



Escuela de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil
Coordinación de Prácticas Empresariales

**Programa de Pregrado
Seguimiento de práctica**

Informe de Avance: Informe Final
Ciudad y Fecha: (10/08/2015)

Nombre(s): Oscar Eduardo Apellidos: Bonilla Báez
ID: 00187458
E-Mail: Oscar.Bonilla@upb.edu.co N° de teléfono: 300 234 3885
Docente Supervisor: Ph.D. María Fernanda Serrano Guzmán
Empresa (Institución): ECOPETROL S.A.
Supervisor: Ing. Carlos Andrés Barajas Alvarado
E-Mail: Carlos.Barajas@ecopetrol.com.co N° de teléfono: (1) 2344000 Ext. 51046

**SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LOS REQUERIMIENTOS DESARROLLADOS
POR LA ESPECIALIDAD CIVIL PARA LAS INGENIERÍAS EJECUTADAS EN LOS PROYECTOS
DESARROLLADOS POR LA GERENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA (GRP) PARA LA
REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA.**

OSCAR EDUARDO BONILLA BÁEZ

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

**SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LOS REQUERIMIENTOS DESARROLLADOS
POR LA ESPECIALIDAD CIVIL PARA LAS INGENIERÍAS EJECUTADAS EN LOS PROYECTOS
DESARROLLADOS POR LA GERENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA (GRP) PARA LA
REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA.**

OSCAR EDUARDO BONILLA BÁEZ

Práctica empresarial para optar al título profesional de Ingeniero Civil

**DOCENTE SUPERVISOR
Ph.D. María Fernanda Serrano Guzmán**

**SUPERVISOR PRÁCTICA EMPRESARIAL
Ing. Carlos Andrés Barajas Alvarado**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
FACULTAD INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2015**

NOTA DE ACEPTACIÓN

**Ph.D Maria Fernanda Serrano Guzmán
DOCENTE SUPERVISOR**

**Ing. Carlos Andrés Barajas Alvarado
SUPERVISOR EMPRESA**

**BUCARAMANGA, SANTANDER
11 DE AGOSTO 2015**

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a: La Universidad Pontificia Bolivariana por todos los conocimientos y disposición hacia el aprendizaje, a la Ing. María Fernanda Serrano Guzmán por todo su apoyo y respaldo constante en el proceso de esta práctica empresarial al igual que al Departamento de Ingeniería de la gerencia de proyectos de ECOPEL S.A, en especial al Ing. Carlos Andrés Barajas Alvarado y el Ing. Iván Rafael Ochoa Rincón por el proceso de desarrollo de las actividades y la participación constante en los requerimientos que esta dependencia cubre en los objetivos de estructura de refinación. A mis padres, hermanos y familiares por el esfuerzo constante, apoyo y seguimiento que hicieron para lograr este título profesional, y a las familias cercanas a mí que estuvieron de manera directa e indirecta en todo el proceso de formación personal y profesional para obtener hoy en día este magnífico logro.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
GLOSARIO	9
INTRODUCCIÓN.....	12
1. OBJETIVOS	13
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	13
1.2. OBJETIVO ESPECIFICO	13
2. ECOPETROL S.A.....	15
3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	17
4. ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD Y GENERACIÓN DE VALOR	19
5. NUESTROS PRINCIPIOS Y VALORES	20
6. ESPECIALIDAD CIVIL.....	20
7. REQUERIMIENTOS DE TRABAJOS DESARROLLADOS.....	21
8. APORTE AL CONOCIMIENTO.....	27
9. CONCLUSIONES.....	39
10. BIBLIOGRAFÍA.....	40

LISTA DE FIGURAS

Pág.

GRÁFICA 1. ESTRUCTURA GENERAL DE ECOPETROL S.A.	17
GRÁFICA 2. ORGANIGRAMA VICEPRESIDENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA ECOPETROL S.A.	18
GRÁFICA 3. ORGANIGRAMA GERENCIA DE PROYECTOS REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA ECOPETROL S.A.	18
GRÁFICA 4. ESTRATEGIA GRUPO ECOPETROL S.A. 2015 - 2030	19
GRÁFICA 5. LÍNEA DE TIEMPO PROYECTO ASENTAMIENTOS ETILENO II	22
GRÁFICA 6. PROCESO DE INYECCIÓN CON MORTERO DURO EN ZONAS INCLINADAS.	30
GRÁFICA 7. INYECCIONES CON MORTERO DURO	30
GRÁFICA 8. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE INYECCIONES CON MORTERO DURO.....	32
GRÁFICA 9. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE INYECCIONES CON MORTERO DURO EN ESPACIO CERRADO.	32
GRÁFICA 10. ESTABILIDAD E INESTABILIDAD ATMOSFÉRICA.	33
GRÁFICA 11. ILUSTRACIÓN ANALÓGICA DE LAS CONDICIONES DE ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA.....	35

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. ANÁLISIS DE RIESGOS	28
TABLA 2. FORMATO ECP – MATRIZ VALORACIÓN DE RIESGOS - RAM.....	28
TABLA 3. CATEGORÍAS DE ESTABILIDAD DE PASQUILL-GIFFORD.....	36

GLOSARIO

CAV: Control Avanzado.

CIT: Centro de información técnica.

COR: Centro de optimización de la refinería.

GRB: Gerencia refinería Barrancabermeja.

GRC: Gerencia refinería Cartagena.

GRP: Gerencia de Proyectos Refinación y Petroquímica.

GTE: Gerencia técnica de la refinería Barrancabermeja.

HDT Norte – Sur: Unidad de Hidrotratamiento de Combustibles.

HSE: Siglas en inglés (Health, Safety and Environment) Salud en el trabajo, seguridad y ambiente.

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

IPC: Índices de precio al consumidor.

IPVS: Inmediatamente Peligroso para la Vida y la Salud.

KOM: Kick off meeting. (*Traducción en español* – Reunión de arranque), reunión en conjunto del equipo de trabajo cliente que significa el principio de un proyecto.

PDT: Plan detallado de Trabajo.

PEER REVIEW: (*Traducción en español* – Revisión por pares), Método usado para validar trabajos escritos y solicitudes de financiación con el fin de evaluar su calidad, originalidad, factibilidad, rigor científico, entre otros, antes publicarse.

PIN: Departamento de Ingeniería.

PIV'S: Prácticas de incremento de Valor.

PMAR: Plan de manejo ambiental de la Refinería Barrancabermeja.

PMT: Plan Maestro de Trabajo.

RAM: Siglas (Risk Assessment Matrix) Matriz de valoración de riesgos.

REFICAR: Refinería de Cartagena S.A.

RFO: Red de fibra óptica.

RIESGO: Producto de combinar la probabilidad de que un evento específico indeseado ocurra y la severidad de las consecuencias.

S.A: (Sociedad anónima), es una forma de organización de tipo capitalista muy utilizada entre las grandes compañías. Todo el capital se encuentra dividido en acciones, las cuales representan la participación de cada socio en el capital de la compañía.

S.A.S: (Sociedad por acciones simplificadas), Es una sociedad de capitales constituida por una o varias personas naturales o jurídicas que, luego de la inscripción en el registro mercantil, se constituye en una persona jurídica distinta de su accionista o sus accionistas, y en cual los socios sólo serán responsables hasta el monto de sus aportes.

UOP I – UOP II: Firma licenciadora de la tecnología utilizada en las unidades de Cracking I y II.

URC – Cracking I Y II: Unidad de ruptura catalítica.

USO: Unión sindical obrera de la industria del petróleo.

VRP: Vicepresidencia Refinación y Procesos industriales.

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: SUPERVISIÓN Y SEGUIMIENTO TÉCNICO DE LOS REQUERIMIENTOS DESARROLLADOS POR LA ESPECIALIDAD CIVIL PARA LAS INGENIERÍAS EJECUTADAS EN LOS PROYECTOS DESARROLLADOS POR LA GERENCIA DE REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA (GRP) PARA LA REFINERÍA DE BARRANCABERMEJA.

AUTOR(ES): Oscar Eduardo Bonilla Báez

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Ph.D María Fernanda Serrano Guzmán

RESUMEN

El desarrollo de este proyecto de grado se basó en el acompañamiento técnico dentro de la especialidad Civil del Departamento de Ingeniería (PIN) perteneciente a la Gerencia de Proyectos de Refinación (GRP) de la Vicepresidencia de Refinación y Procesos industriales (VRP), en la que se llevó a cabo la elaboración, revisión y control de los avances de los entregables incluidos dentro de las ingenierías desarrolladas para los proyectos que están incluidos dentro del portafolio correspondiente al resultado de las necesidades demandadas en la Refinería de Barrancabermeja de la compañía petrolera ECOPETROL S.A. En las funciones como parte del equipo de trabajo de la especialidad civil, se encuentra la supervisión de los diseños, planos, cuantificación de las cantidades de obras para la estructuración del estimado de costos, especificación de los métodos constructivos más adecuados acorde con el alcance y la naturaleza del proyecto, participación en estudios de constructibilidad y demás actividades que conforman el desarrollo de las ingenierías conceptuales, básicas y de detalle. Los conceptos adquiridos en la formación académica fueron profundizados, fortalecidos y complementados al adquirir nuevos conocimientos de las diferentes disciplinas o especialidades, debido al respectivo acompañamiento y seguimiento de los diversos proyectos que garantizan la calidad y consistencia de los entregables en la ingeniería.

PALABRAS CLAVES:

Civil, Ecopetrol S.A, Especialidad, Gerencia, Ingeniería, Procesos Industriales, Proyectos, Refinación.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPERVISION AND TECHNICAL MONITORING OF REQUIREMENTS DEVELOPED BY CIVIL SPECIALTY FOR ENGINEERING IMPLEMENTED IN PROJECTS DEVELOPED BY GERENCIA REFINACIÓN Y PETROQUÍMICA (GRP) FOR BARRANCABERMEJA REFINERY.

AUTHOR(S): Oscar Eduardo Bonilla Báez

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Ph.D María Fernanda Serrano Guzmán

ABSTRACT

The development of this project was based on the technical accompaniment inside the Civil Speciality of the Engineering department (PIN) belonging to the Project management of Refining (GRP) of the Vicepresidency of Refining and industrial Processes (VRP), on the one that carried out the production, review and control of the advances of the deliverable ones included inside the engineerings developed for the projects that are included inside the portfolio corresponding to the result of the needs demanded in Barrancabermeja's Refinery of the petroleum company ECOPETROL S.A. In the functions as part of the equipment of work of the civil speciality, one finds the supervision of the designs, planes, quantification of the quantities of works for the structure of estimated one of costs, specification of the most suitable constructive methods according to the scope and the nature of the project, participation in studies of construction and other activities that shape the development of the conceptual, basic engineering and of detail. The concepts acquired in the career education were deepened, strengthened and complemented on having acquired new knowledge of the different disciplines or specialities, due to the respective accompaniment and follow-up of the diverse projects that guarantee the quality and consistency of the deliverable ones in the engineering.

KEYWORDS:

Civil, Ecopetrol S.A, Speciality, Management, Engineering, Industrial Processes, Projects, Refining.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga tiene como opción para grado de Ingeniero Civil la ejecución de una práctica empresarial, la cual tiene una duración de seis (6) meses. La facultad establece que el practicante haga entrega de dos (2) informes de avance y un (1) informe final durante éste periodo de tiempo. Este documento corresponde al primer informe de avance de las labores adelantadas por el practicante en el Departamento de ingeniería de la Gerencia de Proyectos de Refinación en la Refinería de Barrancabermeja, propiedad de la estatal petrolera Ecopetrol S.A.

La dependencia mencionada, está conformada por un equipo interdisciplinario de profesionales (Ingenieros mecánicos, electrónicos, electricistas, de proceso y de estimación de costos), el cual está encargado especialmente del desarrollo de Ingenierías básicas como parte esencial dentro del modelo de maduración y gestión de proyectos con el que se rige Ecopetrol S.A. La especialidad Civil tiene una participación activa en el seguimiento y supervisión de las actividades relacionadas con los diseños de las obras requeridas como facilidades para los componentes que requiera cualquier modificación al proceso que se haga dentro de los proyectos desarrollados por la dependencia, es así como se participa en la definición, diseño y construcción de fundaciones de equipos estáticos (tanques, transformadores, torres, etc.) y rotativos (compresores, bombas, turbinas, etc.), sistemas de drenaje de aguas (lluvias y aceitosas), bancos de ductos eléctricos, soportería para líneas de proceso y ductos de instrumentación, definición de variables relacionadas con procedimientos constructivos y demás procedimientos propios de la especialidad civil.

El Equipo de la especialidad civil, es responsable de la supervisión de los diseños, planos, cuantificación de las cantidades de obras para la estructuración del estimado de costos, especificación de los métodos constructivos más adecuados acorde con el alcance y la naturaleza del proyecto, participación en estudios de constructibilidad y demás actividades que conforman el desarrollo de las ingenierías básicas y de detalle para los proyectos que se desarrollan en las refinerías propiedad de Ecopetrol S.A. Adicionalmente, la especialidad civil hace el seguimiento a aquellos estudios especializados que se requieren para el desarrollo de los proyectos a desarrollar en el área de influencia de las refinerías. Adicional a las actividades antes relacionadas, es responsabilidad de la especialidad, llevar a cabo la estructuración y elaboración de calidad para asegurar estándares técnicos a nivel corporativo. El estudiante en práctica vinculado a esta unidad está involucrado en la ejecución de las actividades antes mencionadas de acuerdo con la cargabilidad de trabajo que le sea asignada y del equipo interdisciplinario que finalmente integre.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objeto general del proyecto es llevar a cabo el acompañamiento técnico dentro de la especialidad Civil del Departamento de Ingeniería (PIN) perteneciente a la Gerencia de Proyectos de Refinación (GRP) de la Vicepresidencia de Refinación y Procesos industriales (VRP), para llevar a cabo la elaboración, revisión y control de los avances de los entregables incluidos dentro de las ingenierías desarrolladas para los proyectos que están incluidos dentro del portafolio correspondiente al primer semestre del año 2015 en función del modelo de maduración y gestión de Proyectos en Ecopetrol S.A. en donde el estudiante haya sido matriculado como parte del equipo de trabajo (según se relaciona en el correspondiente cronograma de actividades).

1.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Asistir la revisión de los entregables y el seguimiento del desarrollo de las ingenierías conceptuales, básicas y detalladas de los proyectos en los cuales existe componente civil que se desarrollen por el Departamento de Ingeniería de la GRP puntualmente para la refinería de Barrancabermeja.
- Generar espacios de revisión, retroalimentación técnica e informes del avance de los trabajos asignados en conjunto con el Tutor designado por Ecopetrol S.A y el equipo de ingenieros Civiles del Departamento de Ingeniería para la verificación de su desarrollo y oportunidades de mejora en los requerimientos de trabajo que sean asignados.
- Llevar a cabo el respectivo acompañamiento y seguimiento de los trabajos en campo ejecutados por los contratistas ejecutores de estudios especializados incluidos en el desarrollo de las ingenierías desarrolladas al interior del Departamento.
- Participar en espacios de debate técnico y administrativo con los contratistas para llevar el control de los avances de los requerimientos de trabajo en los que se participe e identificar los principales riesgos inherentes a la naturaleza de los mismos.

- Participar de la cultura HSE, siguiendo los parámetros establecidos por Ecopetrol S.A en el tema que envuelve la salud, seguridad y medio ambiente. Esto a través del trabajo en campo y la interacción con los actores de los trabajos en los cuales se participa.
- Ejecutar actividades de ingeniería relacionadas con la elaboración de planos, diseños (supervisados), cuantificación de cantidades de obra, participación en sesiones de reto relacionadas con la optimización de los procesos constructivos, talleres de prácticas de incremento de valor, talleres de identificación de riesgos en proyectos, donde haya participación de la especialidad de ingeniería civil en la GRP.

2. ECOPETROL S.A.

Ecopetrol¹ emprendió actividades en la cadena del petróleo como una Empresa Industrial y Comercial del Estado, encargada de administrar el recurso hidrocarburífero de la nación, y creció en la medida en que otras concesiones revirtieron e incorporó su operación. En 1961 asumió el manejo directo de la refinería de Barrancabermeja. Trece años después compró la Refinería de Cartagena, construida por Intercol en 1956. En 1970 adoptó su primer estatuto orgánico que ratificó su naturaleza de empresa industrial y comercial del Estado, vinculada al Ministerio de Minas y Energía, cuya vigilancia fiscal es ejercida por la Contraloría General de la República.

La empresa funciona como sociedad de naturaleza mercantil, dedicada al ejercicio de las actividades propias de la industria y el comercio del petróleo y sus afines, conforme a las reglas del derecho privado y a las normas contenidas en sus estatutos, salvo excepciones consagradas en la ley (Decreto 1209 de 1994). En septiembre de 1983 se produjo la mejor noticia para la historia de Ecopetrol y una de las mejores para Colombia: el descubrimiento del Campo Caño Limón, en asocio con OXY, un yacimiento con reservas estimadas en 1.100 millones de millones de barriles. Gracias a este campo, la Empresa inició una nueva era y en el año de 1986 Colombia volvió a ser en un país exportador de petróleo.

En los años noventa Colombia prolongó su autosuficiencia petrolera, con el descubrimiento de los gigantes Cusiana y Cupiagua, en el Piedemonte Llanero, en asocio con la British Petroleum Company. En 2003 el gobierno colombiano reestructuró la Empresa Colombiana de Petróleos, con el objetivo de internacionalizarla y hacerla más competitiva en el marco de la industria mundial de hidrocarburos.

Con la expedición del Decreto 1760 del 26 de Junio de 2003 modificó la estructura orgánica de la Empresa Colombiana de Petróleos y la convirtió en Ecopetrol S.A., una sociedad pública por acciones, ciento por ciento estatal, vinculada al Ministerio de Minas y Energía y regida por sus estatutos protocolizados en la Escritura Pública número 4832 del 31 de octubre de 2005, otorgada en la Notaría Segunda del Circuito Notarial de Bogotá D.C., y aclarada por la Escritura Pública número 5773 del 23 de diciembre de 2005. Con la transformación de la Empresa Colombiana de Petróleos en la nueva Ecopetrol S.A., la Compañía se liberó de las funciones de Estado como administrador del recurso petrolero y para realizar esta función fue creada La ANH (Agencia Nacional de Hidrocarburos).

A partir de 2003, Ecopetrol S.A. inició una era en la que, con mayor autonomía, ha acelerado sus actividades de exploración, su capacidad de obtener resultados con visión empresarial y comercial y el interés por mejorar su competitividad en el mercado petrolero mundial. Actualmente, Ecopetrol S.A. es la empresa más grande del país con una utilidad neta de \$15,4 billones registrada en 2011 y la principal compañía petrolera en Colombia. Por su

¹ ECOPETROL S.A. Acerca de Ecopetrol. En: Ecopetrol S.A [En línea]. [Consultado 20 Feb. 2015]. Disponible en: <<http://www.ecopetrol.com.co>>

tamaño, pertenece al grupo de las 40 petroleras más grandes del mundo y es una de las cuatro principales de Latinoamérica.

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.²

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. Para lograr un producto de calidad Ecopetrol S.A. cuenta una red de 8.500 kilómetros de poliductos y oleoductos, que van desde los centros de producción hasta las refinerías y puertos en los océanos Atlántico y Pacífico. Además cuenta con 53 estaciones desde las que se bombea crudo y productos por la geografía colombiana, además de sus centros de almacenamiento, plantas de refinación y centros de investigación.³

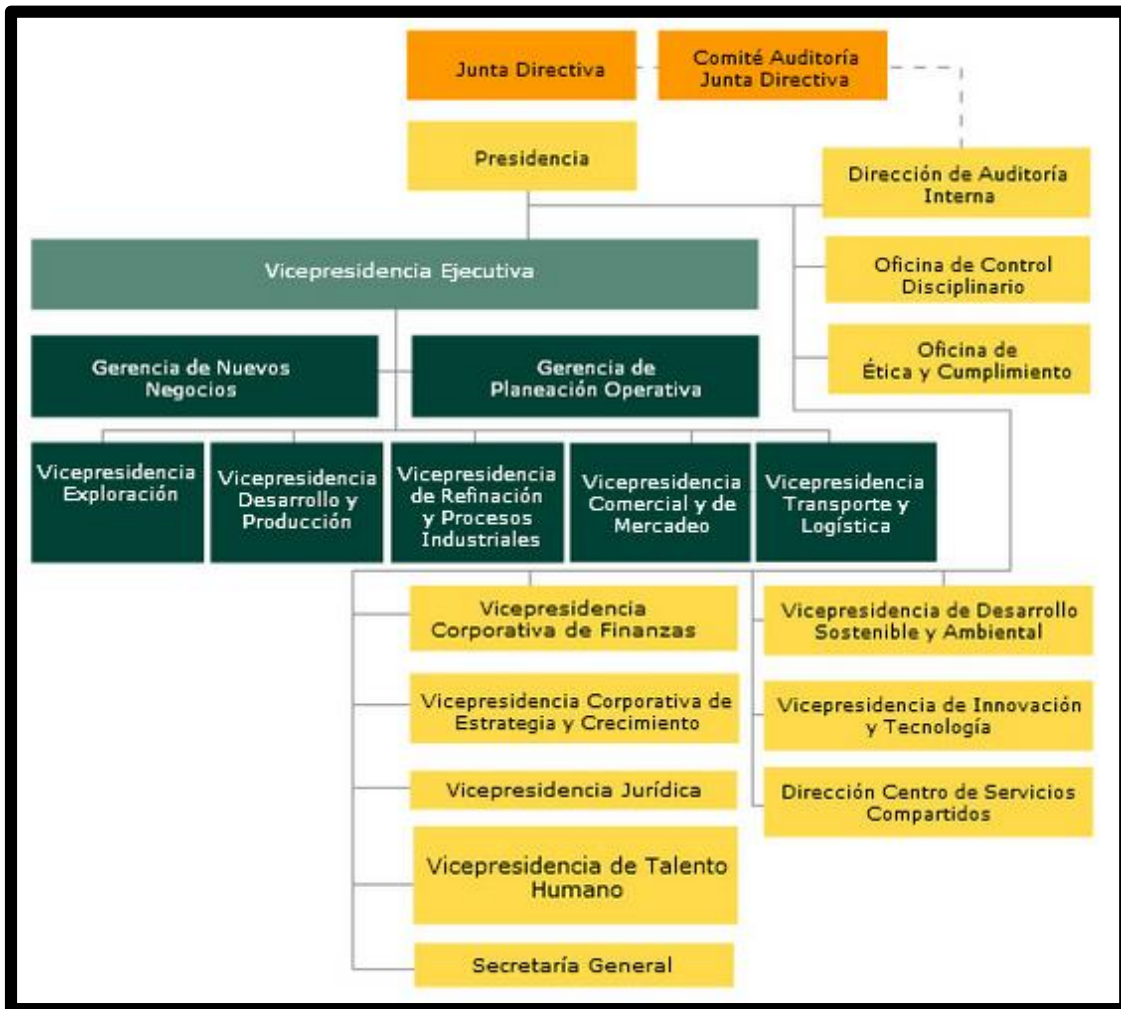
Estar entre los mejores es un orgullo para esta empresa, ya que ECOPETROL S.A. es:

- La empresa más atractiva para trabajar por sus beneficios y ambiente laboral
- Ecopetrol es la empresa más grande de Colombia
- Es una de las 10 empresas petroleras que hacen parte del Dow Jones, principal indicador internacional de sostenibilidad empresarial
- Ecopetrol es la marca más valiosa de Colombia y una de las primeras 20 de América Latina
- Ubicada en la posición 137, con ingresos operacionales por 35.600 millones de dólares y activos de 47.600 millones de dólares, en el listado anual de las 2.000 mayores compañías del mundo
- Una de las 100 empresas más respetadas del mundo
- Tiene la mejor reputación de Colombia
- Considerada por los colombianos como el mejor empleador del país
- Reconocida por su solidez financiera y con presencia en el mercado bursátil mundial
- Produce combustibles más limpios, ajustados a los estándares internacionales

² ECOPETROL S.A. Marco legal. En: Ecopetrol S.A [En línea]. [Consultado 20 Feb. 2015]. Disponible en: <<http://www.ecopetrol.com.co>>

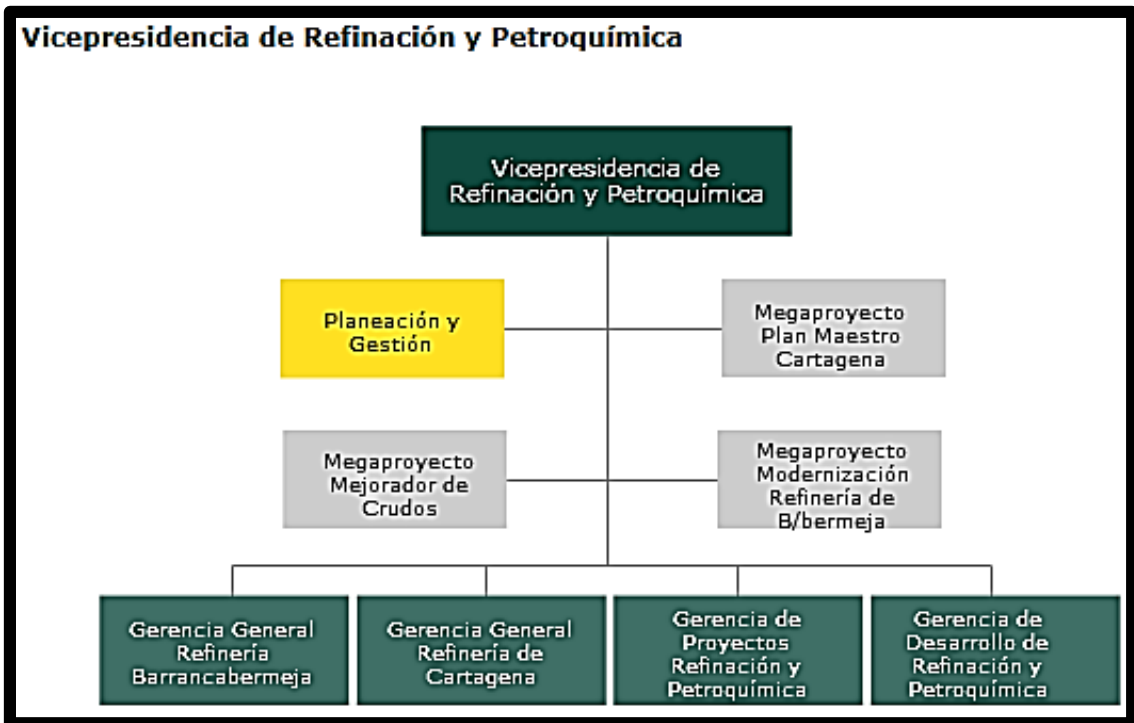
³ ECOPETROL S.A. Marco Estratégico. En: Ecopetrol S.A [En línea]. [Consultado 20 Feb. 2015]. Disponible en: <<http://www.ecopetrol.com.co>>

3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

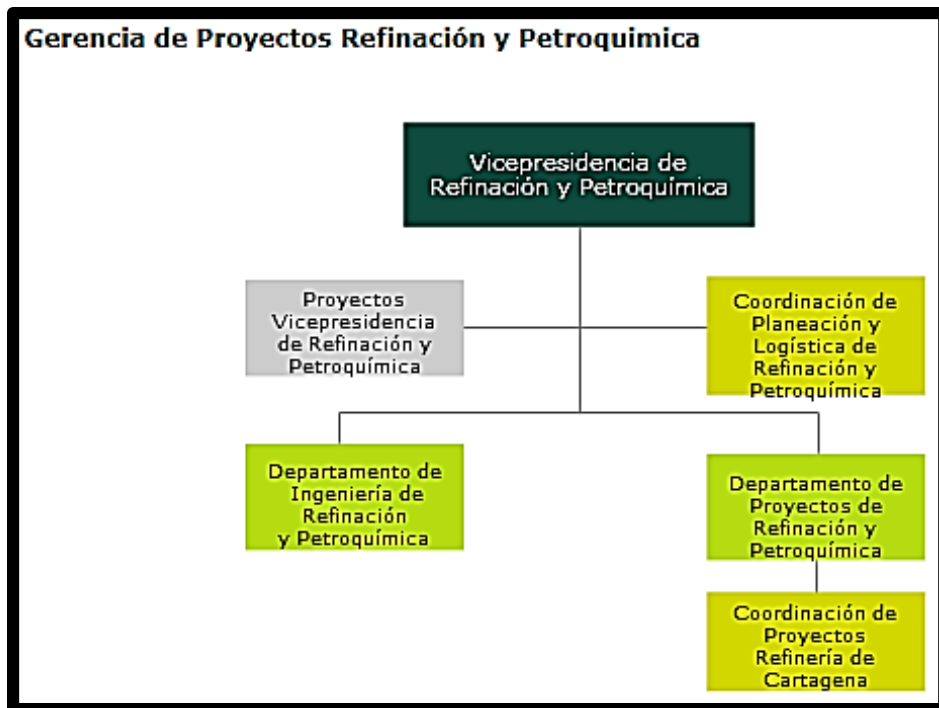


Gráfica 1. Estructura General de ECOPEPETROL S.A.⁴

⁴ ECOPEPETROL S.A. Organigrama. En: Ecopetrol S.A [En línea]. [Consultado 20 Feb. 2015]. Disponible en: <<http://www.ecopetrol.com.co>>



Gráfica 2. Organigrama Vicepresidencia De Refinación y Petroquímica ECOPETROL S.A.



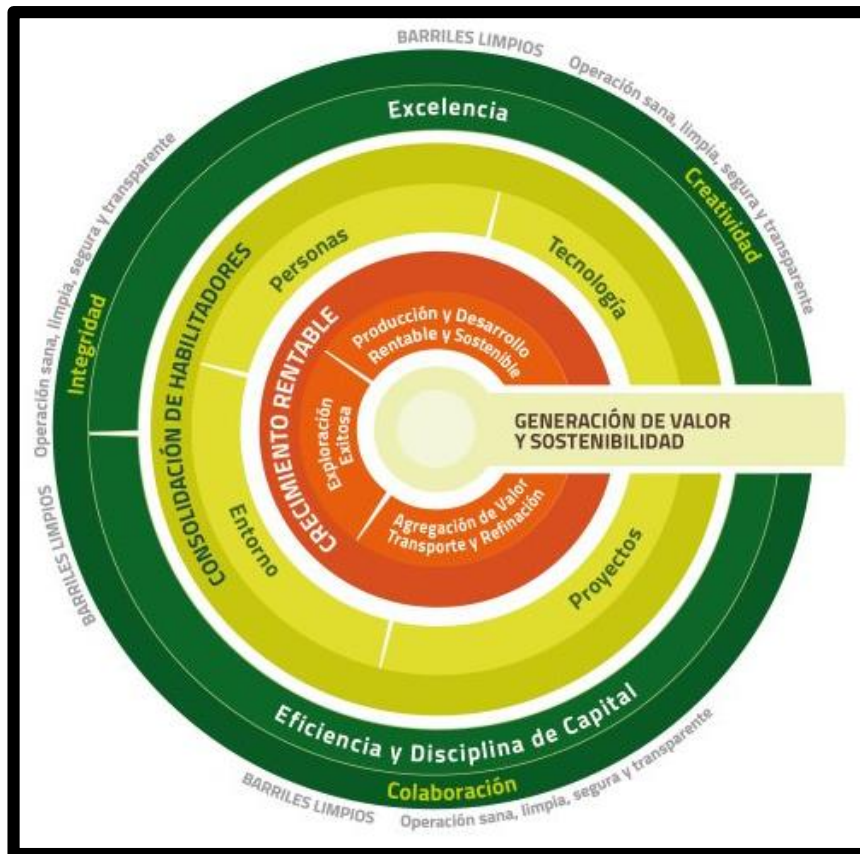
Gráfica 3. Organigrama Gerencia de Proyectos Refinación y Petroquímica ECOPETROL S.A.

4. ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD Y GENERACIÓN DE VALOR

Trabajamos todos los días para construir un mejor futuro:

- Rentable y sostenible
- Con una operación sana, limpia y segura
- Asegurando la excelencia operacional y la transparencia en cada una de nuestras acciones
- Construyendo relaciones de mutuo beneficio con los grupos de interés

Será una compañía integrada de clase mundial de petróleo y gas, orientada a la generación de valor y sostenibilidad, con foco en Exploración y Producción, comprometida con su entorno y soportada en su talento humano y la excelencia operacional.⁵



Gráfica 4. Estrategia Grupo ECOPETROL S.A. 2015 - 2030

⁵ ECOPETROL S.A. Acerca de Ecopetrol S.A. En: Ecopetrol S.A [En línea]. [Consultado 20 Feb. 2015]. Disponible en: <<http://www.ecopetrol.com.co>>

5. NUESTROS PRINCIPIOS Y VALORES

Ecopetrol cuenta desde hace varios años con un Código de Ética, construido de forma participativa, el cual se constituye en el referente formal e institucional de la conducta personal y profesional que deben tener todos los trabajadores, miembros de Junta Directiva, proveedores y contratistas de la Empresa, independiente del cargo o de la función que ocupen. Para Ecopetrol S.A. las relaciones con sus trabajadores, sus contratistas, sus clientes y demás grupos de interés, parten de la base de que las actuaciones mutuas deben distinguirse por la confianza y la transparencia. Estas premisas fundamentales de conducta se establecen y consolidan conceptualmente en la política empresarial, en el Código de Buen Gobierno y en el presente Código, los cuales son nuestras cartas de navegación. La responsabilidad, la integridad y el respeto, son nuestros valores corporativos. ⁶Creemos que la responsabilidad es el emprendimiento comprometido y solidario del mejor esfuerzo por conseguir los objetivos empresariales, con un manejo eficiente de los recursos, asegurando el desarrollo sostenible del entorno y el auto cuidado, prevaleciendo el bien común por encima del interés particular. Actuamos con integridad porque somos coherentes entre lo que pensamos, decimos y emprendemos dentro de los ámbitos personales y empresariales.

Actuamos con respeto reconociendo el derecho de la contraparte, conscientes de que este valor es el fundamento para la construcción de las relaciones interpersonales y empresariales vigorosas y benéficas. Para Ecopetrol S.A. y su Grupo Empresarial, las personas, la comunidad y los entornos ecológicos merecen la más alta consideración y cuidado, sin exclusiones ni discriminaciones.

Estamos comprometidos en mantener los más altos estándares éticos y productivos. La directriz de "Tolerancia Cero" rige nuestras decisiones respecto al control de la corrupción en sus diferentes modalidades. La reputación de Ecopetrol S.A. ha sido construida con esmero a lo largo de más de sesenta años de desempeño exitoso y tenemos el deber de sostenerla. En consecuencia, ninguna consideración ni actividad comercial puede justificar que se ponga en peligro nuestra reputación. Les invitamos a conocer más detalladamente la manera en que ponemos en perspectiva y cumplimos nuestros principios y valores empresariales en este Código, el cual simboliza el compromiso irrenunciable de todos en Ecopetrol S.A. y su Grupo Empresarial.

6. ESPECIALIDAD CIVIL

La especialidad Civil pertenece al Departamento de Ingeniera (PIN) el cual hace parte de la Gerencia de proyectos de Refinación y Petroquímica (GRP). Esta dependencia está conformada por un equipo de profesionales interdisciplinario (Ingenieros mecánicos, electrónicos, electricistas, de

⁶ ECOPETROL S.A. Acerca de Ecopetrol S.A. En: Ecopetrol S.A [En línea]. [Consultado 20 Feb. 2015]. Disponible en: <<http://www.ecopetrol.com.co>>

proceso y de estimación de costos), el cual está encargado especialmente del desarrollo de Ingenierías básicas como parte esencial dentro del modelo de maduración y gestión de proyectos que se maneja en Ecopetrol S.A. La especialidad Civil tiene una participación activa en el seguimiento y supervisión de las actividades relacionadas con los diseños civiles solicitados para soporte de equipos estáticos y rotativos, sistemas de drenajes (manejo de aguas lluvias y aceitosas) y demás procedimientos propios de la rama, así como también el seguimiento a procesos constructivos efectuados durante la ejecución de proyectos exitosos.

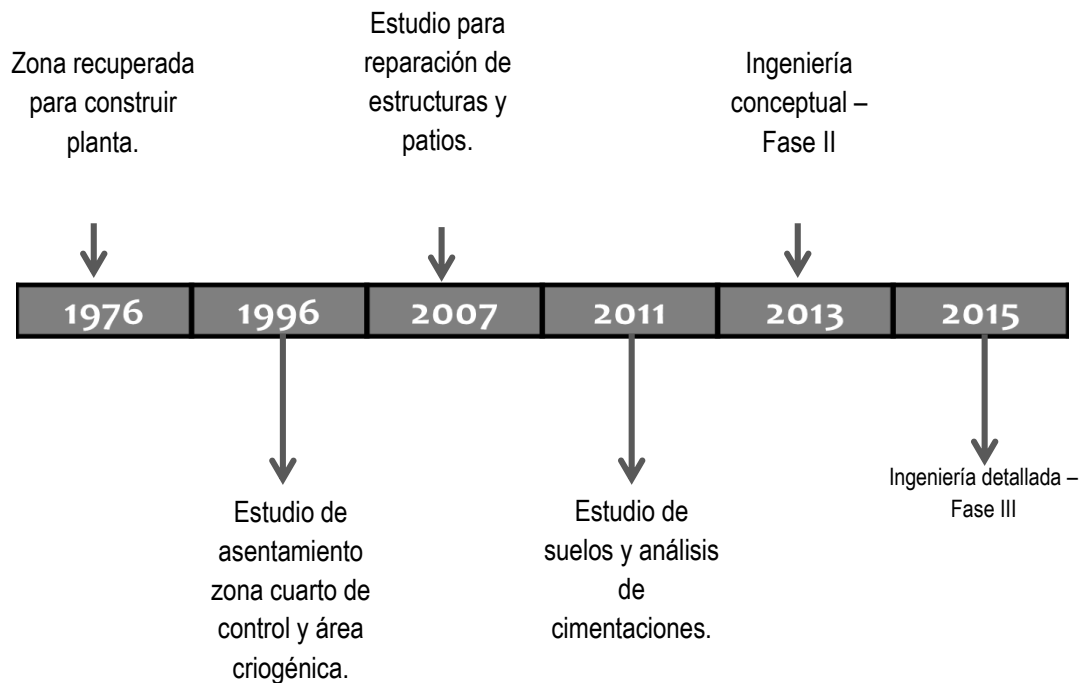
El líder de la Especialidad Civil y sus integrantes son responsables de la supervisión de diseños, planos, cantidades de obra, métodos constructivos propuestos, participación en estudios de constructibilidad y demás actividades que conforman el desarrollo de las ingenierías básicas. También deben hacer el seguimiento a estudios específicos requeridos para el desarrollo de los proyectos de la refinería de Barrancabermeja y de Cartagena. Adicional a las funciones antes mencionadas la especialidad Civil supervisa documentos de calidad para asegurar estándares técnicos en cada uno de los proyectos ejecutados y durante la ejecución de estos hace un acompañamiento y supervisión al equipo de construcción, obras y montajes, asegurando el alcance, tiempo y costo.

Como parte de uno de los proyectos que son en la planta de Etileno II de la refinería de ECOPETROL S.A en Barrancabermeja, que desde su construcción ha evidenciado la existencia de asentamientos diferenciales que han generado daños en el área de cuarto de control, pavimentos, rack de tuberías y en algunas estructuras cimentadas superficialmente. Por lo anterior, se plantea la necesidad de identificar alternativas de solución al problema que se viene presentando y que sean viables desde el punto de vista técnico, operativo y económico para la empresa.

7. REQUERIMIENTOS DE TRABAJOS DESARROLLADOS

Durante los dos (2) primeros meses de desarrollo de la práctica empresarial en la Compañía *ECOPETROL S.A*, se han llevado a cabo actividades relacionadas con la supervisión de trabajos en campo a cargo de subcontratistas, revisiones de documentos de ingeniería (PDT'S, planos, APU'S, instructivos de ingeniería, especificaciones técnicas, documentos corporativos de la especialidad Civil y listados de entregables, entre otros). Adicionalmente se ha participado en cursos y talleres de entendimiento y congelamiento de alcance para la etapa de diseño conceptual y básico en diferentes proyectos desarrollados por la GRP para la refinería de Barrancabermeja, actividades con las cuales se viene dando cumplimiento a los objetivos planteados para el desarrollo de la práctica empresarial.

- En el desarrollo de la **“Ingeniería detallada para el Control de los Asentamientos del suelo en la planta Etileno II”**, se lleva a cabo el control correspondiente al avance de las actividades ejecutadas proyectado en el PDT de ingeniería, esta medición se efectúa de manera sistemática semanalmente. Éste control se entrega de manera directa al líder de la ingeniería, para llevar a cabo en conjunto con él, la planeación de la reunión sistemática de seguimiento que se ejecuta con la firma contratista que desarrolla el requerimiento de ingeniería, con el fin de tener un panorama claro en relación con las actividades ejecutadas frente a las programadas y así poder planear alternativas encaminadas a mitigar las posibles desviaciones de la ingeniería con el fin de cumplir el hito final de entrega requerido por el proyecto. Adicionalmente se debe hacer un seguimiento a las acciones que conlleven al cumplimiento de los compromisos que surjan sistemáticamente producto de la reunión con el contratista responsable del desarrollo de la ingeniería.



Gráfica 5. Línea de tiempo Proyecto Asentamientos ETILENO II

- ▣ Como parte del trabajo que complementa las actividades descritas en el numeral anterior y que se relaciona con el desarrollo del requerimiento **“Ingeniería detallada para el Control de los Asentamientos del suelo en la planta Etileno II”**, se ha ejecutado el seguimiento en campo a los trabajos de exploración geotécnica que desarrolla la firma *Geotecnología S.A.S.* Estas labores han comprendido la verificación del avance en las actividades de perforación de sondeos (Rendimiento en la perforación, toma de muestras para ensayos de laboratorio,

ensayos en sitio y cumplimiento de los requerimientos HSE propios para el área en el que se desarrolla dentro de la planta ETILENO II). También se ha participado en visitas técnicas dirigidas por los asesores geotécnicos contratados para el proyecto, en donde se han tratado temas relacionados con la naturaleza del problema (Asentamientos generalizados del suelo de la planta) y el planteamiento de la alternativa propuesta que actualmente es desarrollada por la ingeniería detallada desarrollada por la firma TIPIEL S.A.

- ▣ Como parte importante de la dinámica del proyecto en esta fase, se ha participado activamente en el plan de gestión de riesgos del mismo (En el componente de ingeniería) con el fin de identificar y priorizar las acciones que mitiguen la materialización que puedan tener los riesgos durante la **“Ingeniería detallada para el Control de los Asentamientos del suelo en la planta Etileno II”**, y por consiguiente sus respectivos impactos en el proyecto (Tiempo y costo). Parte de este ejercicio consiste en establecer con el equipo de trabajo situaciones que puedan desviar el cronograma del proyecto teniendo en cuenta que la ingeniería para el mismo se constituye como un hito condicional para la aprobación de la siguiente fase del proyecto.

- ▣ En el desarrollo de las actividades correspondientes al proyecto **“Ingeniería detallada para el Control de los Asentamientos del suelo en la planta Etileno II”**, se participó en el Taller de seguridad de procesos (ASP), en la cual se trataron temas en tecnología de procesos relacionado a las sustancias, equipos y operación la planta que se va ejecutar el proyecto. Se estudiaron todos los tópicos en materia de análisis de riesgos inherentes, integridad mecánica y aseguramiento de calidad (IMAC), revisión de seguridad pre-arranque, riegos de procesos (ARP), gestión de competencias (GC), procedimiento operativo y prácticas seguras (POPS), administración cambio de tecnología (ACT), administración de cambios menores (ACM), administración cambio de personal (ACP) y por último la planeación y respuesta a emergencias (PRE), todo esto en materia de avance de este requerimiento.

- ▣ En cuestión del avance de actividades de campo, ya fueron culminadas aunque presentaron desfases en el desarrollo del hito de ingeniería, ya que trabajos en detección de sistemas de enterrados en el área de la planta de Etileno II hubieron fallas en los equipos que inciden en el cambio de fechas la cual se concluye con una reprogramación del PDT. Continuamos con el seguimiento de trabajos al contratista y subcontratista, este último por ser personal especializado y con gran experiencia en el país en la técnica de construcción del proyecto, que son inyecciones con mortero duro o bajo slump (Compaction Grouting); por la cual se requiere constante seguimiento para que el desarrollo del requerimiento se cumpla en la fecha establecida y de igual forma los documentos de ingeniería en general estén de acuerdo a los parámetros de calidad y eficiencia exigidos.

- ▣ Posteriormente es programado el Taller de Riesgos para el requerimiento, **“Ingeniería**

detallada para el Control de los Asentamientos del suelo en la planta Etileno II (REPAE II)”, encabezado por el líder de construcción de la firma contratista TIPIEL S.A y personal especializado de R. Maldonado Ingenieria. De igual manera participaron enérgicamente personal de la Gerencia técnica, operaciones de la planta Etileno II y el equipo de trabajo de la GRP. Como primer paso en el proceso de este taller fue dar a conocer en que consiste la técnica de construcción de inyección con mortero duro y los pasos para la efectividad del proyecto. Con esta técnica se busca consolidar y mejorar el sector donde se halla el suelo orgánico (turberas) y así poder fiscalizar los asentamientos pronunciados en esta área; en otra parte se visualiza los trabajos de este proyecto y la interrelación que tiene con otro requerimiento en materia de torres enfriadoras y las líneas de tubería que esta interviene. En otro punto y ante las diversas preguntas realizadas al personal especializado, se concluyeron ciertas acciones y compromisos como: dichas columnas de mortero van actuar como pilotes, cada inyección tendrá su hoja de vida en la que se describe características de construcción (Volumen, coordenadas, profundidad, diámetro, velocidad, presión, entre otras), al igual que los planos As-Built queden muy bien elaborados para las reposiciones de tuberías y demás, divulgación de información y decisiones a todo el personal de operaciones de Etileno II para comunicar y facilitar el proceso constructivo, existe la posibilidad de presentarse inyecciones fallidas por la cual el diseño será de alta calidad y efectivo para mitigar esta situación, todos estos puntos definidos para que los asentamientos posteriores a la construcción sean una pulgada (1”).

- ▣ En otra parte la profundización de avance de la **“Ingeniería detallada para el Control de los Asentamientos del suelo en la planta Etileno II”**, se participó en el Taller de Constructibilidad con el representante de operaciones de la planta Etileno II, integrador del proyecto y equipo de trabajo de la GRP definiendo acciones y responsables en los compromisos establecidos como son: plan y diagrama logístico, designación de áreas en la planta donde se ubicará personal administrativo y personal por la firma contratista de la construcción, la disponibilidad de servicios industriales, socialización de planes de evacuación, medidas de seguridad, solicitudes de información en el caso de extender la jornada laboral, puertas habilitadas para la entrada de personal y equipos, entre otras. Todo esto con el fin de orientar y ordenar el proyecto en la etapa de construcción.

- ▣ En complemento con las actividades del proyecto **“Ingeniería detallada para el Control de los Asentamientos del suelo en la planta Etileno II”**, se realizó el Taller What if, en la cual el enfoque de dicho ejercicio es evaluar diferentes situaciones de riesgos y las consecuencias que conlleva si estas se presentan, de tal manera de asignar responsables en las acciones, recomendaciones y observaciones de estos. Algunas situaciones que en este proyecto se plantearon están:
 1. ¿Qué pasa si durante la inyección del mortero se puede variar el nivel superficial de piso?
 2. ¿Qué pasa si existe un choque del equipo de inyección con una línea o equipo de procesos durante su movimiento o traslado dentro de la planta?

3. ¿Qué pasa si hay escape de producto de proceso en el momento que se encuentre haciendo la inyección?

Estas son algunas de las situaciones que fueron evaluadas y clasificadas en este ejercicio al igual que se clasificó según la matriz de riesgo (RAM) por el especialista de ECOPETROL S.A en ASP.

- ▣ Para el proyecto **“Ingeniería Básica de Mejoramiento del Tratamiento de las Sodas Gastadas de la GRB”**, se ha trabajado desde la revisión de la ingeniería conceptual hasta la estructuración del PDT correspondiente al desarrollo de la ingeniería básica, con lo cual se ha interactuado de manera directa con el equipo interdisciplinario de trabajo y de manera directa con el especialista Civil asignado para el desarrollo de este requerimiento, participando activamente en la estructuración de un programa de trabajo calculado teniendo en cuenta las actividades propias que desarrolla un ingeniero civil dentro de un equipo de proyecto (Entendimiento del alcance, identificación de actividades, secuencia lógica de ejecución de las mismas, asignación de recursos, establecimiento de ruta crítica y correlación con las demás especialidades participantes).

- ▣ Adicionalmente de manera previa al inicio de las actividades propias de ingeniería civil se ha interactuado con otras áreas internas de la compañía para entender como funciona el mecanismo de búsqueda y acceso a la información relevante requerida para el desarrollo de la ingeniería. De acuerdo con lo anterior se ha recurrido a consultar en las diferentes bases de datos y dependencias encargadas de la custodia de la información en *ECOPETROL S.A*, de todos aquellos planos, estudios, especificaciones y demás documentos que permitan optimizar en tiempo y costo la adquisición de información relevante utilizada como input para el desarrollo de diseños en la parte civil.

- ▣ Durante el desarrollo de la **“Ingeniería Conceptual del Llenadero de azufre III y azufre II”**, se participó en la actividad denominada PEER REVIEW, que es una estrategia para entender, alinear y definir el alcance de la respectiva ingeniería para poder desarrollar la siguiente fase en la misma (Ingeniería básica). Este ejercicio se desarrolló en conjunto con el ingeniero civil representante de GTE. De manera a la ejecución de este ejercicio, se ejecutaron las respectivas visitas de campo las cuales permitieron visualizar de manera puntual y objetiva las necesidades del cliente.

- ▣ En el seguimiento y reuniones del avance en el proyecto, **“Ingeniería Básica alternativa seleccionada para el manejo de las aguas residuales domésticas de la Refinería de Barrancabermeja de ECOPETROL S.A”**, como plus a las actividades establecidas, la firma contratista HMV INGENIEROS Ltda. hizo georreferenciación de estudios de suelos y topografías, de tal forma que el detalle de la información y estudios es muy alto, para hacer de

los análisis claros y eficaces al igual que la búsqueda de información en temáticas de especialidad civil sea más fácil y así optimizar recursos a futuro. Como compromisos para complementar el alcance del requerimiento, realizamos la búsqueda en archivo técnico de topografías de áreas externas de la Refinería de Barrancabermeja, con el fin de establecer por parte de la firma contratista en los entregables las bases de diseño para las especialidades Proceso, Mecánica, Civil, Tubería, Instrumentación y control, Geotecnia e Hidráulica. Como punto de partida de la GRB, que dentro de su plan de manejo ambiental (PMAR) ha estado desarrollando acciones para la reducción de vertimiento de hidrocarburos a los sistemas de segregación de aguas lluvias y aguas aceitosas. Con base en las prerrogativas mencionadas, la GRB desarrolló el diagnóstico de los sistemas de recolección de aguas domésticas, evaluación de alternativas de diseño del sistema de captación, conducción, disposición y tratamiento de las aguas residuales domésticas de la Refinería de Barrancabermeja.

- ▣ Como parte del equipo de trabajo en el requerimiento **“Proyecto de Integración, Actualización y Migración de las Unidades Etileno II - TurboExpander - HDT Sur - HDT Norte – Casa bombas 2 y Casa bombas 8 al Centro de Optimización de la Refinería (COR) - Etapa 1 – PIAM”** se ha realizado planimetrías emitidas para construcción de los trazados de red de fibra óptica (RFO) y las interconexiones entre dichas plantas, las respectivas revisiones de los documentos de la ingeniería cumpliendo con calidad y efectividad los entregables de la especialidad civil en este proyecto.

- ▣ Se recibieron las siguientes acciones de capacitación:
 - Curso básico de estimación de costos en *ECOPETROL S.A*
 - Capacitación del conocimiento de la cultura HSE en *ECOPETROL S.A*
 - Taller de implementación de PIV’S para el requerimiento **“Consolidación de la operación de las unidades Etileno II- TurboExpander -HDT Sur - HDT Norte - Casa Bombas 2 y Casa Bombas 8 en el Centro de Optimización de la Refinería (COR II)”**.
 - Taller de conceptos básicos para análisis de consecuencias y riesgos en empresas petroleras.
 - Formación virtual denominada *“Conociendo mi empresa”*, a través de la plataforma de la Universidad Ecopetrol.
 - Formación virtual denominada *“Conocimiento del fomento de seguridad y salud en el trabajo”*, a través de la plataforma de la Universidad Ecopetrol.

- ▣ Estructuración del plan de cargabilidad de recursos de la especialidad Civil en el PIN para el año

2015 con el objetivo de tener un panorama claro de la utilización del recurso de ingenieros civiles dentro del departamento.

8. APOORTE AL CONOCIMIENTO

- A. Como aprendizaje de la práctica empresarial en *ECOPETROL S.A* se ha incorporado como nuevo conocimiento, el uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM, la cual se utiliza para evaluar los riesgos asociados a las actividades desarrolladas en *ECOPETROL S.A* donde se conocen ciertos criterios para clasificar los incidentes ocurridos y definir el rango en impacto económico, en afectación a la imagen de la empresa. Tener conocimiento de esta matriz es tener en cuenta la herramienta como manejo de riesgos que impliquen consecuencias para las personas, el ambiente, los clientes, los bienes y la imagen de *ECOPETROL S.A*.

Esta matriz de evaluación es un instrumento para la evaluación cualitativa de los riesgos y facilita la clasificación de las amenazas que esta generan en medio ambiente, relación con clientes, salud, seguridad, bienes e imagen de la empresa. Los ejes de la matriz según la definición de riesgo corresponden a las consecuencias y a la probabilidad. En función de determinar el nivel de las consecuencias se utiliza una escala de “0” a “5”; para evaluar la probabilidad se utiliza una escala de “A” a “E”, teniendo como base en la experiencia o evidencia histórica en que las consecuencias identificadas se han materializado dentro de la industria, la empresa o el área; representa la probabilidad de que se desencadenen las consecuencias potenciales o reales estimadas, según sea el tema presentado. Al cruzar estas dos escalas originan la evaluación y clasificación cualitativa del riesgo. La estimación de la consecuencia se basa en la respuesta a “que ocurrió” o “que pudo o podrá ocurrir”; mientras que la estimación de la probabilidad se basa en información histórica respecto de casos ocurridos anteriormente en similares condiciones sabiendo que las circunstancias nunca son exactamente las mismas.

La evaluación y clasificación de los riesgos debe hacerse teniendo en cuenta los siguientes elementos:


- El primero es la categoría de consecuencia con la cual está relacionada la evaluación: Personas (PE), Económica (EC), Ambiental (MA), Cliente (CL) e Imagen (IM).
- El segundo corresponde a la gravedad de las consecuencias: 0 – 5.
- El tercero corresponde a nivel de probabilidad del suceso: A – E.

○ ANÁLISIS DE RIESGO

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

Tabla 1. Análisis de riesgos

○ MATRIZ RAM

	DIRECCIÓN DE RESPONSABILIDAD INTEGRAL		ECP-DRI-F-045	
	MATRIZ DE VALORACIÓN DE RIESGOS - RAM		ACT. 2	3/1
			31 de Mayo de 2008	

Para mayor información sobre el uso y manejo de este formato consulte Instructivo ECP-DRI-I-007

CONSECUENCIAS					PROBABILIDAD					
Personas	Economica	Ambiental	Cientas	Imagen de la Empresa		A	B	C	D	E
						No ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Industria	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Unidad, Superintendencia o Departamento
Una o mas fatalidades	Catastrofica > \$10M	Contaminación Irreparable	Voto como proveedor	Internacional	5	M ●	M ●	H ●	H ●	VH ●
Incapacidad permanente (parcial o total)	Grave \$1M a \$10M	Contaminación Mayor	Pérdida de participación en el mercado	Nacional	4	L ○	M ●	M ●	H ●	H ●
Incapacidad temporal (>1 día)	Severo \$100k a \$1M	Contaminación Localizada	Pérdida de clientes y/o desabastecimiento	Regional	3	N ●	L ○	M ●	M ●	H ●
Lesión menor (sin incapacidad)	Importante \$10k a \$100k	Efecto Menor	Quejas y/o reclamos	Local	2	N ●	N ●	L ○	L ○	M ●
Lesión leve (primeros auxilios)	Marginal <\$10k	Efecto Leve	Incumplir especificaciones	Interna	1	N ●	N ●	N ●	L ○	L ○
Ninguna lesión	Ninguna	Ningún efecto	Ningún impacto	Ningún impacto	0	N ●	N ●	N ●	N ●	N ●

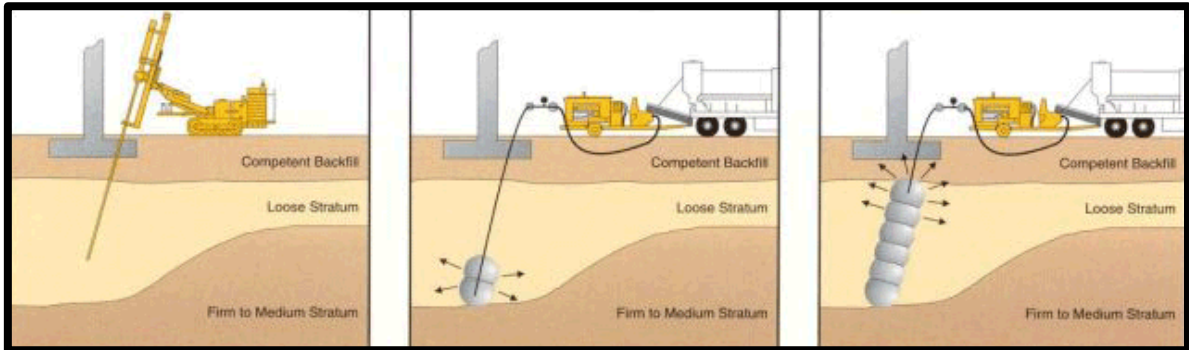
Tabla 2. Formato ECP – Matriz valoración de riesgos - RAM

- B.** En otra parte en el ámbito de la gestión de riesgos de los proyectos, es parte del desarrollo un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre, la cual se enfatiza en indicadores principales que abordan la generalidad de este tema, asimismo en términos de fondo es el indicador de gestión de riesgos (IGR), el cual hace énfasis en el estudio de mitigar acciones para no materializar riesgos en las actividades catalogadas para los requerimientos y por consiguiente sus respectivos impactos en el proyecto (Tiempo y costo).

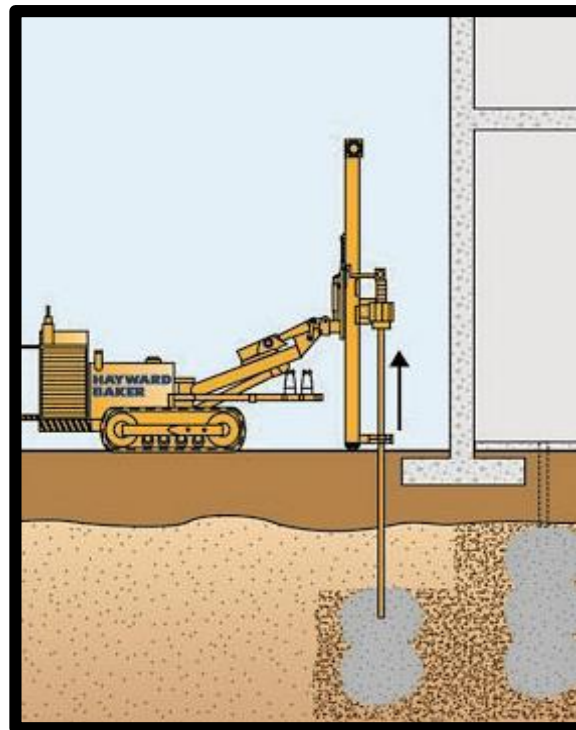
Al igual del IGR hacen parte y contribuyen a este el Índice de cumplimiento de actividades (IPA), Índice de materialización de riesgos (IMR) y el índice de reducción de riesgos (IRR) y también da a conocer los porcentajes que tiene que estar este IGR dependiendo la fase en la cual se desarrolla el proyecto; por tal si el requerimiento está en Fase III este IGR tiene que estar entre 80 – 90, Fase II entre 70 – 80, Fase IV entre 85 y 95, respectivamente. En caso tal que el IGR no se encuentre en el porcentaje teniendo en cuenta lo anteriormente enunciado se debe trabajar de la mano del profesional de riesgos para evaluar las actividades en el requerimiento que se esté desarrollando tal estudio.

- C.** Como complemento para el desarrollo de las actividades en la práctica empresarial se profundizó en el manejo del software AUTOCAD y a su vez se trabajó con el software STAAD FOUNDATION y STAAD PRO. La finalidad de modelar estas cimentaciones respectivamente es si cumple con la existente para la instalación de un intercambiador en una de las unidades de planta de la GRB; el software STAAD Foundation es una solución completa y económica para el diseño de cimientos, incluye zapatas aisladas, zapatas combinadas, zapatas con contrarabes, cabezal para pilotes y losas de cimentación. De igual manera el software STAAD PRO que es una herramienta para el análisis FEM y diseño de cualquier proyecto incluyendo torres, alcantarillas, plantas, puentes, estadios, y estructuras marinas. El arreglo de capacidades para análisis avanzados incluyendo, estático lineal, espectro de respuesta, tiempo-historia, cable y análisis no-lineal. Este a su vez ayuda en las cargas para su estructura automatizando la generación de cargas por viento, sismo, nieve y vehicular.
- D.** Desde el aumento de la capacidad de carga de los suelos bajo losas y zapatas corridas, a la reducción potencial de licuefacción, arrendando asentamientos de la cimentación, el levantamiento y nivelación estructuras, proporcionando la mejora del sitio antes de la construcción y demás propósitos es con el fin por la cual se emplea la técnica de inyecciones con mortero duro o bajo slump. Es un método de tratamiento del suelo que implica la inyección de una mezcla de lechada homogénea muy rígida, relativamente bajo altas presiones, y bajo las establecidas tasas de inyección (Según el diseño realizado) para subsuelo con patrones de pre-diseño con el fin de desplazar suelos compactos. La lechada inyectada empuja los suelos a un lado ya que forma una columna de lechada de cemento o conocido de igual forma como bulbo. El Grout generalmente se inyecta a un criterio de corte, teniendo en cuenta los parámetros de:

- I. La presión a una velocidad de inyección determinada y conocida
- II. Volumen predeterminado
- III. Movimientos no deseados de una estructura o formación siendo rellenada



Gráfica 6. Proceso de Inyección con Mortero Duro en zonas inclinadas.



Gráfica 7. Inyecciones con Mortero Duro

El suelo se vuelve cada vez más denso que el agua y el aire, dando como resultado que las partículas del suelo se reorganizan al entrar la lechada. Las Inyecciones con mortero duro se ejecutan de manera continua hasta que las fuerzas estas superen las presiones de sobrecarga o contención y de elevación que produce. En el proceso de construcción existe una estrecha coordinación entre los siguientes puntos: las propiedades del suelo, tasas de inyección de lechada, diseños de mezcla de lechada, las condiciones del suelo in situ, y las capacidades del equipo. Algunas causas para implementar este tipo de técnica monopolizada en el proyecto **“REPAE II”**:

- ▣ Mejorar los suelos blandos, compactables (N valores de 0 a 30)
- ▣ Estabilizar o volver a nivel de las estructuras existentes
- ▣ Estabilizar estructuras subterráneas existentes, tales como tuberías, túneles y pasos subterráneos
- ▣ La reparación o mejorar pilas defectuosas mediante la inserción de las campanas en las puntas, reparación secciones anuladas, lo que aumenta la fricción lateral, y la reducción marcha atrás por arrastre.
- ▣ Instalación pilotes inyectados como elementos estructurales.
- ▣ Reducir la filtración de agua a través de la densificación de los suelos acuíferos.

Como se mencionaba esto desplaza y densifica los suelos granulares sueltos, refuerza suelos de grano fino y estabiliza huecos subsuperficiales, por la inyección gradual de lechada total y movilidad bajo presión. Por lo general, un tubo de inyección primero avanza hasta la profundidad máxima de tratamiento. Luego se inyecta el mortero duro por medio del tubo que se extrae lentamente, creando una columna de superposición de bulbos de lechada. La extensión de los bulbos de lechada de bajo slump desplaza suelos circundantes. Cuando se realiza en suelo granular, esta lechada de compactación aumenta la densidad de suelos circundantes, el ángulo de fricción y la rigidez. En todos los suelos, la columna de lechada de alto módulo refuerza los suelos dentro de la zona de tratamiento. En la secuencia de los trabajos partiendo desde primaria hasta secundaria a terciarias ubicaciones, el proceso de densificación se puede realizar para lograr una mejoría significativa. En el caso presentado en la planta Etileno II que se implementa para aumentar la sustentación y reducir asentamientos y licuefacción potencial de estructuras existentes y planificadas.

El método de inyección con mortero duro se desarrolló en la década de 1950 como una medida remedial para la corrección del establecimiento del edificio y utilizada casi exclusivamente para ese propósito durante muchos años. En los últimos 25 años, sin embargo, Compaction Grouting (En inglés) ha evolucionado para tratar una amplia gama de condiciones de subsuelo para construcción

nueva y correctiva. Estos incluyen rellenos de escombros, mal colocado rellenos, suelos colapsables o aflojados y suelos licuables.

Las inyecciones con mortero a su vez ofrecen una ventaja económica sobre enfoques convencionales tales como remoción o sustitución y es posible donde el acceso es difícil y el espacio es limitado, de igual manera para el tratamiento debajo de las estructuras existentes que son a menudo seleccionadas porque las columnas de lechada de bajo slump no requieren conexión estructural a las bases.



Gráfica 8. Proceso de construcción de Inyecciones con Mortero Duro



Gráfica 9. Proceso de construcción de Inyecciones con Mortero Duro en espacio cerrado.

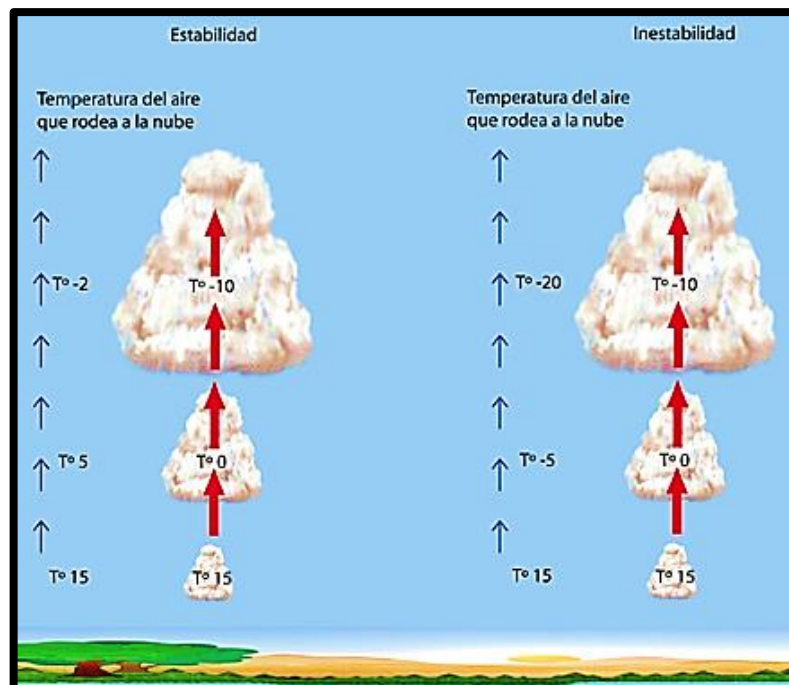
- E. En otra parte se da introducción al contenido de la temática de conceptos básicos para análisis de consecuencias en las refinerías de Cartagena y Barrancabermeja, GRC Y GRB, respectivamente. Este curso liderado por la especialidad de procesos del departamento de ingeniería (PIN) aporta mucho a las consecuencias y derivaciones de riesgos tecnológicos, químicos, térmicos, mecánicos y a su vez condiciones externas de los procesos en las plantas, como la inspección de nubes tóxicas y las condiciones externas tales como: temperatura promedio, humedad relativa promedio, estabilidad, velocidad, radiación solar, presión atmosférica, entre otras. Lo correspondiente a condiciones meteorológicas para su respectivo análisis se tiene como datos bases los suministrados por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales).

Se manejan diversos conceptos claves en este análisis que explican a continuación:

▣ Estabilidad Atmosférica:

Se prescribe a partir de la diferencia de temperatura entre una porción de aire y el aire circundante. Este contraste puede producir el movimiento vertical de la porción ya sea elevación o caída. Este movimiento se caracteriza por cuatro condiciones básicas que detallan la estabilidad general de la atmósfera. En condiciones estables, el movimiento vertical se inhibe, mientras que en condiciones inestables la porción de aire tiende a moverse continuamente hacia arriba o hacia abajo.

Las condiciones neutras no propician ni inhiben el movimiento del aire después del gradiente de calentamiento o enfriamiento adiabático. Cuando las condiciones son extremadamente estables, el aire frío cercano a la superficie es enredado por una capa de aire cálido sobre este. Estas condiciones están directamente relacionadas con las concentraciones de contaminantes en el aire ambiental.



Gráfica 10. Estabilidad e Inestabilidad Atmosférica.

Para profundizar los diferentes tipos de condiciones de estabilidad atmosférica, se definen a continuación las tipologías ya mencionadas:

▣ Condiciones Inestables

Una porción de aire que empieza a elevarse se enfriará en el gradiente adiabático seco hasta que alcance su punto de rocío, en el que se enfriará en el gradiente adiabático húmedo. Esto presume que la atmósfera circundante tiene un gradiente vertical mayor que el gradiente vertical adiabático (con un enfriamiento a más de $9,8 \text{ }^\circ\text{C}/1.000 \text{ m}$), de modo que la porción que se eleva seguirá siendo más cálida que el aire circundante. La diferencia de temperatura entre el verdadero gradiente vertical de temperatura del ambiente y el gradiente vertical adiabático seco en realidad aumenta con la altura, al igual que la flotabilidad.

Las condiciones inestables más frecuentes se originan durante los días soleados con vientos de bajas velocidades y fuerte insolación. La Tierra absorbe rápidamente el calor y transfiere parte de este a la capa de aire superficial. Si las propiedades térmicas de la superficie son similares, es posible que exista una masa flotante de aire, o numerosas porciones de aire si dichas propiedades varían. Cuando el aire se calienta, se vuelve menos denso que el aire circundante y se realza.

Otra condición que puede conducir a la inestabilidad atmosférica es la producción de sistemas de baja presión, caracterizados por aire ascendente, nubes y precipitación.

▣ Condiciones Neutrales

Cuando el gradiente vertical de la temperatura del ambiente es el mismo que el gradiente vertical adiabático seco, la atmósfera se encuentra en estabilidad neutral (figura 4-9). Estas condiciones no estimulan ni inhiben el movimiento vertical del aire. La condición neutral es importante porque constituye el límite entre las condiciones estables y las inestables. Se produce durante los días con viento o cuando una capa de nubes impide el calentamiento o enfriamiento fuerte de la superficie terrestre.

▣ Condiciones Estables

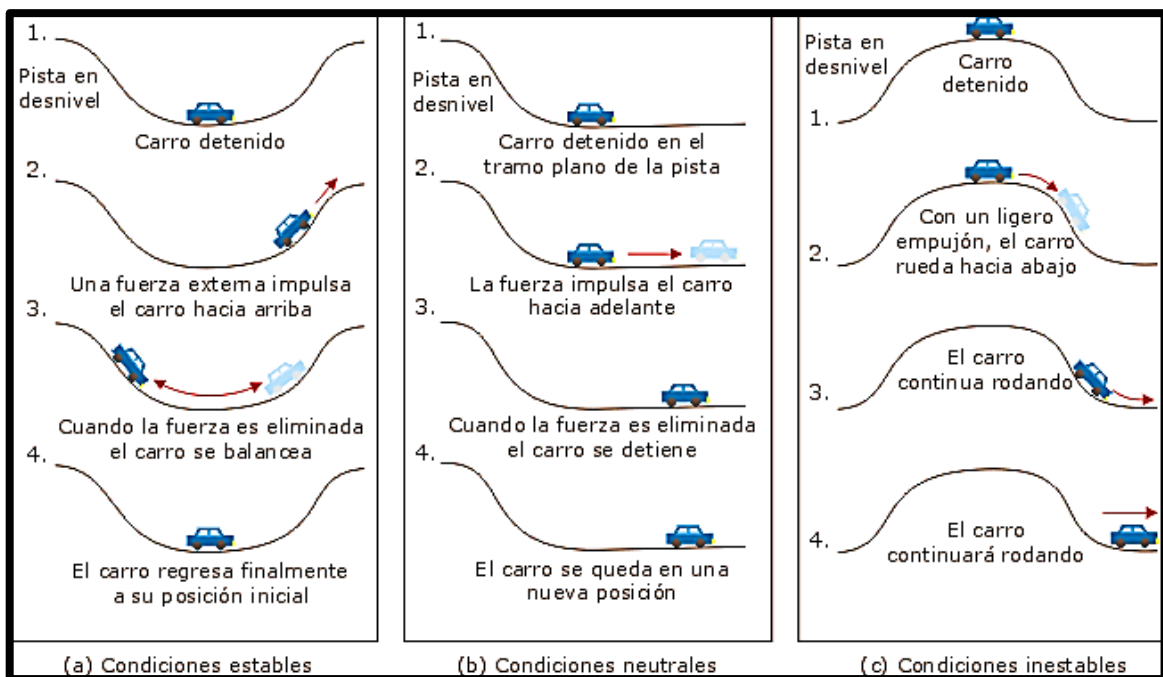
Cuando el gradiente vertical ambiental es menor que el gradiente vertical adiabático, el aire es estable y resiste la circulación vertical. El aire que se eleva verticalmente permanecerá más frío y, por lo tanto, más denso que el aire circundante. Una vez que se retira la fuerza de elevación, el aire que se elevó regresará a su posición original. Estas condiciones estables se pueden evidenciar durante la noche, cuando el viento es escaso o nulo.

▣ Ejemplo de Condiciones de Estabilidad Atmosférica

En la Grafica 5 se representa las diversas categorías de estabilidad por medio de una analogía, en la cual en el primer cuadro de esta grafica se ilustra las condiciones atmosféricas estables. Se puede observar que cuando se elimina la fuerza de elevación, el carro regresa a su posición original. Como el carro resiste el desplazamiento de su posición original, se trata de un ambiente estable.

En el segundo cuadro se evidencia las condiciones neutrales. Cuando se ejerce una fuerza sobre el carro, este se mueve mientras la fuerza se mantenga. Cuando esta es eliminada, el carro se detiene y permanece en su nueva posición.

Y por último se ilustra las condiciones inestables. Una vez que se ha ejercido una fuerza sobre el carro, este continúa moviéndose incluso después de que se ha eliminado la fuerza.



Gráfica 11. Ilustración analógica de las condiciones de estabilidad atmosférica.

El comportamiento de la baja atmósfera, donde circulan las emisiones de contaminantes originarios de focos puntuales, está determinado por la capacidad de dispersión o dilución de los contaminantes. Esta capacidad es función de la turbulencia que, bien de origen térmico como mecánico, posibilita una mayor o menor dispersión. La turbulencia de la atmósfera se identifica en

base a un parámetro que se denomina *clase de estabilidad*, que es función de la turbulencia térmica y de la turbulencia mecánica.

Las categorías de estabilidad dependen de los siguientes puntos:

- I. Estabilidad Estática (Cambio de la temperatura con la altura)
- II. Turbulencia Térmica (Causada por calentamiento del aire a nivel del suelo)
- III. Turbulencia Mecánica (Función de la velocidad del viento y la rugosidad de la superficie)

Es necesario tipificar las posibles infinitas situaciones de capacidad de dispersión de la atmósfera en un número discreto. La aplicación del concepto de estabilidad atmosférica en los modelos de difusión atmosférica se realiza, como veremos, de manera diferente a su desarrollo conceptual; pero esta aplicación, basada generalmente en las categorías de estabilidad, parte de estas mismas ecuaciones. Las categorías de estabilidad de *Pasquill-Gifford*, aunque demuestran las desventajas de cualquier tratamiento discontinuo de un fenómeno natural, siguen empleándose excesivamente, ya que hay un gran número de correlaciones de parámetros atmosféricos basados en ellas, y son una solución de compromiso cuando no se dispone de sistemas de medida que proporcionen información más concreta sobre estos parámetros.

Como se mencionó, la atmósfera puede ser estable, neutra, o inestable. Sin embargo, para tasar la dispersión y los propósitos del modelo, estos niveles de estabilidad se catalogan en seis clases basadas en: cinco categorías de velocidad del viento superficial, tres tipos de insolación diurna y dos tipos de nubosidad nocturna. Se identifican seis tipos de estabilidad atmosférica según las categorías de *Pasquill-Gifford*, que se calculan en función de la información meteorológica de temperatura, dirección y velocidad de viento y radiación solar. Para condiciones de atmósfera inestable las clases de estabilidad pueden ser A, B o C, para condiciones neutras D, y para condiciones estables pueden ser E o F. Para cielos totalmente cubiertos, tanto de día como de noche, debe considerarse clase de estabilidad D.

Día	A: Muy Inestable B: Inestable C: Ligeramente Inestable
Día / Noche	D: Neutra E: Ligeramente Estable
Noche	F: Estable

Tabla 3. Categorías de Estabilidad de Pasquill-Gifford.

Se clasifica las estabildades en base a las observaciones efectuadas en las estaciones completas del Servicio Meteorológico Nacional, fundándose en que la estabilidad cerca del suelo depende

esencialmente de la radiación solar neta y de la velocidad del viento. La insolación durante el día en ausencia de nubes, depende de la altura del sol sobre el horizonte. La existencia de nubosidad origina una disminución de la energía entrante y saliente, dependiendo esta además, del espesor de las nubes.

Durante el día la insolación estimada por la altura solar es modificada por las condiciones de nubosidad, mientras por la noche se tiene en cuenta exclusivamente la nubosidad total.

Como complemento en este curso se dio a conocer los modelos de vulnerabilidad que de manera directa se utilizan para determinar las consecuencias a las personas y edificios expuestos a una determinada carga térmica, tóxica o de sobrepresión. Estos modelos se basan en experiencias realizadas en laboratorio o en estudios de las muertes o lesiones de accidentes ocurridos. Entre los modelos de vulnerabilidad se destaca el *método Probit*, que es un método estadístico que nos da una correlación entre la función de probabilidad y una determinada carga de exposición a un riesgo.

- ▣ **Zona de Intervención:** Es aquella en que los efectos de los accidentes provocan un nivel de daños que justifica la aplicación inmediata de medidas de protección.
- ▣ **Zona de Alerta:** Es aquella que las consecuencias de los accidentes producen efectos, aunque sean perceptibles por la población, no justifican la intervención, excepto para los grupos críticos, que serán definidos por el responsable.

• MÉTODO PROBIT

En este método se parte de una manifestación física de un incidente (Concentración tóxica y tiempo de exposición en una cierta área geográfica) y nos da como resultado una previsión de los daños a las personas expuestas al incidente (Número de heridos, número de víctimas, entre otras).

La fórmula empleada para este modelo de vulnerabilidad se basa en una función matemática lineal de carácter empírico extraída de estudios experimentales:

$$Pr = a + b \ln V (1)$$

Dónde:

Pr = *Probit* o Función de probabilidad de daño sobre la población expuesta

a = Constante dependiente del tipo de lesión y tipo de carga de exposición

b = Constante dependiente del tipo de carga de exposición

V = Variable que representa la carga de exposición

El valor *Probit* permite determinar el porcentaje de la población expuesta que se verá afectada a un determinado nivel de lesiones o por muerte a causa de una carga de exposición determinada.

La variable dependiente Pr se ha establecido como una variable aleatoria según una distribución estadística normal con un valor medio de 5 y una desviación tipo estándar de 1, lo cual significa que

a un porcentaje del 50% corresponde un valor del *Probit* = 5. Este método se puede emplear para determinar el porcentaje de personas afectadas por intoxicación, por radiación térmica y por sobrepresión.

▣ **Método *Probit* de vulnerabilidad a la inhalación de sustancias tóxicas**

Para determinar el porcentaje de personas afectadas por intoxicación ocasionada por inhalación de una sustancia tóxica se utiliza la ecuación anterior sustituyendo el valor *V* por la expresión:

$$V = cn t$$

Siendo:

c = Concentración (ppm = partes por millón).

t = Tiempo de exposición (minutos).

n = Exponente (sin dimensiones 0,6 - 3).

Con lo que:

$$Pr = a + b \ln (cn t)$$

La ecuación *Probit* no es aplicable para concentraciones relativamente bajas y tiempos de exposición muy prolongados, cuyos métodos de valoración serían otros. Su uso está restringido al análisis de consecuencias agudas e inmediatas.

Debe tenerse en cuenta que, dada una cierta concentración tóxica en una zona poblada, la población que efectivamente está en riesgo es la ubicada en exteriores. Los individuos en lugares cerrados se pueden considerar al abrigo de los efectos letales excepto en el caso de una duración excepcional del impacto tóxico en la zona.

▣ **Método *Probit* de vulnerabilidad a radiaciones térmicas**

Se emplea para determinar el porcentaje de personas afectadas por los efectos de las radiaciones térmicas en función de la intensidad de irradiación recibida y del tiempo de exposición. En el caso de fugas de líquidos y gases inflamables y con una ignición inmediata, se podrá generar un charco ardiendo, una explosión BLEVE o un chorro con llamarada. Las lesiones ocasionadas serán causadas principalmente por radiaciones térmicas.

Si el gas no se enciende inmediatamente, se dispersará en la atmósfera. Si la nube de gas formada se encuentra con un foco de ignición en sus proximidades, se supone que cualquier persona presente dentro de la nube de gas ardiendo morirá a consecuencia de quemaduras y asfixia. En la zona externa a la nube de gas, aunque la duración de la radiación térmica generalmente será breve, los daños estarán en función de la distancia y habrán de ser evaluados en cada caso.

9. CONCLUSIONES

- Establecidos los espacios de revisión de las actividades de ingeniería, en conjunto con el Tutor designado por Ecopetrol S.A y el equipo de ingenieros Civiles del PIN, se realizan los diferentes comunicados a las firmas contratistas para los debidos compromisos en cumplimiento con las fechas formalizadas para el desarrollo y ejecución de los requerimientos.
- Realizado el acompañamiento y seguimiento de los trabajos en campos ejecutados por las empresas contratistas, ejecutores de estudios especializados, se controla las actividades de acuerdo a la línea base establecida en el PDT de cada proyecto para informes de porcentaje programado y ejecutado del proyecto.
- Por medio de las diversas estrategias y metodologías implementadas en la cultura HSE de ECOPETROL S.A se logra que cada vez más funcionarios actúen de forma segura con convicción y así ser ejemplo de comportamientos sanos y seguros anteponiendo la vida por encima de la producción.
- Con fundamentos en típicos y estándares de calidad en el desarrollo del modelo de maduración y gestión de proyectos (MMGP), se evidencia la eficacia y confiabilidad en los documentos técnicos de ingeniería con el fin de cubrir alcances y objetivos del proyecto.
- El trabajo interdisciplinario en el Departamento de ingeniería complementó y fundamentó conocimientos de las diferentes especialidades, ya que se correlacionan y tienen como fin mitigar las inconsistencias e incertidumbres en los entregables definidos para los proyectos.
- Participación en las diferentes sistemáticas de debate técnico y administrativo de la mano con las firmas contratistas y equipo de trabajo por parte de ECOPETROL S.A. para el respectivo control de los avances en cada requerimiento de trabajo, en la cual con la realización de los diferentes talleres se estudiaron y evaluaron los principales riesgos inherentes a la ingeniería.
- Se adquiere destreza en el proceso de revisión de entregables, correspondientes a la especialidad civil, en el desarrollo de las ingenierías conceptuales, básicas y detalladas de los proyectos desarrollados por el Departamento de Ingeniería de la GRP puntualmente para la refinería de Barrancabermeja.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Documentos perteneciente al comité normas y estándares (CNE) ECOPETROL S.A.
- ECOPETROL S.A. Base de datos corporativa. [Base de datos online]. [Consultado 18/02/2015]. Disponible en <<http://www.ecopetrol.com.co>>
- Grupo Royal Dutch/Shell. Shell International B.V. Matriz de Evaluación de Riesgos SHELL HSE, La Haya, Países Bajos. Abril 1999.
- Gerencia Complejo de Barrancabermeja. Instructivo para uso de la matriz de evaluación de riesgos – RAM. Abril 2002.
- Holzworth, G.C. Mixing heights, Wind speeds and potential for urban pollution throughout the contiguous United States, Office al Air Programs, U.S.EPA, 1972.
- Velasco I. y Nexo G. Aplicación de métodos objetivos de control de datos de radio sondeos en estaciones argentinas. GEOACTA, Vol. II N° 2, Pág. 207-218, 1982.