuales se encuentran: Elaboración de plantilla de cálculo del valor del metro lineal de un banco de ductos, toma de rendimientos en diferentes proyectos, participación de las actividades propias de la especialidad, entre otras

1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 RAZÓN Y OBJETO SOCIAL DE LA EMPRESA

Ecopetrol S.A. es una Sociedad de Economía Mixta, de carácter comercial, organizada bajo la forma de sociedad anónima, del orden nacional, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, de conformidad con lo establecido en la Ley 1118 de 2006, regida por los Estatutos Sociales que se encuentran contenidos de manera integral en la Escritura Pública No. 5314 del 14 de diciembre de 2007, otorgada en la Notaría Segunda del Círculo Notarial de Bogotá D.C.

1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA Y SECTOR ECONÓMICO

De acuerdo con los Estatutos Sociales, el objeto social de Ecopetrol S.A. es el desarrollo, en Colombia o en el exterior, de actividades comerciales o industriales correspondientes o relacionadas con la exploración, explotación, refinación, transporte, almacenamiento, distribución y comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos.

1.3 PRODUCTOS Ó SERVICIOS

Ecopetrol comercializa en el mercado internacional sus excedentes de petróleo tales como crudo Cusiana, Caño Limón, Castilla Blend, Vasconia, South Blend y productos derivados, entre los que se destacan el fuel Oil N° 6, la nafta virgen, la nafta craqueada, turbocombustible, entre otros.

En el mercado nacional comercializa combustibles como la gasolina motor regular, acpm, gas, entre otros. Además ofrece productos petroquímicos como disolventes alifáticos, aromáticos, parafinas, polietileno, asfaltos y azufre.¹

1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

A continuación se muestra la estructura organizacional de Ecopetrol S.A. desde la Junta Directiva pasando por la Vicepresidencia Ejecutiva del Downstream, la Gerencia de Proyectos de Refinación y Petroquímica (GRP), el Departamento de Ingeniería de Refinación y Petroquímica (PIN) y por último la Especialidad de Ingeniería de Costos.

¹ Iris (Intranet Ecopetrol S.A.)

Figura 1. Estructura General de la compañía

Organigrama

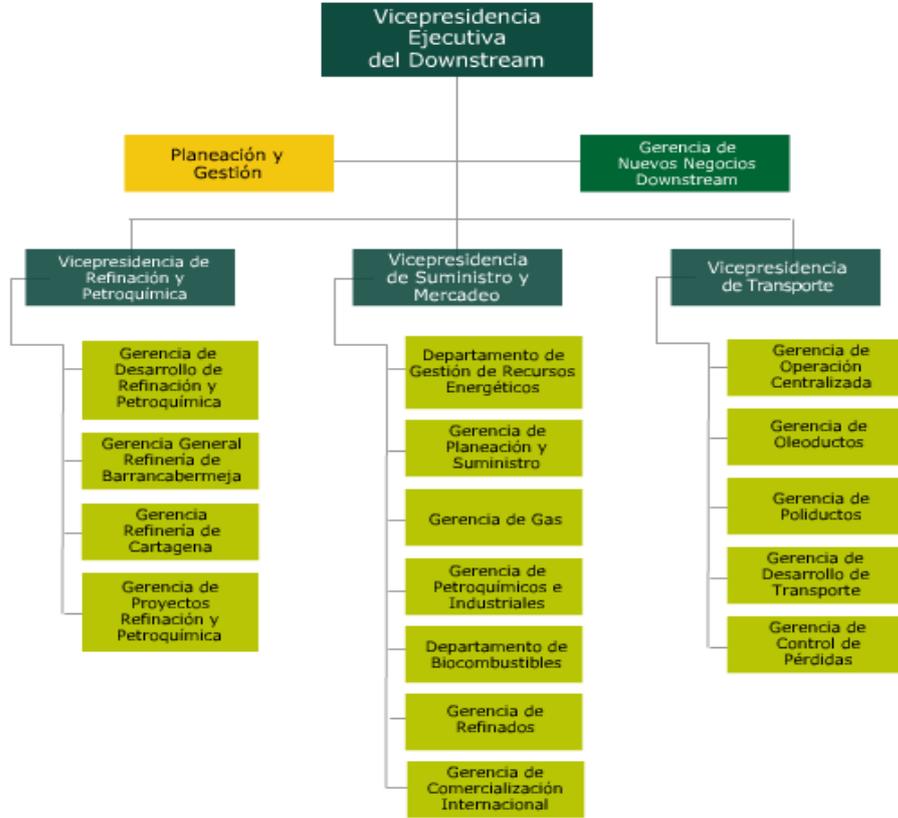
Estructura General



Fuente: Iris (Intranet Ecopetrol S.A.)

Figura 2. Estructura organizacional de la Vicepresidencia Ejecutiva del Downstream

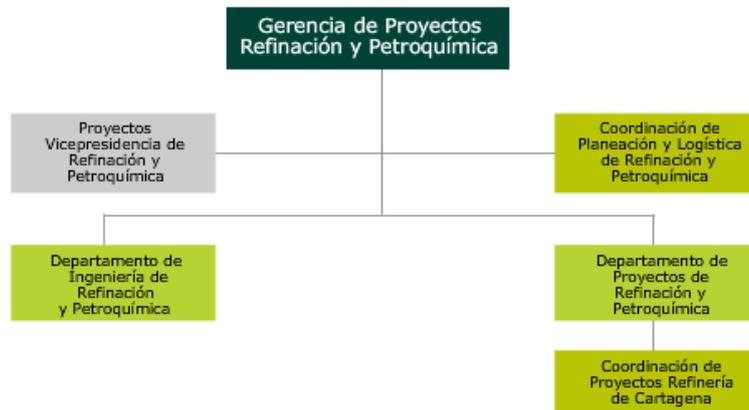
Vicepresidencia Ejecutiva del Downstream



Fuente: Iris (Intranet Ecopetrol S.A.)

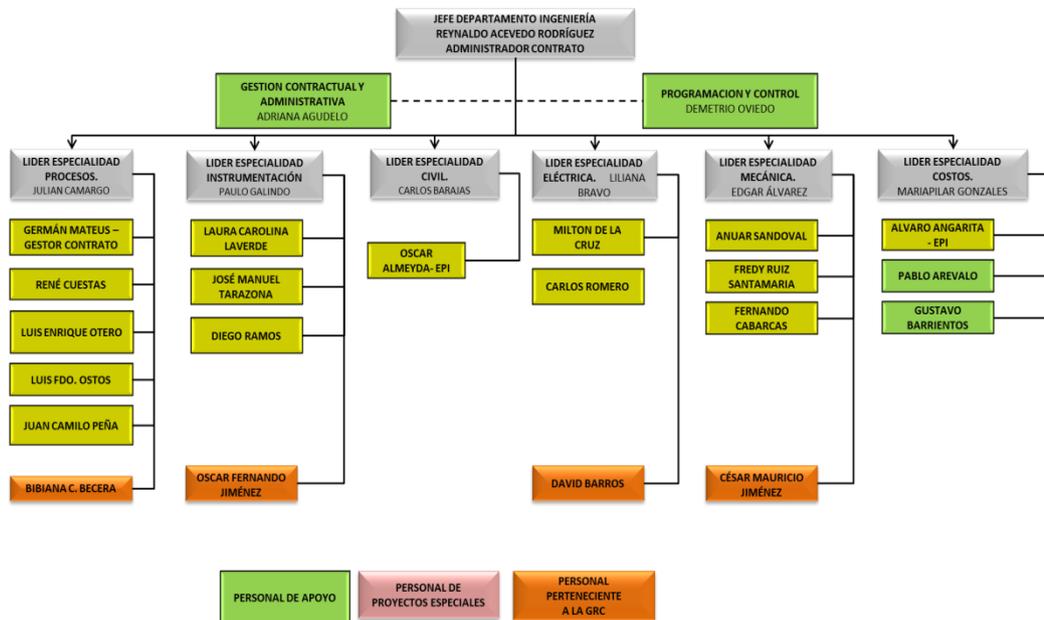
Figura 3. Estructura Organizacional de la Gerencia de Proyectos de Refinación y petroquímica

Gerencia de Proyectos Refinación y Petroquímica



Fuente: Iris (Intranet Ecopetrol S.A.)

Figura 4. Estructura Organizacional del Departamento de Ingeniería



1

Fuente: Iris (Intranet Ecopetrol S.A)

1.5 RESEÑA HISTÓRICA

Según lo planteado en la Intranet de Ecopetrol IRIS², en 1921 Nace la empresa Tropical Oil Company en el Valle del Río Magdalena con el campo la Cira-infantas (Actual corregimiento el Centro). Como consecuencia de la reversión al Estado Colombiano de la “Concesión de Mares” En 1952 nace La Empresa Colombiana de Petróleos (Ecopetrol) como Empresa Industrial y Comercial del Estado quedando a cargo de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación.

La administración directa de la Refinería de Barrancabermeja la toma en 1961, además en 1974 compra la Refinería de Cartagena la cual fue construida por Intercol.

Para el año 1970 Ecopetrol queda vinculado al Ministerio de Minas y Energía, siendo fiscalizado por la Contraloría General de la República, esto por medio de su primer estatuto orgánico, el cual ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado.

En asocio con OXY, Ecopetrol descubre el campo Caño Limón en 1983 con unas reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Este descubrimiento permitió que Colombia en 1986 se convirtiera nuevamente en un país exportador de petróleo. Para los años 90’s los descubrimientos de Cusiana y Cupiagua (en el piedemonte llanero garantizaron por más tiempo la autosuficiencia petrolera.

² Ibíd.

A partir del 2003 con la expedición del Decreto 1760 del 26 de junio de 2003, la compañía se convirtió en una sociedad pública por acciones totalmente estatal, teniendo como nuevo nombre Ecopetrol S.A. y vinculada al Ministerio de Minas y Energía.

Este decreto creo la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) para ser el administrador del recurso petrolero, reemplazando al Estado. El objeto de esta reestructuración es hacer de la compañía una empresa internacional y más competitiva para la industrial mundial de hidrocarburos.

1.6 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA DE TRABAJO

La especialidad de Ingeniería de Costos presta servicios de Generación, Revisión y Soporte y acompañamiento, para los diferentes proyectos madurados en la Gerencia de Proyectos de Refinación y Petroquímica de:

- Costos Directos
- Costos Indirectos
- Contingencia
- Escalación
- Precomisionamiento, Comisionamiento y Arranque
- Gestión del proyecto

La especialidad cuenta con diferentes herramientas y bases de datos que permiten mejorar la predictibilidad de los estimados, todo esto conforme al manual de Ingeniería de Costos de Ecopetrol S.A.

El equipo de IDC está conformado por 3 profesionales: Ing. Mariapilar Gonzalez Fuenmayor (líder de especialidad), Ing. Pablo Eliecer Arevalo Durán (Especialista civil), Ing. Gustavo Alonso Barrientos Sandoval (Profesional Mecánico). Adicionalmente se cuenta semestralmente con un estudiante en práctica.

1.7 NOMBRE Y CARGO DEL SUPERVISOR TÉCNICO

El profesional que cumple el rol de supervisor técnico, es la Ingeniera Mariapilar Gonzalez Fuenmayor, líder de especialidad de Ingeniería de Costos (IDC) en la Gerencia de Proyectos de Refinación y Petroquímica (GRP).

Como líder de la especialidad se encarga de coordinar los diferentes servicios que presta el equipo en cuanto a revisiones, generaciones y acompañamientos que se hacen a los proyectos de la GRP. La ingeniera Mariapilar, basa su experiencia en actividades eléctricas y de instrumentación en el sector de refinación de crudos.

2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

Para el diagnóstico se hizo una observación estructurada, directa y participante por un periodo de un (1) mes, una entrevista estructurada, a la líder de la especialidad de ingeniería de costos, la cual tuvo una duración de 30 minutos (ver Anexo 2).

A continuación se enuncian los aspectos encontrados en la especialidad:

- No se cuenta con un profesional de cada una de las especialidades de ingeniería (Civil, Eléctrica, Instrumentación y Mecánica), para realizar revisiones más precisas en cada una de las fases de maduración de cada uno de los proyectos realizados en la GRP.
- Actualmente no se cuenta con una base de datos, que lleva la trazabilidad de la información histórica de ítems de pago de proyectos ejecutados por la GRP en la refinería, que permita establecer paramétricos de costos.
- La compañía cuenta con gran cantidad de paramétricos para sus diferentes áreas de negocio. Pero para el caso específico de la ingeniería de costos de la GRP solo cuenta con dos (2) paramétricos de costos para realizar estimativos clase 4 y 5.
- Dos (2) de los tres (3) integrantes fijos en la especialidad, son de la gerencia técnica. Esto restringe el acceso a información de la intranet de Ecopetrol S.A. afectando el funcionamiento óptimo de estos en la especialidad.
- La IDC de Ecopetrol cuenta con las herramientas computacionales necesarias para revisar, validar y elaborar de manera oportuna estimativos de costos en todas las fases de maduración de los proyectos.
- Cuenta con un equipo comprometido que busca mejorar continuamente en lo que compete a la IDC.
- Los profesionales de la especialidad cuentan con una amplia experiencia en el sector de refinación, lo cual genera confiabilidad en la revisión y elaboración de estimativos de costos
- El equipo tiene claridad de las directrices que la compañía tiene establecida para los trabajos que se realizan dentro de la refinería. Esto garantiza que en las revisiones realizadas por la especialidad se tiene en cuenta las restricciones o condiciones de campo que influyen en los costos de las diferentes actividades.
- Los canales internos de comunicación funcionan de manera óptima. La líder del equipo se encarga de canalizar la información que llega a la especialidad.

- Existe buena distribución de la carga de trabajo. En la cual la líder asigna los diferentes requerimientos que llegan a la especialidad a cada uno de los integrantes, para que estos hagan las revisiones requeridas.
- Las reuniones tanto sistemáticas como las no programadas, se habla de manera abierta, se tiene claridad de quien es el moderador, se generan compromisos. Esto por la actitud de los integrantes del equipo para cumplir con las metas de la especialidad.
- Tanto el departamento de ingeniería como la especialidad de costos cuentan con un buen ambiente de trabajo, lo cual se refleja en el compromiso de los integrantes por cumplir sus tareas.
- los estimativos clase 5 son realizados por los clientes de los proyectos (Gerencia de General Refinería Barrancabermeja), dichos estimativos no se elaboran de manera correcta, generando retrasos en las tareas de la especialidad.
- Las demoras en entregas de documentos y la no correcta estructuración de Apu's por parte de la gestoría técnica y/o contratistas, generan re-procesos y cargas de tareas que no corresponden al equipo de IDC.
- Las deficiencias en los canales de comunicaciones de otras especialidades y/o unidades de negocio de la refinería, afectan notablemente la programación y organización de las tareas propias de la IDC.
- La información de proyectos que ha ejecutado la GRP, son de difícil consecución. Pues los canales de comunicación con otras unidades de la organización no tienen un flujo regular.
- Los directivos de la GRP reconocen la importancia de la especialidad en la maduración de los proyectos.
- Ecopetrol, brinda la posibilidad a sus empleados de capacitarse y certificarse en temas propios de la ingeniería de costos.
- Por medio del estudiante en práctica, se pueden realizar semestralmente la consecución de herramientas (por ejemplo: realizar la WBS, encontrar paramétricos de costos, revisar rendimientos con datos reales de campo, costear WBS, etc.) que fortalezcan las actividades regulares del equipo de IDC.
- Los integrantes de la especialidad tienen claridad de las funciones que tiene cada uno de los equipos de trabajo que rodean a la IDC, tanto de la compañía como de contratistas. Esto permite un mejor funcionamiento en cuanto a las funciones que son propias de la especialidad.

- La especialidad de costos interviene en todas las etapas de maduración de un proyecto de la refinería de Barrancabermeja.

Adicionalmente se realizó una reunión con todos los integrantes de la especialidad donde se habló de las necesidades de ésta, para definir la oportunidad de mejora que cumpliera las diferentes restricciones.

En esta reunión los integrantes de la especialidad plantearon sus posibles oportunidades de mejora. Se hizo un primer filtro basados en las restricciones de tiempo y especialidad del Estudiante en Práctica. Del resultado del filtro anterior se procedió a escoger la oportunidad que mejorará el funcionamiento de la especialidad.

La oportunidad seleccionada fue la elaboración de paramétricos de costos para la Gerencia de Proyectos de Refinación y Petroquímica además de elaborar una base de datos que contengan históricos de costos de los diferentes proyectos.

3. ANTECEDENTES

En las primeras fases de maduración de un proyecto, se elaboran estimativos tomando como referencias costos históricos de actividades semejantes. Existen variedad de métodos para la elaboración de esta clases de estimados para proyectos

En México (2007), se realizó para los costos de construcción de viviendas de interés social, un método de estimación paramétrica.

El objetivo era conseguir los valores de los parámetros de costos de construcción para su aplicación en el cálculo de estimados de costos durante la etapa de planeación de los proyectos de viviendas de interés social en la región noroeste de la península de Yucatán.

La metodología consistió en obtener los estimados detallados de proyectos inmobiliarios realizados entre junio de 2004 y febrero de 2006, en la región noroeste de la península de Yucatán. Los proyectos se componían de viviendas de Interés social con áreas de construcción entre 30 y 70 m² que cumplieran con las especificaciones establecidas en los Reglamento de Construcciones correspondientes.

Una vez que se contó con los estimados detallados de las viviendas se procedió a analizar la composición de las partidas en que fueron agrupados los conceptos que integraban cada uno de los estimados detallados. Posteriormente se eligieron aquellas partidas que pudieran ser utilizadas como parámetros de costos, esto es, que fueran fácilmente identificables y cuantificables en las etapas tempranas de un proyecto.

Una vez seleccionadas las partidas representativas con sus unidades de medida de los estimados detallados se procedió a reestructurar todos los estimados detallados de manera que se consideraran sólo éstas en los estimados y que cada una de ellas estuviera integrada por los conceptos de obra correspondientes

Como los proyectos fueron realizados en diferentes tiempos, los costos de los insumos utilizados para calcular sus estimados detallados también correspondían a diferentes tiempos por lo que fue necesario fijar una fecha de referencia y traer todos los costos de los insumos a esa fecha seleccionada.

Figura 5. Conceptos de la metodología de estimación de costos paramétricos

$$Pa_i = \left(\frac{Ia_i}{Ip_i} \right) \cdot Cp_i \quad (1)$$

Donde:

Pa_i : Precio actualizado del insumo i

Ia_i : Índice de precio del insumo i en la fecha de actualización.

Ip_i : Índice de precio del insumo i en la fecha de presupuesto.

Cp_i : Costo del insumo i en la fecha de presupuesto.

Fuente: PUC SÁNCHEZ, E. y PECH PÉREZ, J. Método de estimación paramétrica de costos en construcción de viviendas de interés social. Ingeniería Revista [Online]. 1998, vol. 001 [citado el 3 de octubre de 2012]. Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/467/46712106.pdf>>

Con todos los costos de los insumos ajustados para la fecha de referencia, se procedió a recalcular los montos de cada uno de los proyectos analizados, tanto de los estimados detallados totales, como de sus partidas y de los conceptos que formaban cada uno de ellos. Finalmente se calculó el costo por unidad de cada una de las partidas de acuerdo a las unidades seleccionadas.

Finalmente, con los costos por unidad de las partidas calculados en cada uno de los proyectos, se procedió a calcular el costo por unidad de cada partida representativo de todos los proyectos estudiados, haciendo un promedio simple de los costos por unidad obtenidos previamente. Estos costos son los que se consideran en este estudio como los costos paramétricos de los proyectos de construcción de vivienda de interés social y que pueden ser usados para estimar los costos de construcción de los mismos durante la etapa de planeación.³

Ecopetrol S.A. en la gestión del conocimiento de cada uno de sus negocios, ha conseguido obtener paramétricos de costos. Los cuales tienen en sus consideraciones las respectivas inclusiones y exclusiones. Dichos paramétricos se encuentran publicados en la intranet de la compañía.

Para el caso particular de la ingeniería de costos de la GRP, el ingeniero Gustavo Alonso Barrientos Sandoval, actual miembro del equipo (gestoría técnica), hizo su práctica empresarial en la especialidad durante el segundo periodo de 2011 y primer semestre de 2012, elaborando dos paramétricos de costos.

Los paramétricos fueron desarrollados para transformadores y tuberías de procesos de proyectos de la GRB. Sobre este proceso, no existe documentación formal solo el resultado, el cual se encuentra en el punto de información de la IDC de la GRP con dominio de Ecopetrol.

³ PUC SÁNCHEZ, E. y PECH PÉREZ, J. Método de estimación paramétrica de costos en construcción de viviendas de interés social. Ingeniería Revista [Online]. 1998, vol. 001 [citado el 3 de octubre de 2012]. Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/467/46712106.pdf>>

4. JUSTIFICACIÓN

En el proceso de conformación y consolidación de la especialidad de ingeniería de costos de la GRP, la consecución de herramientas que permitan optimizar los estimados de las fases tempranas del modelo de maduración de proyectos se convierte en un aspecto importante para su funcionamiento.

El método de estimación paramétrica es uno de los utilizados para realizar los estimativos clase 4 y 5 de las fases tempranas del MMGP. Sus principales herramientas son los paramétricos de costos, los cuales se obtienen a partir de la información histórica de proyectos ejecutados, que tengan las mismas o similares características de construcción.

Como dice ROCHA⁴, contar con una información estadísticas amplia de proyectos ejecutados (en la misma área geográfica y con condiciones similares), es un requisito para estimación de costos por medio de paramétricos.

La falta de un flujo regular de información de proyectos ejecutados hacia la especialidad de ingeniería de costos, disminuye la elaboración de paramétricos de costos y la cantidad de precios de referencia que se puedan utilizar para las estimaciones y/o revisiones de futuros proyectos.

Con una acertada estimación en las diferentes fases del MMGP, las líneas bases de costo de los diferentes proyectos estarían acorde con el grado de precisión esperado de la compañía, mejorando la gestión del portafolio de inversiones de Ecopetrol S.A. que maneja la Gerencia de Proyectos de Refinación y Petroquímica.

Lo anterior se reflejaría en la disminución de dificultades organizacionales en la fase de construcción de los proyectos, las cuales se evidencian en reclamaciones por parte del contratista por la incorrecta planeación de costos de los diferentes proyectos.

Con la realización de esta práctica empresarial se quiere garantizar la obtención de la información de los proyectos ejecutados en la refinería de Barrancabermeja de manera constante, facilitando la obtención de futuros paramétricos de costos, que permitan obtener los grados de precisión esperados para los estimativos clase 4 y 5.

Por último, este documento se convierte en un requisito de grado, para que el autor pueda optar por el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Pontificia Bolivariana- Seccional Bucaramanga.

⁴ ROCHA, Luis y PONCE, Tarcisio. Costos preliminares en proyectos de edificación. [Online]. Documento en PDF. 2006 [citado el 3 de octubre de 2012], p. 8. Disponible en: <http://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2006/9_2006.pdf >

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERALES

Desarrollar paramétricos de costos y crear una base de datos que contenga actividades ejecutadas de las diferentes especialidades, para la estimación de futuros proyectos en la Gerencia de Proyectos de la Refinería de Barrancabermeja del departamento de Santander

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Crear una base de datos que permita el almacenar continuamente los ítems de costos de proyectos ejecutados en la gerencia de proyectos de refinación y petroquímica.
- Establecer el procedimiento para el almacenamiento continuo de información, de los estimativos de costos de proyectos realizados por la Gerencia de Proyectos de la refinería de Barrancabermeja.
- Desarrollar Paramétricos de estimativos de costos a partir de datos históricos, que permitan soportar el proceso de estimación de futuros proyectos en Gerencia de Proyectos de la refinería de Barrancabermeja.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 MARCO CONCEPTUAL

6.1.1 Grado de precisión esperado

“Es un valor de referencia para medir al final de ejecutar cada proyecto que tan preciso fue el cálculo del estimado de costos en cada una de sus fases de maduración.”⁵

6.1.2 Paramétricos de costos

Relaciona todos los costos de una obra con solo pocas medidas físicas o “parámetros” que reflejan el tamaño o alcance del proyecto. Por ejemplo para una bodega, algunos de los costos unitarios están expresados en términos del área bruta de piso incluyendo las instalaciones, otros están relacionados a parámetros tales como los metros cuadrados de muro interior.

La estimación del costo paramétrico puede estar preparada mucho antes que los planos detallados estén completos. Con esta aproximación y la experiencia del analista de costos con acceso a buenos registros puede prepararse rápidamente una estimación preliminar del presupuesto que ayudará en el control de costos en las primeras fases de un proyecto.⁶

6.1.3 Análisis de precios unitarios (APU´S)

Demostración anticipada, expresada en un formato normalizado, aplicando un modelo matemático preestablecido, de los costos ocasionados al realizar una actividad específica (partida) con una metodología constructiva propuesta dentro del proceso de ejecución de una Obra, mas el valor correspondiente por el manejo de administración de los recursos y materiales inherentes al proceso y el justo valor de la utilidad, beneficio o ganancia por la ejecución de dicha actividad empresarial. El análisis del precio unitario es el documento que tiene el contratista como soporte para demostrar el precio de cada partida, ejecutada en un lapso de tiempo y según las condiciones preestablecidas.⁷

6.1.4 Descripciones de partida

“Se entiende por partida, la descripción de una actividad a ejecutar dentro de un proceso constructivo que abarca la metodología de ejecución. La descripción y unidad de cada partida está relacionada con especificaciones técnicas.”⁸

6.1.1 Base de datos

“Conjunto de registros relacionados y almacenados en forma electrónica, de acuerdo con un modelo o esquema y a los que se puede tener acceso mediante el computador.”⁹

⁵ Manual de Ingeniería de Costos (Intranet Ecopetrol S.A)

⁶ ROCHA. Op. Cit., p. 9.

⁷ MATA, Leonardo y LUNA, Carlos. Control de Obras. Guía para el Control de Obras Sistematización de Análisis de Precios y Presupuestos. Caracas-Venezuela: Ingeniería Laing, C.A./Datalaing, 2008-2009. 29 p.

⁸ Ibid., p. 2.

6.2 MARCO TEÓRICO

6.2.1 Modelo de maduración y gestión de proyectos (MMGP):

Metodología utilizada por Ecopetrol S.A. para el desarrollo de los proyectos. Contiene tres ingenierías: Conceptual, básica y de detalle.

6.2.2 Ingeniería de costos

Consiste en “conjeturar los costos probables en que se incurrirán, por las señales que se observan en un proyecto -planos y especificaciones y condiciones que podrían prevalecer en la obra, para determinar un hecho (¿cuánto cuesta la obra?) basándose en:

- Experiencia
- Observaciones
- Razonamientos
- Consultas”¹⁰

6.2.3 Métodos para costos preliminares de proyectos

Las estimaciones preliminares varían considerablemente de un tipo de construcción a otro. Generalmente, los procedimientos más sofisticados y precisos son empleados por empresas constructoras especializadas en los grandes proyectos de construcción pesada e industrial. Sin embargo, los métodos más refinados se usan actualmente en construcción residencial y en edificación. La mayoría de los métodos de estimación preliminar del costo de los proyectos se encuentran dentro de las siguientes categorías:

• Costos índice:

Los costos índice se emplean para actualizar los costos de las obras cuando los precios han perdido su valor debido a factores relacionados principalmente con la inflación, alguna veces estos índices también reflejan cambios en tecnología, métodos y productividad.

• Costos paramétricos:

El método de estimación preliminar de costos basado en costos paramétricos es el más empleado en todos los tipos de obra, incluso muchos analistas de costos lo reconocen como el único método de estimación de costos conceptuales. Al igual que otros métodos, se basa en buenos registros históricos de costos de proyectos terminados.

Esencialmente, consiste en encontrar una variable que represente alguna característica cuantificable de un grupo de proyectos de construcción, por ejemplo: metros cuadrados de obra en casas, viviendas o edificios, kilómetros de carretera, de canales o de líneas de transmisión, número de habitaciones en un hotel, consultorios en clínicas, etc.

⁹ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Trabajos escritos. Presentación y referencias bibliográficas. 6 ed. Bogotá D.C: El instituto, 2008. 2 p. ISBN 978-958-9383-81-0.

¹⁰ VALERA, Leopoldo. INGENIERÍA DE COSTOS TEORÍA Y PRÁCTICA EN CONSTRUCCIÓN. Versión abreviada Documento en PDF [Online]. 2009 [citado el 3 de octubre de 2012], p. 7. Disponible en: <<http://varela.com.mx/arch/CostosDeConstruccionParaArquitectosEIngenieros.pdf>>

- **Factor capacidad-costo:**

Los costos índice están enfocados a cambios de costos a través del tiempo, los factores de capacidad de costo se aplican a cambios de tamaño, alcance o capacidad de proyectos de tipos similares. Ellos reflejan la no linealidad entre el incremento de costo con el tamaño, como resultado de economías de escala. Este método es un caso especial del método de costos paramétricos, ya que se considera que el costo de las obras deja de ser lineal conforme la obra es más grande.

En términos analíticos simples, el factor capacidad-costo es expresado por la siguiente ecuación exponencial:

$$C_2 = C_1 \times (Q_2 / Q_1)^x$$

Donde:

C_2 = costo estimado del nuevo proyecto de capacidad Q_2

C_1 = costo conocido del proyecto actual de capacidad Q_1

X = es el factor capacidad-costo para un determinado tipo de trabajo.

Los exponentes representados por X son empíricamente derivados de registros históricos de diferentes tipos de proyectos. Las capacidades representadas por Q son algunos parámetros que razonablemente reflejan el tamaño de diferentes tipos de obras, como el máximo de barriles producidos por día por una refinería o las toneladas de acero fabricadas por un día por un alto horno operando a capacidad.

- **Relación de componentes**

Los costos de construcción en proyectos de tipo industrial tienen asociados costos de embarque, instalación, montaje, abastecimiento y ajuste que usualmente se comportan como una proporción o factor del costo de adquisición del equipo o de los equipos más importantes que forman parte del proyecto. Esta característica ha permitido desarrollar el método de relación de componentes para determinar de manera rápida el costo preliminar de proyectos industriales.

El método se aplica en dos formas diferentes, la primera emplea un factor de instalación del equipo que representa un porcentaje del valor del equipo como costo de instalación, montaje, accesorios y pruebas de arranque. El costo total será la suma del valor adquisición del equipo más el costo de instalación determinado con el factor de instalación. La segunda forma de cálculo se realiza mediante un factor del costo de componente en la que se incluye el propio valor del equipo con sus respectivos costos de instalación, montaje y pruebas.¹¹

6.2.4 Factores Lang

Son diferentes índices que permiten convertir los costos de equipos en costos totales de planta incluidos la instalación y montaje.

¹¹ ROCHA. Op. Cit., p. 6-12.

El método de Factor Lang es utilizado para estimar el costo de la inversión de un proyecto a partir del costo de los equipos principales. Esta técnica es utilizada frecuentemente para obtener un orden de magnitud en la estimación y aplica para las fases 1 y 2 del MMGP.

6.2.5 Factores Hand

Son factores de equipos por tipo de equipo. Estos factores fueron elaborados con base en los factores Lang donde se propone utilizar diferentes factores de acuerdo con el tipo de equipo (columnas, vasijas, intercambiadores de calor, bombas, compresores, etc.).

Los factores de Hand estiman costos directos de campo (excluyendo instrumentación). Los factores publicados de Hand se encuentran en el rango de 2.0 a 3.5 (estos podrían estar alrededor de 2.4 a 4.3 incluyendo instrumentación).¹²

¹² Manual de Ingeniería de Costos (intranet Ecopetrol S.A)

7. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LA PRÁCTICA

7.1 INDUCCIÓN A ECOPETROL S.A.

En las instalaciones del auditorio de la Policlínica de Ecopetrol se llevó a cabo la reunión de todos los estudiantes en práctica que iban a ingresar en el segundo semestre del año 2012.

En esta reunión se socializaron las políticas establecidas por la empresa para el desarrollo del periodo de aprendizaje. Principalmente se trataron temas de los beneficios, derechos, condiciones de trabajo dentro de la refinería y demás observaciones de seguridad.

Como profesional a cargo se asignó a la ingeniera Mariapilar Gonzalez Fuenmayor, líder de la especialidad de Ingeniería de Costos (IDC), de la Gerencia de Proyectos de Refinación y Petroquímica, de la Refinería de Barrancabermeja.

Mariapilar, es profesional en ingeniería industrial graduada de la Universidad del Zulia del vecino país de Venezuela. Su experiencia se basa en la estimación de costos de proyectos ejecutados en las instalaciones petroleras cercanas al lago de Maracaibo.

Posteriormente se realizó la presentación a los jefes de departamentos y al gerente, quienes se encargaron de ilustrar la estructura organizacional y el mapa estratégico de la empresa.

Al día siguiente se programó un curso cuyo nombre es “FOMENTO PARA EL TRABAJO SEGURO Y SALUDABLE”. Este curso tuvo una duración de 1 semana y se trataron principalmente los siguientes temas. Anexo D certificado.

- Medio Ambiente
- Seguridad vial
- Riesgo Psicosocial
- Primeros Auxilios
- Conceptos de S.O EPP
- Riesgos Eléctricos
- Tareas Críticas
- Estrés y Ergonomía
- Entre otros

Figura 6. Entrega de certificado del curso de fomento para el trabajo seguro y saludable



7.2 IDENTIFICAR OPORTUNIDADES DE MEJORA Y SELECCIONAR LA ALTERNATIVA QUE ENCAUSE EL PLAN DE TRABAJO

Se plantearon las diferentes oportunidades de mejora que tiene la especialidad de Ingeniería de Costos, en una reunión sistemática, donde se plantearon como principales las siguientes: Costear WBS, toma de rendimientos de las diferentes actividades que realizan las empresas contratistas en el área de la refinería y por último, elaborar paramétricos de costos que soporten los estimativos para las fases tempranas de los proyectos.

Basados principalmente en la restricción de tiempo, se determinó hacer un plan de trabajo para la elaboración de paramétricos de costos para la Vicepresidencia de Refinación y Petroquímica. El equipo dio indicaciones sobre la metodología a utilizar y se compartieron experiencias sobre anteriores paramétricos.

Gustavo Barrientos (ingeniero mecánico de la especialidad), quien realizó dos paramétricos de costos en su periodo de aprendizaje, compartió su experiencia y dio pautas para tener en cuenta.

7.3 DIAGNÓSTICO, MARCOS DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES

Para determinar el estado actual de la especialidad, se realizó una entrevista a la ingeniera Mariapilar Gonzalez, y una observación estructurada participante. Se tuvo en cuenta herramientas utilizadas, requerimientos de servicios, metodología de trabajo y principalmente, la utilización de paramétricos existentes en estimativos para las fases 1 y 2 de proyectos.

Como documentos de referencias se tuvo en cuenta publicaciones de expertos en cuanto a conceptos y características de estimación paramétrica, además del manual de Ingeniería de Costos de Ecopetrol.

La especialidad cuenta con varios paramétricos (suministro e instalación transformadores de potencia, suministro e instalación de tuberías, entre otros) que fueron desarrollados con base en valores de actividades de proyectos ejecutados y proyectos planeados dentro de la refinería.

Como principal referencia metodológica para el plan de trabajo, se tomó un documento publicado en México que muestra la elaboración de paramétricos de costos para viviendas de interés social. En este documento se describe la recolección de información, la normalización y el posterior análisis de valores obtenidos.

7.4 ELABORAR PLAN DE TRABAJO

Acorde a los lineamientos de la Universidad Pontificia Bolivariana para la elaboración de un plan de trabajo, se documenta el mismo teniendo como objetivo principal “Desarrollar paramétricos de costos y crear una base de datos que contenga actividades ejecutadas de las diferentes especialidades, para la estimación de futuros trabajos en la Gerencia de Proyectos de la Refinería de Barrancabermeja del departamento de Santander”.

El plan de trabajo fue presentado a la ingeniera Mariapilar Gonzalez, quien dio el visto bueno, para ser presentado ante el comité de la facultad de ingeniería industrial y su respectiva aprobación y asignación del director del proyecto.

Como resultado del comité se asigna a la docente Marianela Luzardo Briceño cuyas sesiones fueron vía Skype ya que la práctica se desarrolla en un lugar distante de la ciudad de Bucaramanga. Por este medio se hacen correcciones y comentarios de las actividades desarrolladas.

Anexo C. Carta de aprobación de la Ing. Mariapilar González.

7.5 CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN

En el Departamento de Proyectos de la GRP (PPY) están los Líderes de Proyectos, quienes son los encargados de ejecutar y gestionar todos los proyectos madurados en la gerencia. Cada Líder, cuenta con un equipo de trabajo de la gestoría técnica.

El equipo de la gestoría está conformado por: un líder de proyectos, especialistas (civiles, mecánicos, instrumentistas y electricistas) y demás personal de apoyo en campo.

La información histórica de proyectos en ejecución o ejecutados, la tienen los especialistas quienes se encargan de hacer seguimientos en cuanto a avances, requerimientos y costos de las actividades de sus respectivas áreas.

7.6 SOLICITUD DE DATOS HISTÓRICOS E INFORMACIÓN

Para la solicitud de la información se siguió el siguiente canal de comunicación:

Figura 7. Canal de comunicación para recolección de información



Después de seguir este procedimiento se obtuvo la información de 34 proyectos entre planeados o ejecutados dentro de la refinería.

En los cuadros de costos está el listado de todas las actividades requeridas por el proyecto a ejecutar, las cuales están clasificadas por las diferentes especialidades de ingeniería. Dichas actividades están caracterizadas con su unidad de pago, valor unitario, cantidades requeridas o ejecutadas y su valor total.

7.7 SELECCIÓN DE ÍTEMS PARA PARAMÉTRICOS Y ANÁLISIS DE LAS DESCRIPCIONES DE PARTIDA

Una vez organizada toda la información de los proyectos, se clasifican las actividades encontradas según su especialidad, se identifican los ítems más comunes y junto con la líder de la especialidad se escogen los paramétricos a realizar.

A continuación se muestran algunas de las actividades más comunes que se tuvieron en cuenta:

Tabla 1. Actividades posibles para elaborar paramétricos

1	INSTALACIÓN Y SUMINISTRO AEREO DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC
2	INSTALACIÓN Y SUMINISTRO SUBTERRANEA DE TUBERÍA CONDUIT RÍGIDA RMC
3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UNIÓN UNIVERSAL MACHO-HEMBRA
4	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC- Ø3"
5	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO DE TUBERÍAS, VALVULAS Y ACCESORIOS

Todo ítem cuenta con un documento de soporte llamado descripción de partida, esta muestra las especificaciones y consideraciones que se deben tener para ejecutar la actividad.

Esta entrada permite determinar las consideraciones, inclusiones y exclusiones que tendrán los paramétricos de costos.

Las descripciones de partida, tienen una estructura genérica que se adapta a las especificaciones técnicas requeridas por las actividades de cada uno de los proyectos. A continuación se muestra un bosquejo de una descripción de partida.

Figura 8. Esquema de una Descripción de Partida

NOMBRE ACTIVIDAD	
ÍTEM:	UNIDAD DE MEDIDA
DESCRIPCIÓN	
PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	
ENSAYOS A REALIZAR	

MATERIALES**EQUIPOS****MANO DE OBRA****MEDIDA Y FORMA DE PAGO**

Nota: No todos los proyectos recolectados cuentan con las descripciones de partidas.

7.8 CARACTERÍSTICAS DE LA BASE DE DATOS

Construplan es una de las dos (2) bases de datos que tiene la especialidad, la cual permite crear análisis de precios unitarios (APU'S), ya sean unitarios o detallados y a su vez almacena insumos los cuales están clasificados en materiales, mano de obra y equipos, lo que conlleva a la elaboración de .

Con los APU'S de construplan se pueden elaborar presupuestos de proyectos, siempre y cuando todos los insumos y actividades se encuentren dentro de la base (la cual se alimenta por medio de cotizaciones y/o proyectos ejecutados y experiencia del estimador de costos).

Adicionalmente existe una herramienta corporativa creada en base a juicios de expertos de todos los negocios de la compañía (Exploración, Producción, Refinación y Transporte), que contiene APU'S corporativos con rendimientos ideales, los cuales pueden ser afectados por un factor de localización, de acuerdo a las condiciones de una región del país.

Sin embargo, ninguna de estas bases permite determinar el comportamiento de los precios de las actividades a través del tiempo, es decir, los precios de los proyectos ejecutados no están retroalimentando estas bases de datos para cerrar el ciclo de los proyectos, según el manual de ingeniería de costos.

7.9 CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS CON PROYECTOS RECOLECTADOS

La información de los proyectos recolectados se clasificó en tres familias:

- Suministros
- Construcción y montaje
- Suministro e instalación

Según la clasificación anterior se consolidan, a maneja de base datos, en una hoja de cálculo todas las actividades con el siguiente encabezado:

Figura 9. Encabezado de la base de datos de proyectos recolectados

			VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA					
			GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA					
			BASE DE DATOS DE ACTIVIDADES EJECUTADAS/PLANEADAS					
ITEM	PALABRA CLAVE	UNIDAD	VALOR UNITARIO	AÑO	PROYECTO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO	PLANEADO/EJECUTADO	OBSERVACIONES

ITEM: hace referencia al nombre propia de la actividad. Este nos permite establecer a que familia de las anteriormente mencionadas, pertenece la actividad a registrar.

PALABRA CLAVE: en esta casilla se especifica a que especialidad pertenece la actividad y permite filtrar para la búsqueda.

UNIDAD: establece la medida de avance que tenga la actividad. Entre las unidades más comunes son ML, M², M³, UND, GB y KG.

VALOR UNITARIO: corresponde al valor en pesos colombianos por cada unidad ejecutada de la actividad.

AÑO: identifica el año en que se ejecutó la actividad. Esta información es de vital importancia para la normalización de los valores unitarios de las actividades.

PROYECTO: establece a que proyecto pertenece la actividad registrada.

CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ubica el documento de referencia de donde se han tomado los datos. Es un código alfanumérico el cual depende de la fuente que suministra la información.

PLANEADO/EJECUTADO: este espacio se abre para especificar si el documento de origen se basa en un estimado (planeado) o en un proyecto finalizado (ejecutado).

Anteriormente se manifestó que solo se tendrían en cuenta proyectos ejecutados, pero existen casos en los que se tienen cotizaciones en firme en el momento en que se están madurando los proyectos. Esto ocurre cuando se habla de equipos mayores.

OBSERVACIONES: en caso tal de requerir una información adicional a registrar, se tiene el espacio de "Observaciones".

Con el registro de las actividades históricas, permitirá establecer el comportamiento de los precios de los ítems de las diferentes especialidades para elaborar futuros paramétricos y tener precios de referencias para futuros proyectos.

7.10 DIGITAR INFORMACIÓN EN BASE DE DATOS

Basados en las características mencionadas en el anterior punto, se procedió al registro de todas las actividades recolectadas. Las actividades que tuvieran unidad

Global (GB) se excluyeron, por ser propias a las características del proyecto a ejecutar.

Adicionalmente se crearon dos bases de datos, una para suministro e instalación de aislamiento térmico y otra el suministro e instalación de tubería conduit tanto subterránea como aérea. Estas bases son llamadas “bases de normalización” y son un filtro de la base general.

La figura 9 muestra la base de normalización del aislamiento térmico. Esta base cuenta con datos de 15 proyectos que hicieron este tipo de actividad.

Figura 10. Base de normalización de suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida

ITEM	ALQUILACION	CDU	NAFTA	PARAFINAS	BLENDDNG	GASOLEO	GLP-UP2	LLENADERO	HDT	POLIETILENO	AIRE SI	BALAS GLP	BOMBAS P-2702 C/D EN LA PLANTA CRACKING				
	TCH	COMQ	CIS	REMO	PRES INEL	SADEVEN	TERMOTEC	COMQ-TERMO	MORELOCO	TIPEL	CIS	MORELOCO	INSURCOL	PRES ECP	PRES ECP	DIATECO	INSERMA
	2,0M	2,0M2	2,0M4	HH	2,0M4	2,0M5	2,0M5	2,0M5	2,0M5	2,0M6	2,0M7	2,0M7	2,0M7	2,0M8	2,0M8	2,0M9	2,0M9
5	TUBERIA DE 12" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1" DE ESPESOR																
6	TUBERIA DE 12" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1.5" DE ESPESOR	\$ 72,000.00	\$ 123,000.00	\$ 135,000.00				\$ 33,000.00	\$ 326,000.00	\$ 136,000.00		\$ 210,000.00	\$ 105,000.00			\$ 121,000.00	\$ 100,000.00
7	TUBERIA DE 12" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR																
8	TUBERIA DE 34" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1" DE ESPESOR																
9	TUBERIA DE 34" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1.5" DE ESPESOR	\$ 74,000.00	\$ 123,000.00	\$ 153,000.00				\$ 42,000.00	\$ 324,000.00	\$ 136,000.00		\$ 221,000.00	\$ 127,000.00			\$ 132,000.00	
10	TUBERIA DE 34" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 76,000.00	\$ 133,000.00	\$ 134,000.00				\$ 50,000.00	\$ 334,000.00	\$ 151,000.00		\$ 272,000.00	\$ 153,000.00				
11	TUBERIA DE 34" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR	\$ 77,000.00	\$ 144,000.00	\$ 134,000.00				\$ 57,000.00	\$ 337,000.00	\$ 159,000.00		\$ 285,000.00	\$ 177,000.00				
12	TUBERIA DE 1" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1" DE ESPESOR																
13	TUBERIA DE 1" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1.5" DE ESPESOR	\$ 76,000.00	\$ 123,000.00	\$ 135,000.00				\$ 50,000.00	\$ 340,000.00	\$ 148,000.00		\$ 235,000.00	\$ 153,000.00			\$ 140,000.00	
14	TUBERIA DE 1" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 87,000.00	\$ 133,000.00	\$ 130,000.00				\$ 90,000.00	\$ 346,000.00	\$ 186,000.00		\$ 289,000.00	\$ 184,000.00				
15	TUBERIA DE 1" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR	\$ 78,000.00	\$ 144,000.00	\$ 133,000.00				\$ 59,000.00	\$ 337,000.00	\$ 161,000.00		\$ 348,000.00	\$ 184,000.00				
16	TUBERIA DE 1.12" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1.5" DE ESPESOR	\$ 73,000.00	\$ 123,000.00	\$ 133,000.00				\$ 63,000.00	\$ 339,000.00	\$ 159,000.00		\$ 281,000.00	\$ 196,000.00				
17	TUBERIA DE 1.12" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 82,000.00	\$ 133,000.00	\$ 132,000.00				\$ 73,000.00	\$ 351,000.00	\$ 176,000.00		\$ 323,000.00	\$ 197,000.00			\$ 167,000.00	
18	TUBERIA DE 2" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1.5" DE ESPESOR																
19	TUBERIA DE 2" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 89,000.00	\$ 133,000.00	\$ 130,000.00				\$ 90,000.00	\$ 346,000.00	\$ 186,000.00		\$ 395,000.00	\$ 288,000.00			\$ 187,000.00	
20	TUBERIA DE 2" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR	\$ 91,000.00	\$ 144,000.00	\$ 129,000.00				\$ 103,000.00	\$ 349,000.00	\$ 194,000.00		\$ 428,000.00	\$ 332,000.00				
21	TUBERIA DE 3" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1.5" DE ESPESOR																
22	TUBERIA DE 3" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 95,000.00	\$ 133,000.00	\$ 113,000.00				\$ 114,000.00	\$ 339,000.00	\$ 199,000.00		\$ 454,000.00	\$ 373,000.00			\$ 202,000.00	
23	TUBERIA DE 3" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR																
24	TUBERIA DE 4" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 1.5" DE ESPESOR																
25	TUBERIA DE 4" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 105,000.00	\$ 133,000.00	\$ 117,000.00				\$ 135,000.00	\$ 353,000.00	\$ 216,000.00		\$ 498,000.00	\$ 449,000.00				
26	TUBERIA DE 4" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR	\$ 113,000.00	\$ 144,000.00	\$ 123,000.00				\$ 156,000.00	\$ 358,000.00	\$ 219,000.00		\$ 528,000.00	\$ 518,000.00			\$ 236,000.00	
27	TUBERIA DE 4" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 3" DE ESPESOR	\$ 134,000.00	\$ 151,000.00	\$ 121,000.00				\$ 174,000.00	\$ 360,000.00	\$ 226,000.00		\$ 599,000.00	\$ 582,000.00				
28	TUBERIA DE 6" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 124,000.00	\$ 133,000.00	\$ 111,000.00				\$ 177,000.00	\$ 373,000.00	\$ 227,000.00		\$ 576,000.00	\$ 382,000.00				
29	TUBERIA DE 6" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR	\$ 138,000.00	\$ 144,000.00	\$ 119,000.00				\$ 199,000.00	\$ 383,000.00	\$ 233,000.00		\$ 687,000.00	\$ 672,000.00			\$ 312,000.00	
30	TUBERIA DE 6" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 3" DE ESPESOR	\$ 157,000.00	\$ 151,000.00	\$ 148,000.00				\$ 220,000.00	\$ 385,000.00	\$ 240,000.00		\$ 814,000.00	\$ 823,000.00				
31	TUBERIA DE 8" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 4" DE ESPESOR	\$ 171,000.00	\$ 221,000.00	\$ 135,000.00				\$ 264,000.00	\$ 399,000.00	\$ 250,000.00		\$ 655,000.00	\$ 909,000.00				
32	TUBERIA DE 8" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 138,000.00	\$ 144,000.00	\$ 118,000.00				\$ 207,000.00	\$ 364,000.00	\$ 236,000.00		\$ 596,000.00	\$ 700,000.00				
33	TUBERIA DE 8" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR	\$ 124,000.00	\$ 144,000.00	\$ 112,000.00				\$ 236,000.00	\$ 349,000.00	\$ 244,000.00		\$ 629,000.00	\$ 808,000.00			\$ 268,000.00	
34	TUBERIA DE 8" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 3" DE ESPESOR	\$ 171,000.00	\$ 151,000.00	\$ 121,000.00				\$ 264,000.00	\$ 399,000.00	\$ 250,000.00		\$ 655,000.00	\$ 909,000.00				
35	TUBERIA DE 10" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2" DE ESPESOR	\$ 154,000.00	\$ 147,000.00	\$ 116,000.00				\$ 236,000.00	\$ 387,000.00	\$ 244,000.00		\$ 629,000.00	\$ 808,000.00				
36	TUBERIA DE 10" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR	\$ 186,000.00	\$ 144,000.00	\$ 116,000.00				\$ 270,000.00	\$ 388,000.00	\$ 252,000.00		\$ 697,000.00	\$ 385,000.00			\$ 396,000.00	
37	TUBERIA DE 10" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 3" DE ESPESOR	\$ 201,000.00	\$ 151,000.00	\$ 117,000.00				\$ 302,000.00	\$ 372,000.00	\$ 258,000.00		\$ 688,000.00	\$ 459,000.00				
38	TUBERIA DE 10" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 4" DE ESPESOR	\$ 232,000.00	\$ 221,000.00	\$ 124,000.00				\$ 359,000.00	\$ 376,000.00	\$ 269,000.00		\$ 730,000.00	\$ 1,382,000.00				
39	TUBERIA DE 12" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 2.5" DE ESPESOR	\$ 174,000.00	\$ 144,000.00	\$ 116,000.00				\$ 270,000.00	\$ 384,000.00	\$ 252,000.00		\$ 661,000.00	\$ 833,000.00				
40	TUBERIA DE 12" DE DIA. CON AISLAMIENTO DE 3" DE ESPESOR	\$ 217,000.00	\$ 151,000.00	\$ 121,000.00				\$ 337,000.00	\$ 375,000.00	\$ 265,000.00		\$ 714,000.00	\$ 1,179,000.00				

La figura 10 muestra la base de normalización de tubería conduit. Esta base cuenta con datos de 14 proyectos que hicieron este tipo de actividad.

Figura 11. Base de normalización de suministro e instalación de tubería conduit aéreo y subterráneo

7.11 NORMALIZACIÓN DE DATOS

Todas las actividades de los proyectos recolectados fueron planeados/ejecutados en años anteriores. Por tal razón, se debe encontrar la equivalencia de los valores de dichas actividades en la actualidad, esta acción se denomina normalización.

Ecopetrol cuenta con una herramienta corporativa llamada “Escalation Tool” que permite normalizar valores pasados. Esta herramienta cuenta con índices suministrados trimestralmente por compañías internacionales que estudian el comportamiento a través del tiempo de los precios de insumos básicos.

Esta herramienta está dividida en los siguientes códigos de cuenta:

- EQUIPMENT
- BULK MATERIALS
- CONSTRUCTION
- DRILLING, COMPLETION & WORKOVER
- INDIRECTS

Para la normalización de los valores del aislamiento térmico en perlita expandida, se tomó la clasificación **BULK MATERIALS ► Coatings (excl pipeline)**.

Para la normalización de los valores de suministro e instalación de tubería conduit tanto enterrada como subterránea, se tomó la clasificación **BULK MATERIALS ► Electrical**.

El procedimiento para los casos anteriores fue el mismo.

- Se colocó en el encabezado la fecha a la cual se quieren traer los valores, que para el caso es Diciembre de 2012.
- En la fila “Nominal Costo \$ COP” se pone el valor de la actividad.
- En la fila “Date of Expenditure or Estimative” en la subdivisión “Star Or Basis” se coloca la fecha en la que ocurrió la erogación de dinero.
- El valor normalizado se muestra en la fila Costs (x1000)

Una vez normalizados todos los valores, se crea una nueva base llamada “Base normalizada”, que contiene los valores que se van a utilizar para crear los paramétricos de costos.

La figura 12 muestra la hoja de normalización de la herramienta mencionada:

Figura 12. Herramienta Escalation Tool

NORMALIZATION WORKSHEET									
<i>Adjusts actual or estimated project costs to a selected basis year and currency. Does not escalate costs to the future.</i>									
Project Title:		Enter Title							
Case Description:		Enter case description							
Date:		December 19, 2012				Revision #:			
Section 1) ENTER Case Parameters									
Enter the mo/yr that you wish to normalize the project cost to:		12	2012	Nominal cost type:		Estimate			
Last year that indices table was updated:		Oct-12		Project Size:		1: <\$100M			
Currency of the NOMINAL cost:		COP		Facility Type:		1: Refining			
Currency of ADJUSTED cost:		COP		Project Location:		Colombia			
Section 2) ENTER Nominal Costs and Dates of Expenditure (or Date of Estimate Preparation)									
Account	Nominal	Date of Expenditure or Estimate				Adjustment Factors			Costs (x1000)
	Costs \$ COP	Start Or Basis Month Year	End Month Year	US-Based COP-base Escalation	Curr. Adj.	Exchange	2012 COP		
EQUIPMENT									
Mechanical Equipment (excl major)	\$ 10,000,000	1	1997			1.58	1.64	1.00000	\$ 25,978,000
Mechanical (major)	\$ 10,000,000	1	1997			2.03	1.64	1.00000	\$ 33,377,000
Fabricated Equipment (excl major)	\$ 10,000,000	1	1997			2.32	1.64	1.00000	\$ 38,145,000
Fabricated (major)	\$ 10,000,000	1	1997			4.07	1.64	1.00000	\$ 66,918,000
Large Field Erected Tanks	\$ 10,000,000	1	1997			3.24	1.64	1.00000	\$ 53,271,000
Electrical Equipment	\$ 10,000,000	1	1997			2.12	1.64	1.00000	\$ 34,856,000
Control Equipment	\$ 10,000,000	1	1997			1.54	1.64	1.00000	\$ 25,320,000
Skid-Mounted (incl eqmt & bulks)	\$ 10,000,000	1	1997			2.08	1.64	1.00000	\$ 34,199,000
BULK MATERIALS									
Site Preparation (assume S/C)	\$ 10,000,000	1	1997			2.63		1.00000	\$ 26,300,000
Concrete	\$ 10,000,000	1	1997			1.77		1.00000	\$ 17,700,000
Steel	\$ 10,000,000	1	1997			2.11	1.64	1.00000	\$ 34,692,000
Buildings	\$ 10,000,000	1	1997			1.55		1.00000	\$ 15,500,000
Piping	\$ 10,000,000	1	1997			2.34	1.64	1.00000	\$ 38,474,000
Pipeline (Mainline excl. facilities)	\$ 10,000,000	1	1997			1.79	1.64	1.00000	\$ 29,431,000
Electrical	\$ 149,932.00	6	2011			0.98	0.97	1.00000	\$ 143,000
Controls	\$ 10,000,000	1	1997			1.54	1.64	1.00000	\$ 25,320,000
Coatings (excl pipeline)	\$ 72,000.00	6	2012			0.99	1.00	1.00000	\$ 71,000
CONSTRUCTION (incl Field Indirects)									
Plant Construction Labor (all-in basis in	\$ 10,000,000	1	1997			3.08		1.00000	\$ 30,800,000
Plant Construction S/C (misc. work incl	\$ 10,000,000	1	1997			2.43		1.00000	\$ 24,300,000
Pipeline Installation (all-in S/C basis in	\$ 10,000,000	1	1997			2.99		1.00000	\$ 29,900,000
DRILLING, COMPLETION & WORKOVER									
Services (High WTI driven)	\$ 10,000,000	1	1997			3.90		1.00000	\$ 39,000,000
Services (Moderate WTI driven)	\$ 10,000,000	1	1997			3.37		1.00000	\$ 33,700,000
Services (Low WTI driven)	\$ 10,000,000	1	1997			2.84		1.00000	\$ 28,400,000
Materials (casings, well-heads, fuel	\$ 10,000,000	1	1997			2.37	1.64	1.00000	\$ 38,967,000

7.12 ENUNCIAR CONSIDERACIONES GENERALES

Basados en las descripciones de partida disponibles, se establecieron que consideraciones, inclusiones y exclusiones se tienen en cuenta para los paramétricos a realizar.

7.12.1 Aislamiento térmico en perlita expandida

Consideraciones

- La información para determinar los paramétricos mostrados anteriormente se tomaron de proyectos ejecutados entre 2001 y 2012 en la Refinería de Barrancabermeja.
- Los precios se normalizaron a 2012 con la herramienta corporativa Escalation Tool.
- La muestra es de quince (15) proyectos ejecutados, los cuales consideraban el suministro y la instalación de aislamiento térmico en perlita expandida.
- Se toman en cuenta espesores de 1.5", 2", 2,5" y 3" para tuberías desde ½" hasta 22" de diámetro.
- La unidad de medida es pesos colombianos/metro lineal.

Inclusiones

- Suministro de perlita expandida de acuerdo a diámetros y espesores requeridos.
- Materiales de enchaquetado (cubierta metálica)
- Barreras de vapor (sellador, masillas, pinturas o telas)
- Accesorios de sujeción (Cinta o banda según el diámetro de la tubería, zunchos, entre otros)
- Equipos, herramientas y mano de obra para la instalación.
- Todos los materiales requeridos para la actividad son puestos en el sitio de ejecución e incluyen el impuesto al valor agregado (IVA).
- Juntas de dilatación.

Exclusiones

- Aplicación de sistemas de pintura y/o protección requeridos para tubería.
- Ingeniería Básica y/o Detalle del Proyecto.
- Gestión de compras
- Gastos de Interventoría
- Contingencia del proyecto.
- Escalación del proyecto.
- Administración, Imprevistos y Utilidad (A.I.U.)
- Precios de armado, desarmado y alquiler de andamios.

7.12.2 Suministro e instalación de tubería conduit tipo RMC subterráneo

Consideraciones

- La información para determinar los paramétricos mostrados anteriormente se tomaron de proyectos ejecutados entre 2007 y 2012 en la Refinería de Barrancabermeja.
- Los precios se normalizaron a 2012 con la herramienta corporativa “Escalation Tool”.
- La muestra es de catorce (14) proyectos ejecutados, los cuales consideraban el suministro y la instalación de aislamiento térmico en perlita expandida.
- Se toman diámetros (\varnothing) de 3/4”, 1”, 1-1/2”, 2”, 3” y 4”.
- En las abscisas se manejan los diámetros (\varnothing) de la tubería y en las ordenadas el valor de suministro e instalación de tubería conduit por metro lineal.

Inclusiones

- Suministro de tubería conduit tipo RMC de acuerdo a diámetros requeridos.
- Materiales de sujeción
- Aplicación de pintura anticorrosiva entre las uniones.
- Accesorios conduit (boquillas, universales, tapones)
- Soportes de tubería
- Limpieza interior de cada conduit.
- Instalación de la tierra del conduit.
- Equipos, herramientas y mano de obra para la instalación.
- Todos los materiales requeridos para la actividad son puestos en el sitio de ejecución e incluyen el impuesto al valor agregado (IVA).

Exclusiones

- Aplicación de sistemas de pintura y/o protección requeridos para tubería.
- Excavaciones, fundación de concreto y rellenos
- Ingeniería Básica y/o Detalle del Proyecto.
- Gestión de compras
- Gastos de Interventoría
- Contingencia del proyecto.
- Escalación del proyecto.
- Administración, Imprevistos y Utilidad (A.I.U.)

7.12.3 Suministro e instalación de tubería conduit tipo RMC aéreo

Consideraciones

- La información para determinar los paramétricos mostrados anteriormente se tomaron de proyectos ejecutados entre 2007 y 2012 en la Refinería de Barrancabermeja.

- Los precios se normalizaron a 2012 con la herramienta corporativa “Escalation Tool”
- La muestra es de catorce (14) proyectos ejecutados, los cuales consideraban el suministro y la instalación de aislamiento térmico en perlita expandida.
- Se toman diámetros (\varnothing) de 3/4”, 1”, 1-1/2”, 2”, 3” y 4”
- En las abscisas se manejan los diámetros (\varnothing) de la tubería y en las ordenadas el valor de suministro e instalación de tubería conduit por metro lineal.

Inclusiones

- Suministro de tubería conduit tipo RMC de acuerdo a diámetros requeridos.
- Materiales de sujeción.
- Limpieza interior de cada conduit.
- Instalación de la tierra del conduit.
- Accesorios conduit (boquillas, universales, tapones)
- Equipos, herramientas y mano de obra para la instalación.
- Todos los materiales requeridos para la actividad son puestos en el sitio de ejecución e incluyen el impuesto al valor agregado (IVA).

Exclusiones

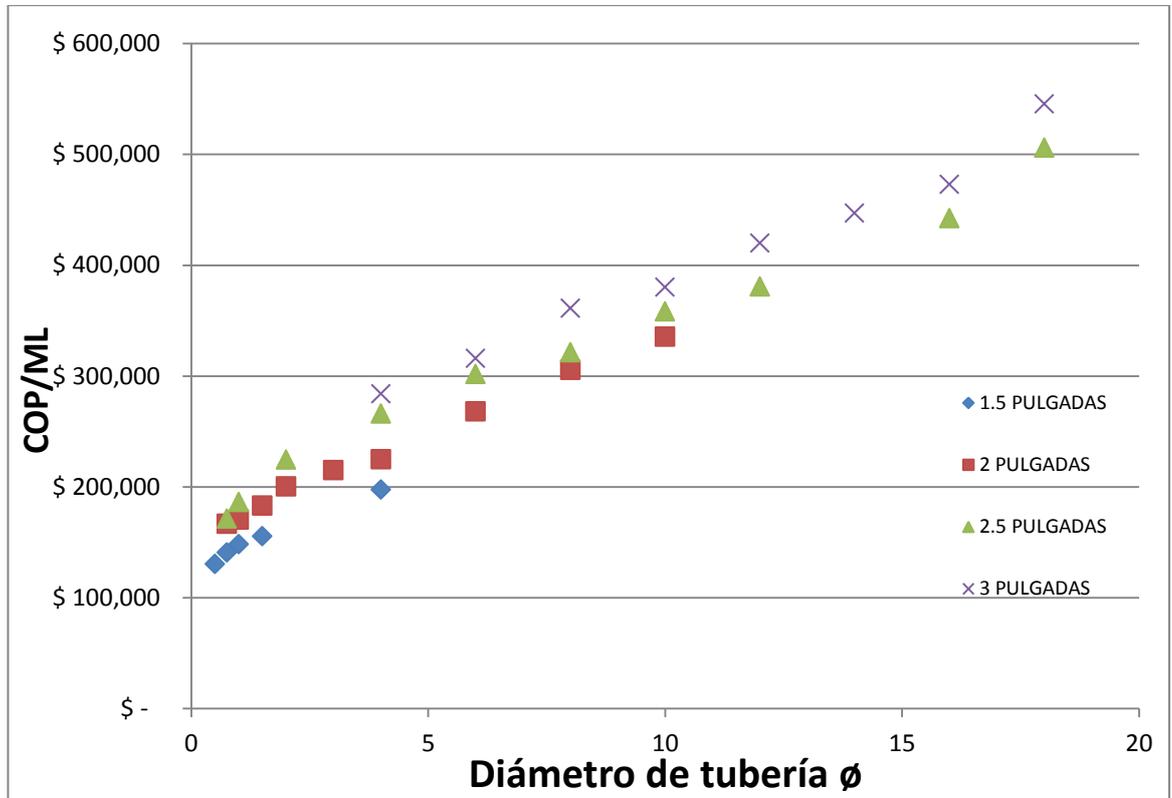
- Aplicación de sistemas de pintura y/o protección requeridos para tubería.
- Precios de armado, desarmado y alquiler de andamios.
- Equipos para trabajo en alturas
- Ingeniería Básica y/o Detalle del Proyecto.
- Gestión de compras
- Gastos de Interventoría
- Contingencia del proyecto.
- Escalación del proyecto.
- Administración, Imprevistos y Utilidad (A.I.U.)

7.13 CREACIÓN DE PARAMÉTRICOS

Después de normalizar los valores, se procede a crear un gráfico de dispersión por medio de la herramienta de Microsoft Excel para las dos actividades mencionadas.

7.13.1 Paramétrico Aislamiento Térmico en Perlita Expandida. Para el gráfico de dispersión del suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida se tomaron 4 espesores del aislamiento (1.5, 2, 2.5 y 3 pulgadas) para diámetro de 1/2” hasta 20”. El gráfico se presenta a continuación:

Figura 13. Gráfico de dispersión de suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida



A continuación se muestran los coeficientes de correlación y determinación, la varianza residual y el error estándar para cada una de las curvas de los diferentes espesores de aislamiento.

Tabla 2. Indicadores de la curva de suministro e instalación del aislamiento térmico en perlita expandida de 1.5"

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN PERLITA EXPANDIDA DE ESPESOR 1.5"				
FUNCIÓN	INDICADOR			
	Coefficiente de Determinación	Coefficiente de Correlación	Desviación Residual	Error Estándar
Exponencial	0.9652	0.9824	30,838,145	\$ 5,553.21
Lineal	0.9831	0.9915	14,975,996	\$ 3,869.88
Logarítmica	0.9728	0.9863	24,103,377	\$ 4,909.52
Polinómica	0.9938	0.997	5,494,152	\$ 2,343.96
Potencial	0.987	0.9935	11,519,997	\$ 3,394.11

Tabla 3. Indicadores de la curva de suministro e instalación del aislamiento térmico en perlita expandida de 2”

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO DE ESPESOR 2”				
FUNCIÓN	INDICADOR			
	Coefficiente de Determinación	Coefficiente de Correlación	Desviación Residual	Error Estándar
Exponencial	0.9789	0.9894	87,905,115	\$ 9,375.77
Lineal	0.995	0.9975	20,830,596	\$ 4,564.05
Logarítmica	0.915	0.9566	354,120,131	\$ 18,818.08
Polinómica	0.996	0.998	16,664,477	\$ 4,082.21
Potencial	0.9578	0.9787	175,810,230	\$ 13,259.35

Tabla 4. Indicadores de la curva de suministro e instalación del aislamiento térmico en perlita expandida de 2.5”

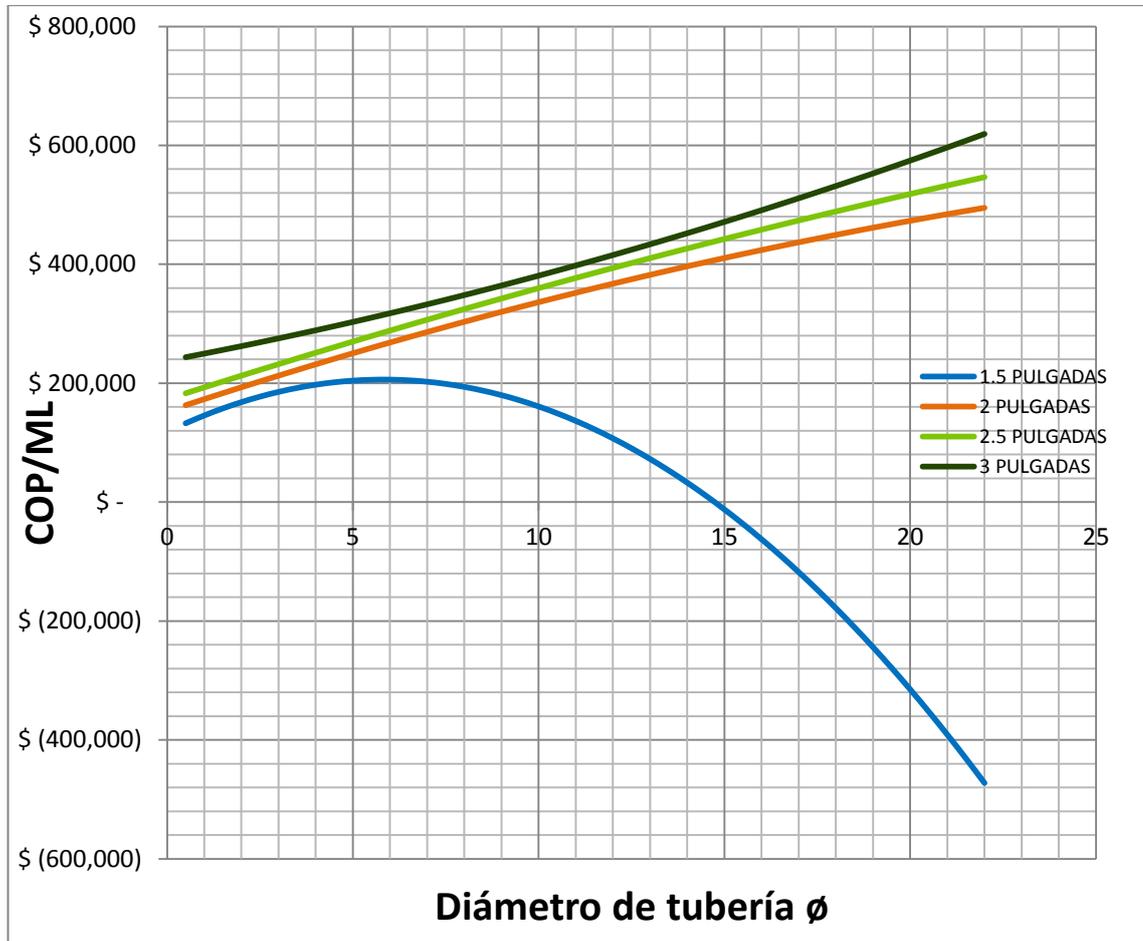
SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO DE ESPESOR 2.5”				
FUNCIÓN	INDICADOR			
	Coefficiente de Determinación	Coefficiente de Correlación	Desviación Residual	Error Estándar
Exponencial	0.9383	0.9687	814,558,360	\$ 28,540.47
Lineal	0.9835	0.9917	217,831,652	\$ 14,759.12
Logarítmica	0.8988	0.9481	1,336,034,133	\$ 36,551.80
Polinómica	0.9851	0.993	196,708,583	\$ 14,025.28
Potencial	0.9731	0.9865	355,131,603	\$ 18,844.94

Tabla 5. Indicadores de la curva de suministro e instalación del aislamiento térmico en perlita expandida de 3”

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE AISLAMIENTO TÉRMICO DE ESPESOR 3”				
FUNCIÓN	INDICADOR			
	Coefficiente de Determinación	Coefficiente de Correlación	Desviación residual	Error Estándar
Exponencial	0.986	0.9930	117,582,099	\$ 10,843.53
Lineal	0.9818	0.9909	152,856,729	\$ 12,363.52
Logarítmica	0.9233	0.9609	644,181,930	\$ 25,380.74
Polinómica	0.9851	0.993	125,140,949	\$ 11,186.64
Potencial	0.9666	0.9832	280,517,294	\$ 16,748.65

Los datos mostrados en las tablas anteriores, permiten determinar que la dispersión de los valores del suministro e instalación de los diferentes espesores de aislamiento térmico en perlita expandida, se ajustan más a un comportamiento polinómico seguido del lineal. Dichos comportamientos tienen errores estándares bajos, comparados con los demás y sus coeficientes de determinación están en un grado admisible.

Figura 14. Paramétrico de suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida



Las ecuaciones correspondientes a las líneas de tendencias mostradas en el anterior gráfico se muestran a continuación:

Tabla 6. Ecuaciones del paramétricos de costos de suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida

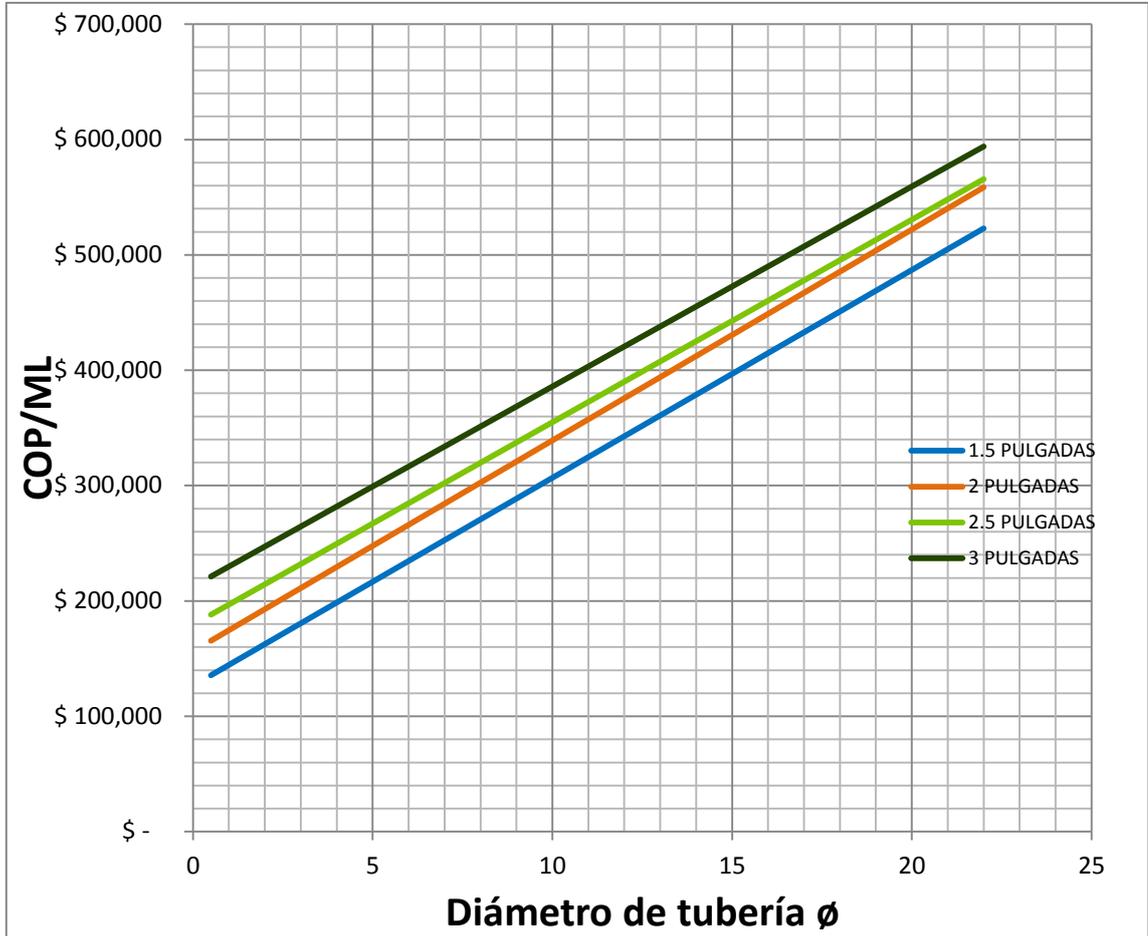
Espesor	Ecuación
1.5"	$Y=-2593X^2+30203X+118076$
2"	$Y=-232.98X^2+20683X+152693$
2.5"	$Y=-142.15X^2+20105X+172982$
3"	$Y=252.12X^2+11792X+237733$

El anterior figura 11 muestra un comportamiento irreal para el aislamiento térmico de 1.5" de espesor, por ende se toma el siguiente comportamiento más ajustado a los datos, siendo este el lineal. A continuación se muestra el gráfico con el

comportamiento

mencionado:

Figura 15. Paramétrico ajustado del suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida



Las ecuaciones correspondientes a las líneas de tendencia mostradas en el anterior gráfico se muestran a continuación:

Tabla 7. Ecuaciones del paramétricos de costos ajustado del suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida

Espesor	Ecuaciones
1.5"	$Y=18019X+126556$
2"	$Y=18283X+156332$
2.5"	$Y=17561X+179327$
3"	$Y=17339X+212521$

La siguiente tabla indica el espesor del aislamiento térmico para perlita expandida según la temperatura del proceso y el diámetro de la tubería. Las casillas sombreadas muestran las condiciones para la cual aplicaría el paramétrico de costos desarrollado.

Tabla 8. Tabla de espesores de perlita expandida según la temperatura de proceso y el diámetro de la tubería

NPS	TEMPERATURA °F							
	200 °F	300 °F	400 °F	500 °F	600 °F	800 °F	1000 °F	1200 °F
0.5	0.5	1	1.5	2	2	3	3.5	4.5
0.75	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5
1	0.5	1	1.5	2	2.5	3.5	4.5	5.5
1.5	0.5	1	1.5	2	2.5	3.5	4.5	5.5
2	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6
3	0.5	1.5	2	2.5	3	4.5	5.5	7
4	0.5	1.5	2	2.5	3	4.5	6	7.5
6	0.5	1.5	2	3	3.5	5	6.5	8
7	1	1.5	2	3	3.5	5	6.5	8.5
8	1	1.5	2	3	3.5	5.5	7	8.5
9	1	1.5	2	3	3.5	5.5	7	9
10	1	1.5	2	3	4	5.5	7.5	9
12	1	1.5	2.5	3	4	6	7.5	9.5
14	1	1.5	2.5	3.5	4	6	8	10
16	1	1.5	2.5	3.5	4.5	6	8	10
18	1	1.5	2.5	3.5	4.5	6.5	8.5	10
20	1	1.5	2.5	3.5	4.5	6.5	8.5	10
24	1	1.5	2.5	3.5	4.5	6.5	8.5	10
30	1	1.5	2.5	3.5	4.5	7	9	10
36	1	1.5	2.5	3.5	5	7	9.5	10
48	1	2	3	4	5	7	9.5	10

7.13.2 Paramétrico Conduit Aérea y Subterránea. Con base en los valores normalizados de la actividad de suministro e instalación de tubería conduit tanto aérea como subterránea se obtuvieron los siguientes gráficos de dispersión:

Figura 16. Gráfico de dispersión de suministro e instalación de tubería conduit aéreo

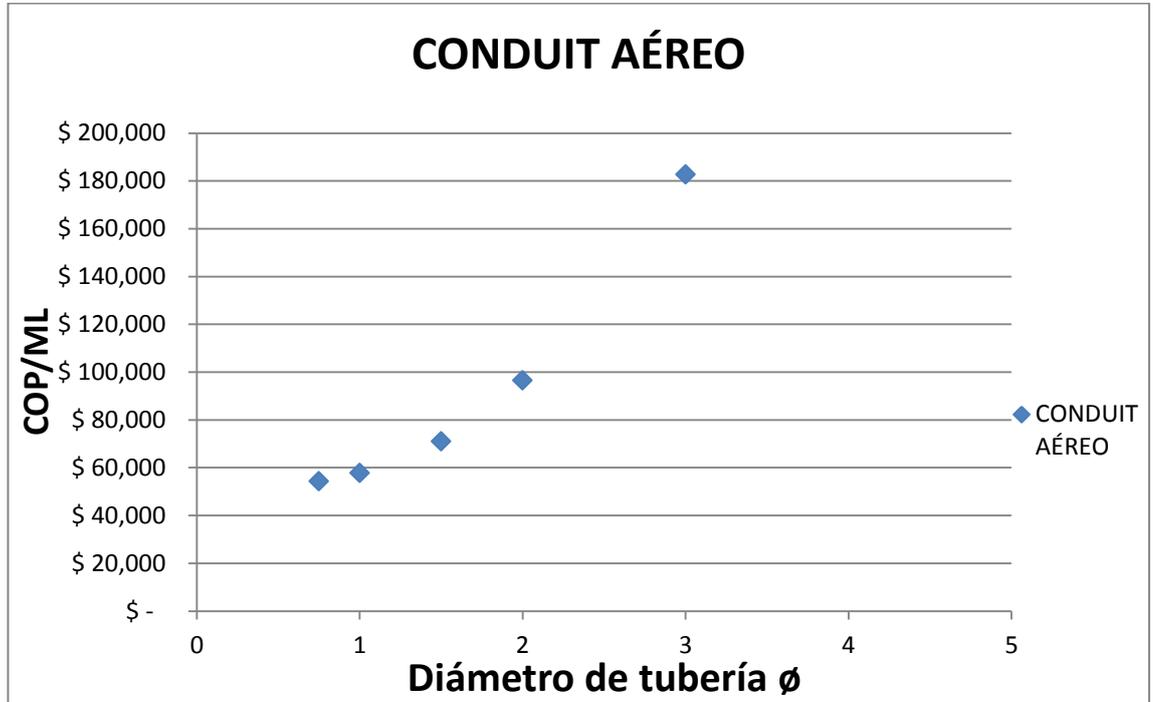
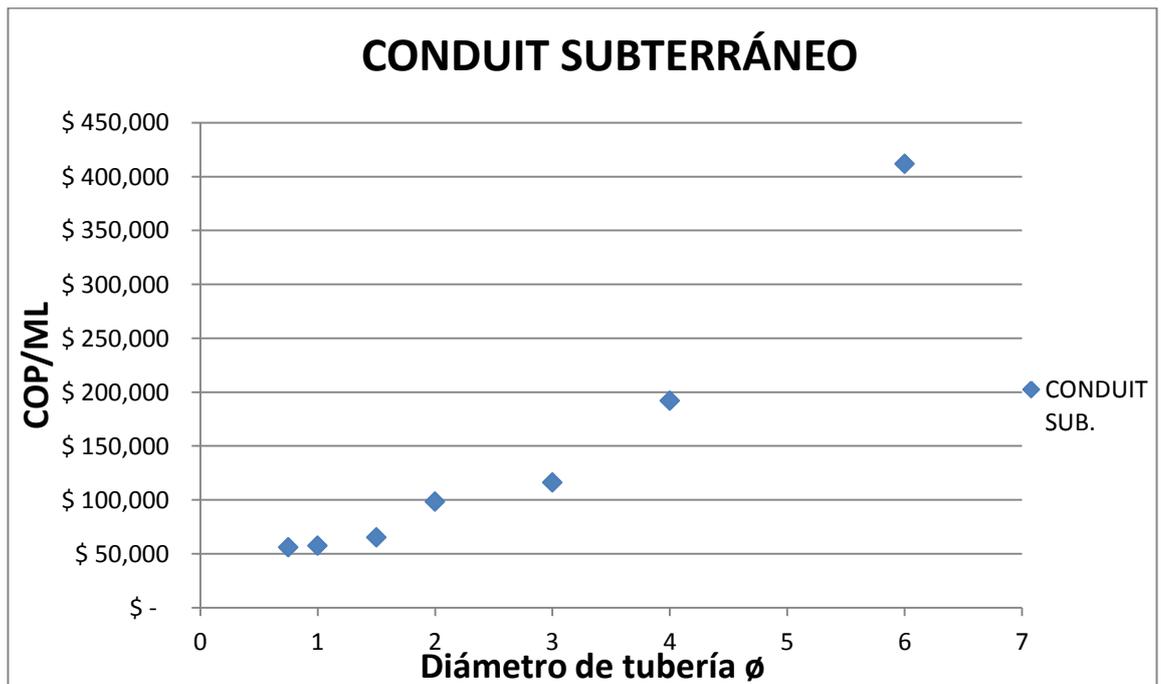


Figura 17. Gráfico de dispersión de suministro e instalación de tubería conduit subterráneo



A continuación se muestran los coeficientes de correlación y determinación, la varianza residual y el error estándar para la curva del suministro e instalación de tubería conduit aérea.

Tabla 9. Indicadores de la curva de suministro e instalación de tubería conduit aéreo

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA CONDUIT AÉREO				
FUNCIÓN	INDICADOR			
	Coeficiente De Determinación	Coeficiente de Correlación	Desviación residual	Error Estándar
Exponencial	0.9853	0.9926	55,287,894	\$ 7,435.58
Lineal	0.9313	0.9650	258,386,282	\$ 16,074.40
Logarítmica	0.799	0.8939	755,977,333	\$ 27,495.04
Polinómica	1.0	1.0	-	\$ -
Potencial	0.8992	0.9483	379,116,991	\$ 19,470.93

Los datos mostrados en la tabla anterior, permiten determinar que la dispersión de los datos de los valores del suministro e instalación de tubería conduit aérea, se ajustan más a un comportamiento polinómico seguido del exponencial. Dichos comportamientos tienen errores estándares bajos, comparados con los demás y sus coeficientes de determinación están en un grado admisible

Figura 18. Paramétrico de suministro e instalación de tubería conduit aéreo

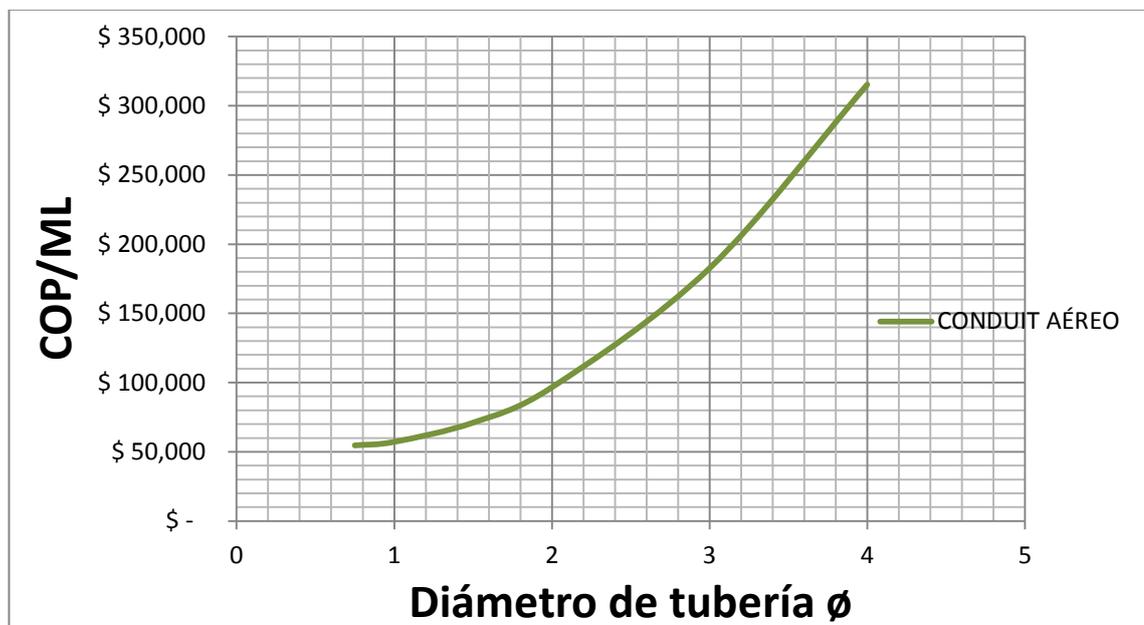


Tabla 10. Ecuación del paramétricos de costos del suministro e instalación de tubería conduit aéreo

Tipo	Ecuación
Subterráneo	$Y=12510X^2 - 17614X + 65442$

A continuación se muestran los coeficientes de correlación y determinación, la varianza residual y el error estándar para la curva del suministro e instalación de tubería conduit subterráneo.

Tabla 11. Indicadores de la curva de suministro e instalación de tubería conduit subterráneo

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA CONDUIT SUBTERRÁNEO				
FUNCIÓN	INDICADOR			
	Coefficiente De Determinación	Coefficiente de Correlación	Desviación residual	Error Estándar
Exponencial	0.9887	0.9943	38,518,651	\$ 6,206.34
Lineal	0.9149	0.9565	290,082,940	\$ 17,031.82
Logarítmica	0.7117	0.8436	982,736,918	\$ 31,348.64
Polinómica	0.9955	0.998	15,339,286	\$ 3,916.54
Potencial	0.8989	0.9481	344,622,624	\$ 18,564.01

Los datos mostrados en la tabla anterior, permiten determinar que la dispersión de los datos de los valores del suministro e instalación de tubería conduit subterránea, se ajustan más a un comportamiento polinómico seguido del exponencial. Dichos comportamientos tienen errores estándares bajos, comparados con los demás y sus coeficientes de determinación están en un grado admisible.

Figura 19. Paramétrico de suministro e instalación de tubería conduit subterráneo

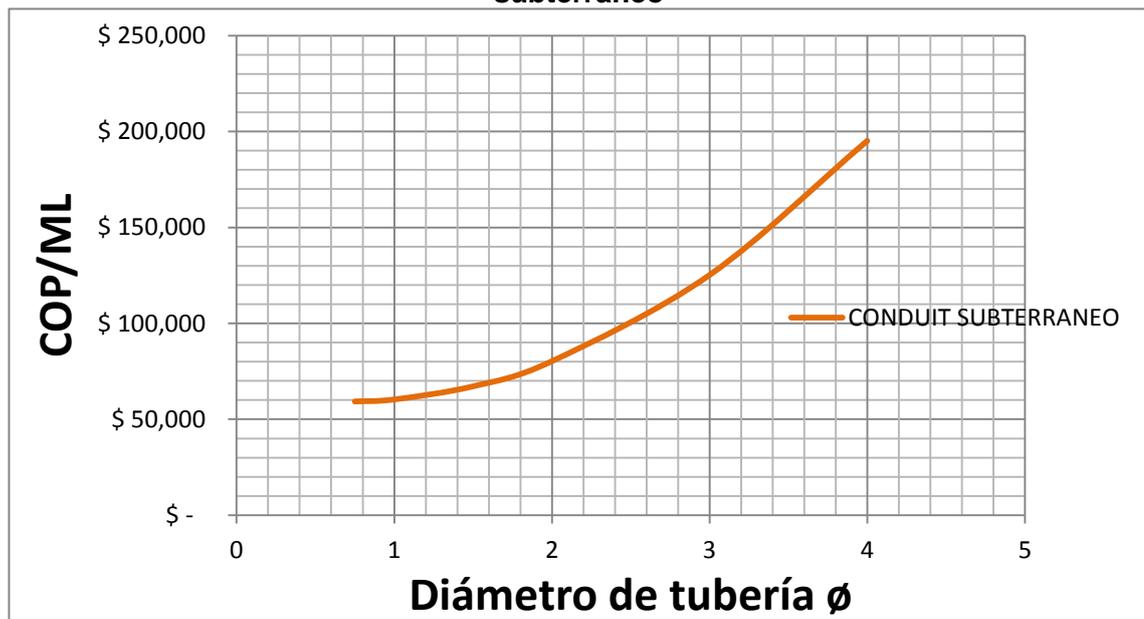


Tabla 12. Indicadores de la curva de suministro e instalación de tubería conduit subterráneo

Tipo	Ecuación
Aéreo	$Y=23320X^2 - 30554X + 64414$

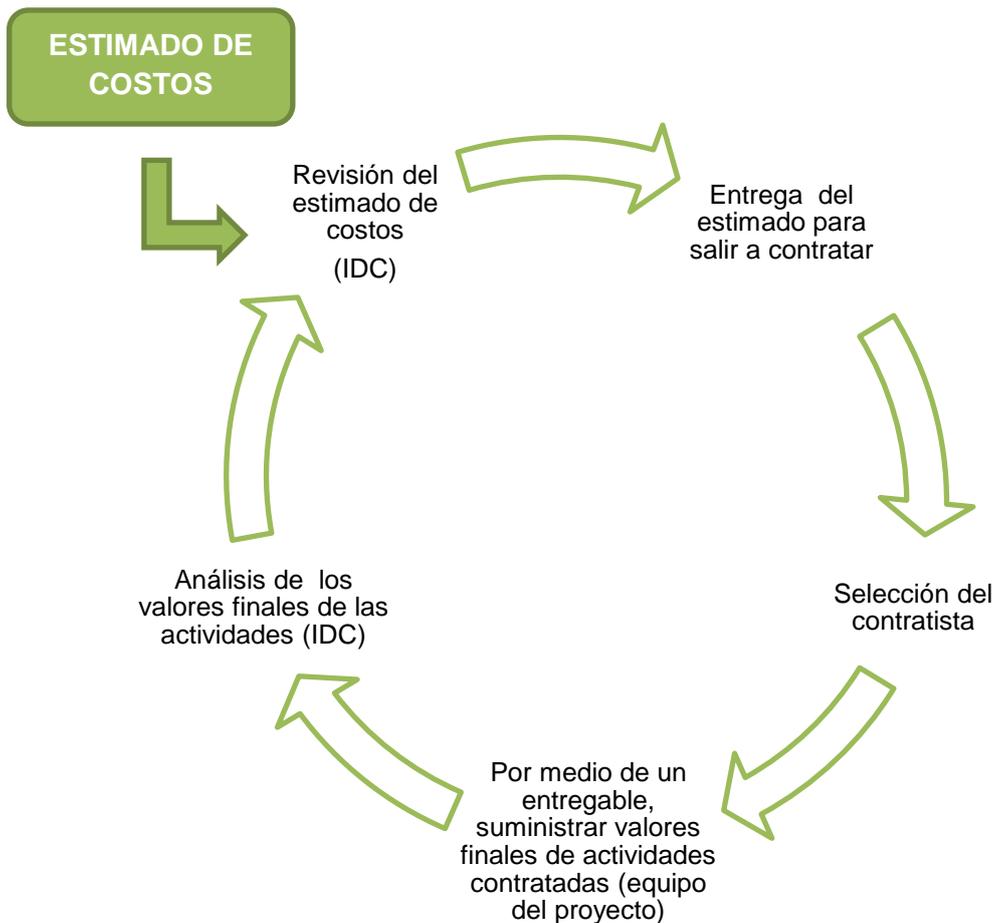
7.14 FLUJO DE INFORMACIÓN

Las bases de datos son la herramienta principal para un equipo estimador de costos, estas tienen principalmente tres fuentes: Cotizaciones, juicios de expertos y la retroalimentación con proyectos ejecutados.

Una oportunidad de mejora para la especialidad es la retroalimentación con proyectos ejecutados. La información de estos proyectos la tienen los equipos de cada uno de los Líderes de Proyectos, ellos almacenan dentro de sus equipos computacionales los detalles y seguimientos de las actividades.

A continuación se ilustra como es el deber ser de la retroalimentación de la información:

Ilustración 20. Ciclo de información de los costos de proyectos



Existe un formato para la retroalimentación mencionada. Después de su revisión se encontraron oportunidades de mejora para que la información sea de mayor utilidad para la especialidad. Esto se manifestó a la Dirección de Proyectos de Ecopetrol, quienes manifestaron que es una actividad en la cual se están desarrollando acciones para mejorar.

En la actualidad la especialidad no cuenta con recurso humano disponible para desarrollar la retroalimentación de manera óptima.

Las principales dificultades encontradas para la recolección de los datos son la fuga de información y la falta de un correcto almacenamiento por parte de los especialistas de la interventoría.

Como fuente alternativa adicionalmente la gestoría administrativa, es la encargada de llevar el registro de todas las actas de pago de los proyectos ejecutados en la refinería.

7.15 INSTRUCTIVO BASE DE DATOS

En el archivo de la base de datos se encuentra el instructivo de búsqueda de información y de introducción de la misma en la base. El presente documento se convierte en un apoyo al instructivo que se encuentra en el archivo de la base.

7.16 ELABORACIÓN PROYECTO FINAL

Todas las actividades desarrolladas en el periodo de práctica industrial, se detallan en este documento, convirtiéndose en el tercer y último informe por parte del estudiante. Aquí se enuncian las conclusiones y recomendaciones por parte del estudiante para la empresa y la modalidad de práctica industrial como trabajo de grado.

7.17 PRESENTAR PARAMÉTRICOS AL DEPARTAMENTO

En día 14 de enero del 2013, en la reunión sistemática del Departamento de Ingeniería de Refinación y Petroquímica se presentaron todas las actividades desarrolladas por el estudiante en práctica, entra las que estaba el desarrollo de los paramétricos de costos: suministro e instalación de aislamiento térmico en perlita expandida, suministro e instalación de tubería conduit aéreo y suministro e instalación de tubería conduit subterráneo.

7.18 SUSTENTACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE TRABAJO

Esta actividad se va a desarrollar en la primera semana del mes de febrero con participación del profesor director y del tutor por parte de la empresa, que en este caso es Ecopetrol S.A. con esta sustentación se cumple un requisito para optar por el título de ingeniero industrial.

8. IMPLEMENTACIÓN DE PROPUESTAS

8.1.1 Plantilla del cálculo de la dotación. Se elaboró una plantilla en Excel que permitiera calcular el valor de la dotación diaria basada en la duración del proyecto y un indicador de rotación de personal para las empresas contratistas.

Figura 21. Plantilla para el cálculo del valor día de la dotación basado en un indicador de rotación del personal

Nombre del contrato	XXXXXXXXXXXXXXXX	Indicador de Rotación	20%		
Duración del contrato (mes)	2				
DOTACIÓN	VALOR UNITARIO	CANT. DE ENTREGAS ANUALES	# DE ENTREGAS	VALOR MES	VALOR DÍA
Camisas	\$ 27,000.00	5	1	\$ 13,500.00	\$ 450.00
Pantalos	\$ 35,000.00	5	1	\$ 17,500.00	\$ 583.33
Botas	\$ 100,000.00	2	1	\$ 50,000.00	\$ 1,666.67
Casco	\$ 20,000.00	2	1	\$ 10,000.00	\$ 333.33
Gafas	\$ 12,000.00	12	2	\$ 12,000.00	\$ 400.00
Guantes	\$ 6,000.00	52	9	\$ 27,000.00	\$ 900.00
Protecciones tipo copa	\$ 27,000.00	2	1	\$ 13,500.00	\$ 450.00
Protección solar	\$ 25,000.00	6	1	\$ 12,500.00	\$ 416.67
Vapores orgánicos	\$ 47,600.00	4	1	\$ 23,800.00	\$ 793.33
TOTAL CON ROTACIÓN	\$ 7,192.00			TOTAL SIN ROTACIÓN	\$ 5,993.33

8.1.2 Clase de evaluación financiera. Se preparó un curso de evaluación financiera dirigido al equipo de ingeniería de costos por parte del estudiante el cual contó con quices, talleres y guías de trabajo. Se realizaron 8 sesiones de dos horas semanales y los temas tratados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 13. Temas tratados en el curso de evaluación financiera

N°	TEMA
1°	Definiciones: tiempo, periodo e interés
2°	Valor presente y valor futuro
3°	Tasas de interés
4°	Amortizaciones y saldos
5°	VPN
6°	Costo anual equivalente (CAUE)
7°	Tasa interna de retorno
8°	Beneficio / Costo ; Factor j
9°	Estados financieros/ flujo de caja libre
10°	Herramientas de ECP
11°	Evaluaciones financieras
12°	Evaluación financiera según fase del proyecto
13°	Modelos determinísticos y Probabilísticos

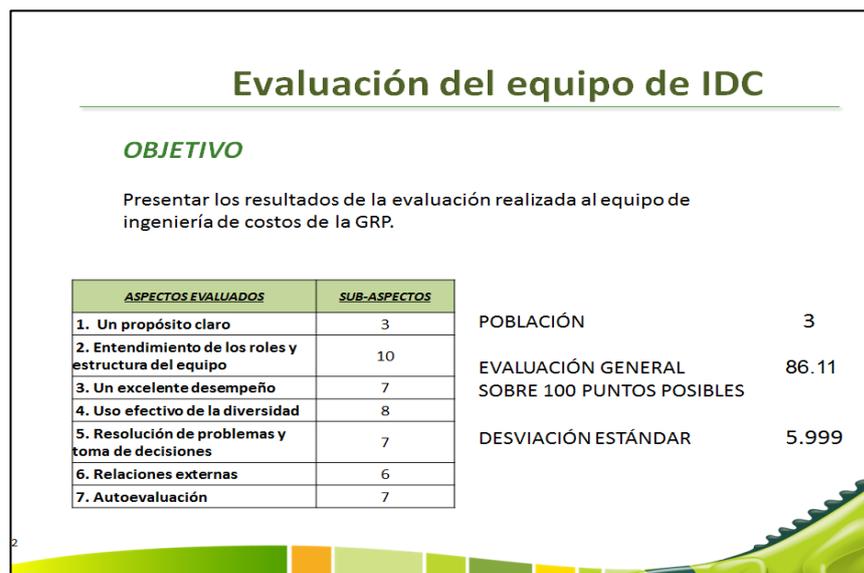
Figura 22. Clases de evaluación financiera



8.1.3 BAF empresa de pyrogel. Se gestionó una reunión con la empresa BAF de Bucaramanga, para que la especialidad tuviera conocimiento sobre la instalación de aislamiento térmico en el material pyrogel. De la reunión se obtuvieron datos de rendimientos y costos del material mencionado.

8.1.4 Evaluación de equipo. Basado en un artículo de la página web Losrecursoshumanos.com en su artículo “Características de un equipo” el cual referencia a El Instituto De Formación y Gestión del Conocimiento de Las Naciones Unidas, se hace una autoevaluación de la especialidad en 48 aspectos. De 100 puntos posibles, la especialidad obtuvo 86.11 con una desviación de 5.99. Se realizó el respectivo análisis de los resultados se genero un compromiso por mejorar las falencias encontradas.

Figura 23. Resumen evaluación del equipo de IDC



9. OTRAS ACTIVIDADES

9.1.1 Software aprendidos

➤ **Construplan**

Construplan es la principal base de datos con la cual cuenta la especialidad, en el desarrollo de la práctica esta fue una herramienta que fue utilizada para consulta de precios, revisar rendimientos y manejo en general de la herramienta.

➤ **Escalation Tool**

Es una herramienta corporativa creada por consultores internacionales para Ecopetrol, esta herramienta es actualizada trimestralmente por la Dirección Corporativa de Proyectos (DPY). Esta herramienta se encarga de normalizar o escalar valores de actividades de proyectos.

➤ **Aspen Capital Cost Estimator (ACCE)**

Este software se utiliza para la elaboración de estimados de costos para proyectos que están en fases tempranas, según el modelo de maduración de proyectos de Ecopetrol. Esta herramienta consiste en introducir las características conocidas del proyecto a realizar para así establecer el valor aproximado de este.

Con el ACCE se pueden estimar el valor de líneas de tubería, instalación de motores, hornos y demás estructuras de la industrial del petróleo.

9.1.2 Actividades propias de la gerencia y especialidad. Por parte de la Dirección de Proyectos de Ecopetrol (DPY) se dan capacitaciones sobre herramientas computacionales y conceptos propios de la ingeniería de costos. Por parte del estudiante hubo constante participación en estas actividades que se realizaban de manera semanal.

9.1.3 Revisión de estimados de costos. Participación en la revisión de estimativos de costos de los siguientes proyectos a ejecutar:

- ESTIMADO PRESUPUESTO CONSTRUCCION, MONTAJE GESTION DE COMPRAS, COMPRAS DE LAS OBRAS PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL BLENDING DE CRUDOS DE LA GERENCIA REFINERIA BARRANCABERMEJA, UBICADA EN BARRANCABERMEJA SANTANDER, COLOMBIA
- INGENIERÍA CONCEPTUAL – REEMPLAZO EQUIPOS ROTATIVOS EN LA RCSA Bomba PS-P-404 A/B (Unidad de Destilación Combinada - UDC).
- SISTEMA DE SEPARACIÓN AGUA- JET FUEL MEDIANTE COALESCENCIA EN PLANTA DE TRATAMIENTO CAÚSTICO U-4600.
- INGENIERIA DETALLADA ACTUALIZACION SISTEMA SALVAGUARDA DE HORNOS U – 200, H-201 Y H-202.

- PRESUPUESTO DE LA ASESORIA TÉCNICA, COMPRAS, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS ASOCIADOS PARA LAS MEJORAS DEL BLOQUE II DE LAS OFICINAS 25 DE AGOSTO DE LA GRB DE ECOPETROL S.A.

9.1.4 Presentaciones de la especialidad. Se elaboraron diferentes presentaciones entre las que se encuentran:

- Iniciativa de costos- Reconocimiento a la excelencia
- Presentación de gestión semestral de ingeniería de costos
- Presentación de herramienta corporativa, cálculo de APUs.
- Presentación sinergia de la especialidad con la coordinación de contratación

9.1.5 Comité de costos. Se participó en el comité mensual de costos de Ecopetrol el mes de noviembre en las instalaciones de la refinería de Barrancabermeja. En este comité se reúnen todos los equipos de ingeniería de costos de todos los negocios de Ecopetrol S.A. donde se debate sobre los roles de la especialidad, estrategias para la mejora continua de la misma y planes para el siguiente año.

9.1.6 Visitas de comportamiento. Con el fin de evitar accidentes e incidentes dentro de la refinería, el personal de Ecopetrol realiza visitas a los sitios de ejecución de los proyectos. En estos espacios se revisa el uso de los EPP, la identificación del personal, que los trabajadores no estén bajo los efectos del alcohol, que los procedimientos se realicen de la forma adecuada, entre otros.

En el periodo de aprendizaje se realizaron siete (7) visitas de comportamiento, con diferentes ingenieros del departamento.

Una de estas se realizó en proyecto de ampliación de la capacidad de asfaltos en el área de Casa Bombas 1, donde se observó la actividad de soldadura de tubería de entrada para un tanque de almacenamiento, la observación se concentró en el porte adecuado de los elementos de protección personal.

Otra visita se concentró en la actividad de afinado y detallado de la superficie en fundación de concreto de bases para soportes de tubería para el mismo proyecto de asfaltos, la observación se concentró en el procedimiento para ejecutar la fundación.

Todas las visitas realizadas se registraron en el formato correspondiente y se reportaron al jefe inmediato y al líder HSE del área.

9.1.7 Liderazgo visible. Esta actividad consiste en dar charlas a los trabajadores de las empresas contratistas sobre los diferentes temas de trabajo (Seguridad, medio ambiente, entre otros). Con anticipación se acuerda una fecha y lugar para desarrollar el liderazgo.

Los liderazgos visibles son de obligatoria participación por parte del todo personal de Ecopetrol, ya que hace parte del indicador proactivo que todas las gerencias deben cumplir.

Durante el periodo de aprendizaje se realizaron dos (2) liderazgos visibles. El primero de estos se realizó con los trabajadores de la empresa PRAGO el día treinta (30) de agosto del 2012, donde se mostró el último incidente ocurrido en la refinería de Amuay (Venezuela), además se recalcó sobre el trabajo en equipo, identificación de riesgos y el compromiso con la vida.

Figura 26. Registro fotográfico de liderazgo visible



El segundo se realizó el día trece (13) de diciembre del 2012 cuyo tema principal de fue la disciplina operativa, importancia de usos de EPP y la identificación de riesgos.

9.1.8 Talleres de contingencia y escalación. La contingencia y escalación son dineros adicionales a los costos directos que se calculan por medio de software (para el caso de Ecopetrol es Crystal Ball), basados en las características específicas de cada uno de los proyectos. Esta se expresa de manera porcentual sobre los costos.

La contingencia se encarga de cubrir las incertidumbres del proyecto (riesgos) y la escalación cubre los cambios de precios a través del tiempo.

Durante el periodo se participó en cuatro talleres de este tipo. El primero para un proyecto de la Refinería de Cartagena y los otros para proyectos de la Refinería de Barrancabermeja.

9.1.9 Sesiones con la Coordinación de Contratación. La coordinación de contratación es la encargada de planear y contratar las paradas de planta de la refinería de Barrancabermeja. Las sesiones tenían por objetivo unificar precios de actividades y compartir la información de actividades comunes para ambas partes.

Inicialmente se unificaron valores de las tablas salariales convencionales y posteriormente hubo reuniones con los diferentes especialistas, principalmente civiles y mecánicos, con el fin de revisar precios por especialidad.

El estudiante hizo parte de estas sesiones de manera activa, dando opiniones y analizando las diferentes situaciones planteadas.

10. CONCLUSIONES

- La modalidad de práctica empresarial como trabajo de grado, es una experiencia enriquecedora para el estudiante de ingeniería. Este periodo es propicio para aplicar los conceptos adquiridos durante la formación académica y aprender las actividades propias del área de trabajo correspondiente.

En el caso particular de esta práctica, la especialidad de ingeniería de costos para proyectos de refinación y petroquímica brindó a la oportunidad al estudiante de aprender conceptos, herramientas y metodologías de estimación de costos para proyectos del sector oil and gas.

Ecopetrol S.A cuenta con funcionarios calificados, instalaciones adecuadas, tecnología a la vanguardia de las diferentes áreas, generación de conocimiento, entre otros. Generando con esto un ambiente propicio para el desarrollo de una práctica empresarial.

- Los paramétricos de costos realizados permitirán a la especialidad, tener precios de referencia para la revisión de estimativos de costos realizados por las empresas contratistas de ingeniería. Además, estos paramétricos contribuyen a afianzar la conformación de la especialidad de ingeniería de costos en la GRP.

Este documento queda como referente para la elaboración de futuros paramétricos, ya que se describen de forma detallada todas las actividades realizadas con los respectivos soportes de estos.

- Los paramétricos desarrollados fueron revisados por los integrantes del equipo de ingeniería de costos y confrontados con las bases existentes. De esta actividad se concluyó que los valores hallados no diferían de los manejados por la especialidad.
- La elaboración y revisión de presupuestos se encuentran en todas las fases del Modelo de Maduración de Proyectos de Ecopetrol. Esto justifica la importancia de tener un equipo calificado y comprometido con.

La especialidad cuenta con un equipo competente y capaz para la revisión de presupuestos realizados por las empresas de ingeniería y la elaboración estimativos de fases tempranas del modelo. Además cuenta con toda la confianza del departamento y de la gerencia.

- La ejecución de labores en el sector petroquímico implica la convivencia con el peligro, por las condiciones de los procesos desarrollados en sector. Ecopetrol S.A. fomenta la cultura en HSE para que los riesgos sean mitigados.

- Se establecieron flujos de información ideales para la especialidad, basados en la experiencia de la recolección de la información. Esto fue documentado e informado a la líder de especialidad, quien manifestó la falta de recurso humano para la recepción y manejo de la información.

Se identificaron las fuentes de información en cada uno de los equipos de ingeniería de la interventoría, además se dejó la iniciativa por parte del estudiante en estos mismos equipos sobre la importancia de retroalimentar la especialidad de ingeniería de costos.

BIBLIOGRAFÍA

Iris (Intranet Ecopetrol S.A.)

Manual de Ingeniería de Costos (Intranet Ecopetrol S.A)

MATA, Leonardo y LUNA, Carlos. Control de Obras. Guía para el Control de Obras Sistematización de Análisis de Precios y Presupuestos. Caracas-Venezuela: Ingeniería Laing, C.A./DataLaing, 2008-2009.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Trabajos escritos. Presentación y referencias bibliográficas. 6 ed. Bogotá D.C: El instituto, 2008. ISBN 978-958-9383-81-0.

DUGARTE, Edwin. Estadística y Probabilidad. Bucaramanga- Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana.

WEBGRAFÍA

PUC SÁNCHEZ, E. y PECH PÉREZ, J. Método de estimación paramétrica de costos en construcción de viviendas de interés social. Ingeniería Revista [Online]. 1998, vol. 001 [citado el 3 de octubre de 2012]. Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/467/46712106.pdf>>

ROCHA, Luis y PONCE, Tarcisio. Costos preliminares en proyectos de edificación. [Online]. Documento en PDF. 2006 [citado el 3 de octubre de 2012]. Disponible en: <http://administracionytecnologiaparaeldisenio.azc.uam.mx/publicaciones/2006/9_2006.pdf>

VALERA, Leopoldo. INGENIERÍA DE COSTOS TEORÍA Y PRÁCTICA EN CONSTRUCCIÓN. Versión abreviada Documento en PDF [Online]. 2009 [citado el 3 de octubre de 2012]. Disponible en: <<http://varela.com.mx/arch/CostosDeConstruccionParaArquitectosEIngenieros.pdf>>

ANEXOS

Anexo A.

Criterios de evaluación para la Especialidad de Ingeniería de costos. Elaboración propia. A juicio personal y de manera cualitativa se hace una evaluación de las diferentes características de un equipo de trabajo.

Tabla 3. Criterios evaluados en la Especialidad de Costos

CRITERIO DE DE EVALUACIÓN	CONCEPTO
Integrantes del equipo	El equipo de IDC está conformado por 3 profesionales. Ing. Mariapilar Gonzales Fuenmayor (líder de especialidad), Ing. Pablo Eliecer Arevalo Durán (Especialista civil), Ing. Gustavo Alonso Barrientos Sandoval (Profesional Mecánico). Adicionalmente se cuenta semestralmente con un estudiante en práctica.
Herramientas de la especialidad	A continuación se enuncian las herramientas de la IDC de la GRP: <ul style="list-style-type: none"> • Manuela de ingeniería de costos • Share point: Centro de información, con dominio de Ecopetrol, de la ingeniería de costos. • WBS: Estructura de desglose de trabajo. • Software Construplan. • Software Crystal Ball. • Plantillas de apoyo para el software Crystal Ball en Excel. • Dos (2) paramétricos para transformadores y tuberías. • Formatos para recepción y entrega de documentos.
Un propósito claro*	En el periodo de observación, el equipo de ingeniería de costos ha demostrado claridad en los objetivos de la especialidad, que actualmente se centran en la revisión de estimados de costos.
Entendimiento de los roles y estructura del equipo*	En el equipo se identifica fácilmente el rol de "líder de la especialidad", y el de los colaboradores de la gestoría técnica. La asignación de las revisiones se hace de acuerdo a la competencias y la experiencia de los miembros de la IDC. Hay gran cooperación entre los integrantes, todo esto con el fin de cumplir los objetivos de la especialidad.
Un excelente desempeño*	Se tiene un plan estratégico, el cual está acorde con los objetivos de la GRP, en este se tienen en cuenta: capacitaciones, desarrollar nuevas herramientas, y demás actividades propias de la ingeniería de costos. Los líderes de los diferentes proyectos entienden la importancia de las revisiones y estimaciones, como una actividad clave para el éxito de los proyectos. Ante el departamento de ingeniería la especialidad es reconocida por su cumplimiento en

	la entrega de los documentos requeridos por las otras unidades organizacionales.
Uso efectivo de la diversidad*	La diversidad de la especialidad se evidencia por edad, cultura y profesiones principalmente La diversidad de profesionales es la que más se le da uso efectivo, cuando se hacen revisiones.
Resolución de problemas y toma de decisiones*	Cuando se presentan diferencias de opinión entre el equipo, se hacen discusiones abiertas y el líder de la especialidad es el encargado de tomar la acción a seguir con respecto a la diferencia, asegurándose de que esta sea aceptada por todo el equipo. Los problemas se miran detenidamente con el fin de buscar la mejor solución, si es necesario se consulta al jefe del departamento sobre la acción a tomar.
Relaciones externas*	El equipo mantiene sinergias organizacionales con: la Gerencia de la refinería (GRB), departamento de proyectos (PPY), la consultoría y la Dirección de Proyectos de Ecopetrol (DPY). Se tienen espacios para socializar con otros dependencias los lineamientos organizacionales (que están en constante actualización) que afectan a las actividades de la IDC. En el periodo de observación se evidencio que las dificultades de otras dependencias, afectan al equipo.
Autoevaluación*	Todas las lecciones aprendidas se publican en IRIS (intranet de ECP) y divulgadas en la sistemática del departamento de ingeniería. El equipo realiza reuniones sistemáticas semanales, donde se habla de manera abierta las oportunidades de mejora. Adicionalmente la líder del equipo participa en la reunión semanal de líderes de especialidad.

Fuente: Elaboración propia

* Son criterios de evaluación tomados del artículo “características de un equipo” disponible en la página web “<http://www.losrecursoshumanos.com/contenidos/5167-caracteristicas-de-un-equipo.html>” el cual referencia a “The United Nations The Staff College”, que es el instituto de Formación y gestión del conocimiento de Naciones Unidas.

Anexo B

Barrancabermeja, 4 de Septiembre de 2012

Ing. Mariapilar Gonzalez Fuenmayor

Líder de especialidad de Costos

Objetivo: Esta entrevista tiene como objetivo conocer el estado actual de la IDC de la Gerencia de proyectos, las oportunidades de mejora, las herramientas propias de la especialidad y las proyecciones que el líder quiere para su equipo. El tiempo programado para esta actividad es de 1 hora.

Cuerpo de la entrevista

1. Saludo y presentaciones: Saludo formal a la Ing. Mariapilar Gonzalez líder de la especialidad de costos
2. Conversación introductoria.
3. Aclaraciones respecto a la entrevista.
4. Preguntas, generales de la entrevista:
 - 4.1. ¿Cuál es su formación profesional?
 - 4.2. ¿Su experiencia profesional?
 - 4.3. ¿En qué año ingreso a Ecopetrol? Y ¿Cuáles fueron sus expectativas?
 - 4.4. ¿Qué encontró en la IDC de Ecopetrol?
 - 4.5. ¿Qué herramientas o elementos deben un equipo de ingeniería de costos para un óptimo funcionamiento?
 - 4.6. ¿Con cuales de estas cuenta el equipo de IDC de Ecopetrol en Barrancabermeja?
 - 4.7. ¿Qué Oportunidades de mejora tiene la IDC?
 - 4.8. ¿Qué tan importantes son los paramétricos en la IDC?
 - 4.9. ¿Qué recomendaciones o indicaciones puede dar usted a un profesional de costos que quiera realizar paramétricos?
 - 4.10. ¿Cuáles son las iniciativas que actualmente desarrolla la IDC para fortalecerse como especialidad?
 - 4.11. ¿qué proyectos tiene actualmente la IDC?
 - 4.12. Como líder de la ingeniería de costos, ¿Cómo ve a la especialidad en dos años?
5. Cierre.

Anexo C

Barrancabermeja, Octubre de 2012

Ingeniera
Martha Rey
Coordinadora de Prácticas
Universidad Pontificia Bolivariana
Bucaramanga, Santander

Asunto: Aprobación plan de trabajo

Por medio de la presente y con el fin de legalizar las prácticas de **ALVARO JAVIER ANGARITA SEPULVEDA** identificado con C.C. 1.064.837.997 de Río de Oro (Cesar), manifiesto que yo **MARIAPILAR GONZALEZ FUENMAYOR**, Líder de especialidad de Costos en la Gerencia de Proyectos de refinación y petroquímica de la Refinería de Barrancabermeja, apruebo el plan de trabajo, cuyo tema contribuirá a la mejora de los procesos de estimación de costos de proyectos de la refinería de Barrancabermeja

Cordialmente;



MARIAPILAR GONZALEZ FUENMAYOR
Líder de especialidad de Costos en la Gerencia de Proyectos de refinación y petroquímica de la Refinería de Barrancabermeja.
ECOPETROL S.A



Libertad y orden
REPÚBLICA DE COLOMBIA

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

En cumplimiento de la Ley 119 de 1994

Hace constar que

ALVARO JAVIER ANGARITA SEPULVEDA

Con Cédula de Ciudadanía No. 1.064.837.997

Cursó y aprobó la acción de Formación

FORMACIÓN PARA AMBIENTES DE TRABAJO SEGUROS Y SALUDABLES

con una duración de 40 horas

En testimonio de lo anterior, se firma el presente en Barrancabermeja, a los veintinueve (29) días del mes de noviembre de dos mil doce (2012)

Firmado Digitalmente por

MARTHA LUCIA DUCON FONSECA

CENTRO INDUSTRIAL Y DEL DESARROLLO

Autenticidad del Documento

Bogotá - Colombia

MARTHA LUCIA DUCON FONSECA

SUBDIRECTOR

CENTRO INDUSTRIAL Y DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO
REGIONAL SANTANDER

11016992 - 29/11/2012

FECHA REGISTRO

La autenticidad de este documento puede ser verificada en el registro electrónico que se encuentra en la página web <http://certificados.sena.edu.co>, bajo el número 954000369973CC1064837997C.

Anexo D

Anexo E



VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA

MEMORANDO

PIN/GPR-000-00

Barrancabermeja, Diciembre 00 de 2012

PARA: Ing. Juan Mauricio López; Gerente de Proyectos de Refinación y Petroquímica.

DE: Ing. Reynaldo Acevedo Rodríguez; Jefe del Departamento de Ingeniería – PIN.

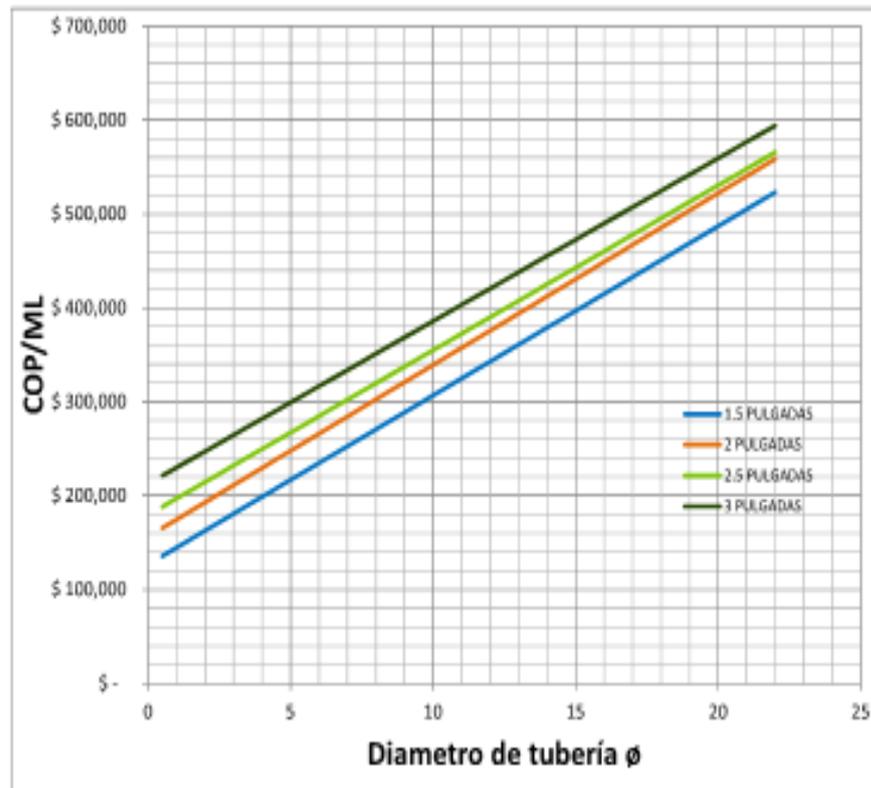
ASUNTO: DIVULGACIÓN PARAMÉTRICOS DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN PERLITA EXPANDIDA PARA LA VRP.

El equipo de Ingeniería de Costos de la GRP en conjunto con la Dirección Corporativa de Proyectos (DPY), tienen el objetivo de crear métricas propias de la compañía, que fortalezcan la revisión y validación de los estimativos de costos y tiempos de los programas y proyectos.

Como resultado se han generado paramétricos de costos que permiten soportar la toma de decisiones en fases tempranas de maduración y gestión de proyectos, obteniendo una mejor predictibilidad y control de los servicios de la Ingeniería de Costos en la VRP.

VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA

Paramétricos de Aislamiento Térmico en Perlita Expandida



Consideraciones

- La información para determinar los parámetros mostrados anteriormente se tomaron de proyectos ejecutados entre 2001 y 2012 en la Refinería de Barrancabermeja.
- Los precios se normalizaron a 2012 con la herramienta corporativa "Escalation Tool".
- La muestra es de quince (15) proyectos ejecutados, los cuales consideraban el suministro y la instalación de aislamiento térmico en perlita expandida.
- Se toman en cuenta espesores de 1.5", 2", 2.5" y 3" para tuberías desde ½" hasta 22" de diámetro (ø).
- La unidad de medida es pesos colombianos por metro lineal.



VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA

Inclusiones

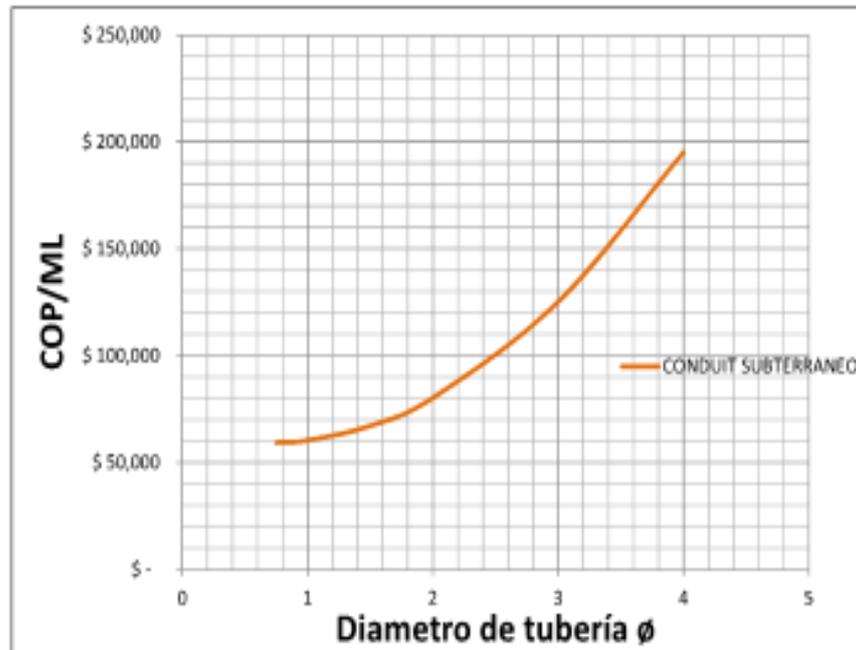
- Suministro de perlita expandida de acuerdo a diámetros y espesores requeridos.
- Materiales de enchaquetado (cubierta metálica)
- Barreras de vapor (sellador, masillas, pinturas o telas)
- Accesorios de sujeción (Cinta o banda según el diámetro de la tubería, zunchos, entre otros)
- Equipos, herramientas y mano de obra para la instalación.
- Todos los materiales requeridos para la actividad son puestos en el sitio de ejecución e incluyen el impuesto al valor agregado (IVA)
- Juntas de dilatación.

Exclusiones

- Aplicación de sistemas de pintura y/o protección requeridos para tubería.
- Ingeniería Básica y/o Detalle del Proyecto.
- Gestión de compras
- Gastos de Interventoría
- Gastos de fletes, nacionalización y transporte.
- Contingencia del proyecto.
- Escalación del proyecto.
- Administración, Imprevistos y Utilidad (A.I.U.)
- Precios de armado, desarmado y alquiler de andamios.

**VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA**

**Paramétricos de suministro e instalación de tubería conduit tipo RMC
subterránea**



Consideraciones

- La información para determinar los paramétricos mostrados anteriormente se tomaron de proyectos ejecutados entre 2007 y 2012 en la Refinería de Barrancabermeja.
- Los precios se normalizaron a 2012 con la herramienta corporativa "Escalation Tool".
- La muestra es de catorce (14) proyectos ejecutados, los cuales consideraban el suministro y la instalación de aislamiento térmico en perlita expandida.
- Se toman diámetros (ø) de 3/4", 1", 1-1/2", 2", 3" y 4".
- En las abscisas se manejan los diámetros (ø) de la tubería y en las ordenadas el valor de suministro e instalación de tubería conduit por metro lineal.



VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA

Inclusiones

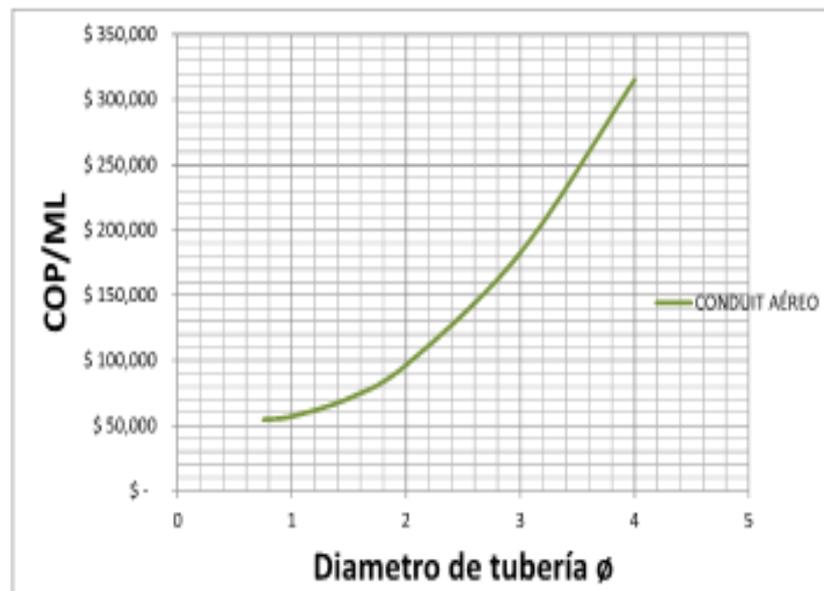
- Suministro de tubería conduit tipo RMC de acuerdo a diámetros requeridos.
- Materiales de sujeción
- Aplicación de pintura anticorrosiva entre las uniones.
- Accesorios conduit (boquillas, universales, tapones)
- Soportes de tubería
- Compactación de relleno
- Limpieza interior de cada conduit.
- Instalación de la tierra del conduit.
- Equipos, herramientas y mano de obra para la instalación.
- Todos los materiales requeridos para la actividad son puestos en el sitio de ejecución e incluyen el impuesto al valor agregado (IVA).

Exclusiones

- Aplicación de sistemas de pintura y/o protección requeridos para tubería.
- Excavaciones, fundación de concreto y rellenos
- Ingeniería Básica y/o Detalle del Proyecto.
- Gestión de compras
- Gastos de Interventoría
- Gastos de fletes, nacionalización y transporte.
- Contingencia del proyecto.
- Escalación del proyecto.
- Administración, Imprevistos y Utilidad (A.I.U.)

VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA

Paramétricos de suministro e instalación de tubería conduit tipo RMC aéreo



Consideraciones

- La información para determinar los parámetros mostrados anteriormente se tomaron de proyectos ejecutados entre 2007 y 2012 en la Refinería de Barrancabermeja.
- Los precios se normalizaron a 2012 con la herramienta corporativa "Escalation Tool"
- La muestra es de catorce (14) proyectos ejecutados, los cuales consideraban el suministro y la instalación de aislamiento térmico en perlita expandida.
- Se toman diámetros (ø) de 3/4", 1", 1-1/2", 2", 3" y 4"
- En las abscisas se manejan los diámetros (ø) de la tubería y en las ordenadas el valor de suministro e instalación de tubería conduit por metro lineal.



**VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA**

Inclusiones

- Suministro de tubería conduit tipo RMC de acuerdo a diámetros requeridos.
- Materiales de sujeción
- Limpieza interior de cada conduit.
- Instalación de la tierra del conduit.
- Accesorios conduit (boquillas, universales, tapones)
- Equipos, herramientas y mano de obra para la instalación.
- Todos los materiales requeridos para la actividad son puestos en el sitio de ejecución e incluyen el impuesto al valor agregado (IVA).

Exclusiones

- Aplicación de sistemas de pintura y/o protección requeridos para tubería.
- Precios de armado, desarmado y alquiler de andamios.
- Equipos para trabajo en alturas
- Ingeniería Básica y/o Detalle del Proyecto.
- Gestión de compras
- Gastos de Interventoría
- Gastos de fletes, nacionalización y transporte.
- Contingencia del proyecto.
- Escalación del proyecto.
- Administración, Imprevistos y Utilidad (A.I.U.)



**VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA
GERENCIA DE PROYECTOS DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA**

Los anteriores paramétricos han sido elaborados por el Equipo de Ingeniería de Costos de la VRP, validados por la DPY y posteriormente divulgados para su respectiva aplicación. Los paramétricos mostrados en este memorando están sometidos a constante normalización de los valores.

Cordialmente,

Reynaldo Acevedo Rodríguez
Jefe Departamento de Ingeniería PIN – GRP

C.C. Dr. Lesly Castro, Coordinadora de contratación GRB
Ing. Iván Guerrero Gomez, Jefe Departamento de Proyectos
Ing. Cesar Luis Barco Garcia, Director Corporativo de Proyectos